

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Київський національний університет  
будівництва і архітектури**

**Кафедра інформаційних технологій проектування  
та прикладної математики**

**О.О. Терентьев**  
**доктор технічних наук, професор**

**ЕРГОНОМІКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*для студентів спеціальності:*

*122 «Комп'ютерні науки»*

*126 «Інформаційні системи і технології»*

*015.10 «Професійна освіта. Комп'ютерні технології»*

Київ, 2018 р.

**Терентьев О.О.** Ергономіка інформаційних технологій: Конспект лекцій. – Київ: КНУБА, 2018. – 105с.

Конспект лекцій розроблений на кафедрі інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва і архітектури для студентів денної форми навчання спеціальностей: 122 «Комп'ютерні науки», 126 «Інформаційні системи і технології», 015.10 «Професійна освіта. Комп'ютерні технології»

Рецензент: завідувач кафедри інформаційних технологій, доктор технічних наук, професор Цюцюра С.В.

*Рекомендовано методичною радою університету*

*Протокол № від грудня 2018 р.*

© Терентьев О.О., 2018

© КНУБА, 2018

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Теоретико-методологічні основи ергономіки</b> .....	<b>5</b>
1.1. Об'єктивні причини виникнення ергономіки. Міждисциплінарні зв'язки ергономіки.....	5
1.2. Предмет, об'єкт і завдання ергономіки.....	9
1.3. Методи дослідження в ергономіці.....	12
<b>2. Функціональний зміст праці та ергономічна характеристика трудової діяльності оператора</b> .....	<b>14</b>
2.1. Зміст та етапи операторської діяльності.....	14
2.2. Зовнішні і внутрішні засоби діяльності оператора. Типи операторської діяльності.....	17
2.3. Ергономічний опис трудової діяльності.....	20
2.4. Специфіка діяльності і функціональних станів робітників залізничного транспорту .....	24
<b>3. Проектування робочих місць у системі «людина – машина – середовище»</b> .....	<b>27</b>
3.1. Загальні ергономічні вимоги до робочих місць.....	27
3.2. Робочі пози та положення людини.....	29
3.3. Вимоги антропометрії та біомеханіки.....	32
3.4. Вимоги до організаційно-технічного оснащення робочого місця.....	35
<b>4. Виробниче середовище як елемент системи</b> .....	<b>42</b>
4.1. Фактори виробничого середовища та їх вплив на здоров'я і працездатність людини.....	42
4.2. Атестація та раціоналізація робочих місць.....	51
4.3. Забезпечення сприятливих умов праці в системі.....	53
<b>5. Функціонування системи «людина – машина – середовище»</b> .....	<b>57</b>
5.1. Розподіл функцій між машиною і оператором .....	57
5.2. Взаємодія людини й електронно-обчислювальної техніки.....	62
5.3. Засоби взаємного пристосування людини і машини.....	63
5.4. Психологічні проблеми забезпечення задоволеності працюючого робітника .....	66
<b>6. Відбір і підготовка операторів</b> .....	<b>71</b>
6.1. Оператор і його властивості.....	72
6.2. Підбір оператора до машини.....	74
6.3. Структура діяльності оператора.....	76
6.4. Визначення психофізіологічної придатності людини до роботи в системі....	78
6.5. Надійність оператора. Тренування та навчання операторів.....	83
<b>7. Економічна та соціальна ефективність системи «людина – машина – середовище»</b> .....	<b>86</b>
7.1. Чинники, що впливають на ефективність системи «людина – машина – середовище» .....	86
7.2. Соціальне й економічне значення впровадження ергономіки у практику ...	89
7.3. Розрахунок економічної ефективності ергономічних заходів .....	91
<b>8. Ергономічна експертиза та стандартизація в ергономіці</b> .....	<b>94</b>
8.1. Проектування ергономічної експертизи.....	94
8.2. Зміст і сутність стандартизації.....	97
8.3. Основні ергономічні стандарти.....	100
<b>Література</b> .....	<b>105</b>

## ВСТУП

Ергономіка належить до тих наук, які можна розрізняти за предметом і специфічним поєднанням методів, що застосовуються в них. Вона значною мірою використовує методи досліджень, що склалися в психології, фізіології і гігієні праці. Проблема полягає в координації різних методичних прийомів при рішенні тієї або іншої ергономічної задачі, в подальшому узагальненні і синтезуванні отриманих за їхньою допомогою результатів. У ряді випадків цей процес приводить до створення нових методів досліджень в ергономіці, відмінних від методів тих дисциплін, на яких вона виникла.

Сучасні умови розбудови нового суспільства вимагають докорінної перебудови вищої технічної освіти, яка повинна готувати таких фахівців, котрі поєднували б високу професійну підготовку із сучасним баченням проблем суспільства. Тому відбувається зростання інтересу і вимог до ергономіки та інтенсивне розширення науково-дослідних робіт у цій галузі науки. Вивчення основ ергономіки відображає потреби виробництва в поєднанні досягнень соціально-економічних, природознавчих і технічних наук стосовно організації праці, підвищення ефективності та якості, що відповідає реалізації загальних вимог до підготовки спеціалістів по управлінню процесами перевезень на залізничному транспорті.

У конспекті лекцій висвітлено основні ергономічні чинники, які необхідно враховувати при вирішенні завдань оптимізації систем «людина – машина – середовище», показано методи аналізу діяльності оператора і розподіл функцій між людиною та машиною. Докладно розглянуто умови організації робочого місця оператора, вимоги до засобів відображення інформації й органів управління, показано етапи розрахунку економічної ефективності ергономічних розробок, а також розглянуто психологічні проблеми забезпечення праці людини.

Даний конспект лекцій допоможе прищепити студентам основи знань з ергономіки, зацікавленість у вирішенні її проблем. Ергономісти повинні суттєво впливати на характер науково-технічної революції і розвиток праці з урахуванням людського чинника. Розробку ергономічних рекомендацій та проектів повинні вести таким чином, щоб їх здійснення могло бути не тільки конструктивним і технологічно можливим, а й економічно доцільним. А це вимагає підготовки висококваліфікованих фахівців при проектуванні та експлуатації технічних засобів, які використовуються для управління процесами перевезень на залізничному транспорті. Конспект лекцій має за мету сформулювати у студентів єдину систему знань, умінь, навиків – основу професійної діяльності спеціаліста на підприємстві. Ознайомити студентів з основними поняттями, теоріями та моделями, розкрити зв'язок ергономіки з фізіологією та охороною праці.

Навчальний матеріал, який викладено в конспекті лекцій відповідає вимогам навчальної програми з курсу «Основи ергономіки», сприяє вирішенню конкретних задач, пов'язаних із місцем людини в автоматизованій системі управління рухом поїздів і підготовки студента до його майбутньої професійної діяльності.

# Тема 1. Теоретико-методологічні основи ергономіки

## План

- 1.1. *Об'єктивні причини виникнення ергономіки. Міждисциплінарні зв'язки ергономіки.*
- 1.2. *Предмет, об'єкт і завдання ергономіки.*
- 1.3. *Методи дослідження в ергономіці*

### **1.1. Об'єктивні причини виникнення ергономіки. Міждисциплінарні зв'язки ергономіки**

Життя сучасної людини неможливо уявити без створених нею різних механізмів, машин, автоматів, кількість і різноманітність яких катастрофічно зростає. Технічні пристрої, прості й складні, оточують нас усюди: вдома, у дорозі, на роботі.

Процес упровадження техніки в людське суспільство, що почався у XVIII ст., в наші дні надзвичайно посилюється. Нині на кожного жителя Землі припадає в середньому близько ста технічних пристроїв. Створювати машини, керувати ними, використовувати їх стає все дедалі важче. Ось чому в наш вік – інформаційного «вибуху» в науці – необхідною стала ще й така наука, яка допомогла б людині ефективно «спілкуватися» з численним машинним «суспільством», цією другою природою. Отже, виникнення ергономіки – закономірний наслідок сучасної науково-технічної революції.

Чи можна точно визначити рік, день і момент «народження ергономіки? На жаль, зробити це не так просто.

У сучасному суспільстві навряд чи знайдеться людина, яка б так або інакше не була зв'язана з машиною. Люди живуть у світі машин, створюють їх, керують ними, використовують для розширення своїх обмежених природою енергетичних можливостей.

Сто років тому на земній кулі за допомогою машин виконувалося лише 6 % усієї корисної роботи. Левова пайка її припадала на долю тяжкої праці людини (15 %) і тварини (79 %). Нині ніби спрацював тригер – і все стало навпаки: 99 % усієї корисної роботи, необхідної людському суспільству, виконують машини.

Нова техніка істотно змінила роль і місце людини у виробничих процесах. Звільнившись від енергетичних, транспортних і виконавчо-технологічних функцій, вона почала виконувати в основному функції керування, контролю та програмування. Внаслідок цього виникли нові форми взаємозв'язку фізичної і розумової праці, з одного боку, і взаємозв'язку людини і машини, ін. Центр діяльності людини перемістився із зони фізичних зусиль у зону інтелектуальну. Людина немовби почала розправляти свої «інтелектуальні плечі».

Доки машини були порівняно прості, а вимоги до їх експлуатації елементарні, скільки-небудь серйозних проблем взаємодії людини і машини, по суті, не існувало та й не могло існувати. Конструктори, створюючи машини, керува-

лись суб'єктивними уявленнями, усталеними традиціями і, зрештою, здоровим глуздом – і цього було цілком достатньо для того, щоб задовольнити запити найвимогливіших експлуатаційників. Експлуатаційникам, у свою чергу, було неважко справитися з технічною складністю створюваних машин, уважно підбираючи, навчаючи і тренуючи персонал.

Різке зростання швидкісних і потужніших характеристик машин, розширення функціональних обов'язків оператора, опосередкований зв'язок оператора з машиною через системи приладів і сигналізаторів значною мірою ускладнили дії оператора в керуванні машинами. Деякі машини так «ускладнилися», що навіть знаючі, досвідчені оператори не в змозі повністю освоїти їх. Іноді складається враження, ніби для того, щоб упоратися з машиною, людині замало вже однієї пари рук і однієї голови.

Отже, для забезпечення ефективності дії системи «людина – машина» крім підбору людини до машини (відбір, навчання, тренування), необхідне і своєрідне припасування до людини машини (розробка її елементів з урахуванням природних можливостей і обмежень людини). Інакше кажучи, проблему взаємодії людини з машиною слід розв'язувати на строго науковій основі.

Передусім конструктори навчилися пристосовувати енергетичні характеристики машин до енергетичних можливостей оператора: ні в кого не викликає сумніву недоцільність надмірних зусиль у керуванні машиною. Згодом, створюючи машини, вони почали враховувати й антропологічні можливості людини-оператора: розміри тіла і кінцівок, рухову спроможність тощо. Отже, між оператором і пристроєм, яким він керує, «вклинюється» закодована певним способом інформація, і на оператора покладається завдання її декодування та обробки, прийняття рішення і застосування керуючої дії. У таких випадках праця людини пов'язана з гострим дефіцитом часу, екстремальними (граничними) умовами зовнішнього оточення, а в ряді випадків – із стресовими навантаженнями. Отже, йдеться не лише про збалансування енергетичних, фізичних, механічних характеристик машин і якостей оператора, що взагалі очевидно, а й про стикування інформаційних характеристик неживої ланки та оператора. На порядку денному стоїть питання про інформаційну сумісність людини і машини.

Іншими словами, незалежних від оператора автоматів чи автоматичних систем не існує. Є лише комплекси «людина – машина – середовище», складність створення та аналіз яких потребують допомоги нової науки – *ергономіки*.

Ергономіка виникла на межі різних наук про людину і техніку. Вона не досліджує людину як таку – це справа антропологічних наук, вона не вивчає окремо і машину – цим займаються технічні науки. Предметом ергономіки є комплекс «людина – машина – середовище», в якому регулюючим елементом виступає людина з її обмеженими самою природою можливостями сприйняття, обчислювання та обробки інформації, виконання керуючої дії.

Сучасна ергономіка виникла не на голому місці, вона бере свої початки в минулому.

Поняття «*ергономіка*» (грец. *ergon* – робота і *nomos* – закон) вперше запропонував видатний польський природодослідник Войтех Ястшембовський,

який у 1857 р. опублікував у тижневику «Природа і промисловість» працю «Риси ергономіки, тобто науки про працю».

У колишній царській Росії ще в 1921 р. на I Всеросійській конференції з питань НОП та виробництва видатний радянський психолог В. М. Мясіщев запропонував систематизувати людські знання про ставлення до праці, об'єднавши їх терміном *ергологія*.

Видатний радянський психофізіолог В. М. Бехтерев підтримав цю думку та вніс пропозицію називати науку про закони праці *ергонологією*. Але ці вчені, як нерідко так буває, випереджали час: термін *ергономіка* був прийнятий лише в 1949 р., коли в Англії група спеціалістів із різних галузей знань об'єдналась з метою розробки нової наукової дисципліни та створила Ергономічне дослідне товариство, члени якого стали шукати шляхи подолання характерного для окремих наукових дисциплін однобічного вирішення проблем раціональної організації праці. Появу ергономіки члени товариства розглядали як наслідок зацікавленості дослідників із широким діапазоном знань у різних галузях у комплексному вивченні трудової діяльності, ось чому існування ергономіки повністю виправдане. Термін «ергономіка» був вибраний через те, що нова галузь знань не належить до жодної з наук, на основі яких вона розвивалась; крім цього, як будь-який термін, він має бути коротким, однозначним і поширюватися в інших країнах.

**Ергономіка** – галузь науки, що вивчає людину (або групу людей) та її (їхню) діяльність у конкретних умовах виробництва, і робота якої (яких) пов'язана з використанням машин (технічних засобів) з метою вдосконалення засобів, умов і процесу праці.

Виникнення ергономіки – це природний процес у розвитку наукових знань. У ході цього процесу поряд з диференціацією наук відбувається їх інтеграція, взаємопроникнення. Ергономіка виникла на межі технічних наук, психології, фізіології та гігієни праці. Всі вони, за винятком технічних, вивчають один об'єкт – людину в праці з різних точок зору, але користуються різними методами.

Метою ергономіки є розробка методів і принципів такого пристосування техніки до людини, такого підбору людини до техніки, щоб, додержуючись заданого рівня ефективності комплексу «оператор – машина – середовище», створити операторові найсприятливіші умови для виконання функціональних завдань, звільнити його від стомлюючих одноманітних, стереотипних і повторювальних дій, зробити його працю цікавою, творчою.

Характерною рисою ергономіки є нерозривність технічного і «людського» аспекту. Ергономіка може сягати певних успіхів на межі трьох наук: фізіології, психології праці й анатомії. Однак справжній її прогрес і практично цінність визначає рівень синтезу в ній «людського» й технічного аспектів. Тому *міждисциплінарні зв'язки ергономіки* є надзвичайно розгалуженими. Найближчою до ергономіки галуззю науки є *інженерна психологія*, що вивчає засоби взаємодії людини і машини з точки зору тих вимог, які машина пред'являє до психічних властивостей людини. Разом з тим, вивчаючи психічні процеси та

властивості людини, інженерна психологія формулює відповідно вимоги до параметрів машини.

Суттєву роль у раціоналізації трудової діяльності людини відіграє *психологія праці*, яка вивчає взаємозв'язок особистості з умовами, процесом і знаряддями праці. Оптимізація трудової активності людини не можлива без досліджень *фізіологія праці*. Створення найсприятливіших умов праці та забезпечення високого рівня стану здоров'я і працездатності людини вимагають також урахування даних *гігієни праці*. Основу для характеристики соматичних особливостей у всіх галузях трудової діяльності, для яких мають значення фізичні властивості людини, становить *антропологія*.

Ергономіка не здатна ефективно вирішувати поставлені перед нею завдання без тісних зв'язків із *соціальною психологією* і *суспільними науками*. Без цих зв'язків вона не може ні повноцінно розвиватись, ні правильно оцінювати та прогнозувати соціально-економічний ефект від упровадження розроблених нею рекомендацій. Розробка ергономічних рекомендацій і проектів має бути економічно доцільною. Тому при розробці ергономічних пропозицій необхідно серйозно враховувати соціально-економічні чинники.

Ергономіку можна розглядати як природничо-наукову основу *технічної естетики*, тому що врахування ергономічних факторів стало невід'ємною частиною всього процесу художнього конструювання промислових виробів.

Ергономіка – зовсім не гуманітарна наука. Це не філософія: розробка її специфічних проблем вимагає насамперед знань службових, а не філософських. Це і не класична технічна наука. Словом, ергономіка – це ергономіка.

Вивчення різнобічних зв'язків сприяє вирішенню головного завдання ергономіки, що полягає в розробці різних аспектів загальної теорії трудової діяльності людини в умовах сучасного виробництва, що є надзвичайно важливим для наукової організації праці. Аспекти наукової організації праці, які належать до системи «людина – машина – середовище», є основною практичною метою ергономіки.

Ергономіка – міждисциплінарна наука, яка отримує знання, методи дослідження і технології проектування з таких галузей людських знань і практики:

- ✓ інженерна психологія;
- ✓ психологія праці, теорія групової діяльності, когнітивна психологія;
- ✓ гігієна та охорона праці, наукова організація праці;
- ✓ антропологія, антропометрія;
- ✓ медицина, анатомія і фізіологія людини;
- ✓ теорія проектування, конструювання;
- ✓ теорія управління, інше.

Якщо узагальнити, то ергономіка тісно переплітається практично з усіма науками, що описують, моделюють систему «людина – машина – середовище», оскільки всі вони можуть мати спільні завдання.

Отже ергономіка – це наука, яка насамперед надає знання щодо організації ефективної праці людей, груп людей, які в процесі трудової діяльності використовують різноманітні технічні засоби та пристрої, працюють в інформацій-



них системах, а також – це зведення правил, законів розробки, проектування, моделювання нових виробів, зокрема техніки.

Підсумовуючи, зазначимо, що в ширшому значенні *ергономіка – наука, що вивчає закономірності організації взаємодії людини із техніко-економічним середовищем*. Ергономіка є міждисциплінарною наукою, оскільки досліджує елементи системи «людина – машина – середовище» та їх взаємозв'язки. Метою наукових розробок за цим спрямуванням є оптимізація діяльності системи в цілому, максимізація соціально-економічного ефекту, збереження здоров'я людини та безпека життєдіяльності.

## 1.2. Предмет, об'єкт і завдання ергономіки

Основним об'єктом досліджень ергономіки є система «людина – машина – виробниче середовище» (далі ЛМС). Під цією системою розуміють послідовність, яка включає людину (оператора) і сукупність технічних засобів, за допомогою яких здійснюється трудова діяльність.

Комплексний підхід, характерний для ергономіки, дає змогу одержати всебічне уявлення про трудовий процес і цим відкриває широкі можливості для його вдосконалення, основна мета якого – забезпечити сумісність «людини – техніки – виробничого середовища».

Головними проблемами питання, що розв'язує ергономіка, є: розробка основ правильного, розумного розподілу функцій між людиною і машиною в комплексі «оператор – машина – середовище» на основі глибоких усебічних досліджень та оцінок можливостей і обмежень оператора і машини; об'єднання людини і машини в єдиний оптимальний комплекс; вивчення структури діяльності оператора в системі керування; можливі підходи до моделювання психічних процесів, надійність оператора і всього комплексу «оператор – машина – середовище» методи дослідження його діяльності; оптимальне кодування інформації, що передається операторові; сенсомоторні реакції у процесі діяльності оператора; оперативне мислення, безпосередня, оперативна і стійка пам'ять; відбір і групова діяльність операторів.

Мабуть, можна визначити такі три кити цієї науки:

- ✓ Глибоке знання можливостей людини щодо використання техніки та розуміння того, що може дати техніка людині на сучасному етапі розвитку;
- ✓ Чіткий, оптимальний розподіл функціональних обов'язків між людиною і технікою для того, щоб уміти створювати єдиний «сплав» людини з машиною;
- ✓ Уміння «вижати» все з техніки, якою керує людина, правильно підібрати людину для керування машиною, підготувати її до професійної діяльності, максимально підвищити коефіцієнт корисної дії (ККД) машини.

Тому *першою* та головною метою ергономіки є підвищення ефективності системи ЛМС, яку розуміють як здатність системи ЛМС досягати визначеної мети у заданих умовах і з певною якістю. Зниження ефективності системи ЛМС свідчить про те, що вона не повною мірою виконує своє призначення. У цьому випадку її продуктивність і якість продукції виявляються нижчими від розрачу-

нкових, а матеріальні, енергетичні й технічні витрати для забезпечення її функціонування – вищими від запланованих.

Ефективність системи ЛМС неможлива без високої працездатності та надійності людини-оператора, які точно визначені в ергономіці й за забезпечення яких несе відповідальність ергономіст. Працездатність – властивість людини-оператора, що визначається станом фізіологічних та психічних функцій і характеризує його здатність виконувати певну діяльність з потрібною якістю та протягом потрібного інтервалу часу. Надійність – це властивість, що характеризує здатність людини-оператора безвідмовно виконувати діяльність протягом визначеного інтервалу часу за заданих умов.

Ергономіст повинен підтримувати трудові затрати людини-оператора при взаємодії з технічною системою на рівні, який дозволив би забезпечити оптимальну працездатність і надійність оператора. В одних випадках ці витрати необхідно знижувати за рахунок спеціального проектування діяльності оператора, в інших, навпаки, підвищувати їх, щоб підтримати готовність безпомилково та миттєво реагувати на аварійні ситуації.

*Другою* ціллю ергономіки є безпека праці. За трудовим правом охорона праці гарантує сукупність правових норм, що складають систему заходів, безпосередньо спрямованих на забезпечення здорових і безпечних умов праці.

До системи техніки безпеки належать служби техніки безпеки та виробничої санітарії у всіх галузях народного господарства. Нагляд і контроль за дотриманням законодавства про охорону праці здійснює Комітет України з нагляду за охороною праці. Крім нього цю роботу проводять профспілки через технічну інспекцію праці, місцеві держадміністрації, прокуратуру. Служба нагляду та контролю спирається на науково обґрунтовані, перевірені досвідом технічні вимоги, що, безумовно, забезпечують безпеку праці.

Аналіз установи, показує, що серед причин важких нещасних випадків 22 % доводиться на порушення технологічного процесу самими працівниками, 19 % – на грубе порушення правил техніки безпеки потерпілим, 16 % – на погану організацію робочого місця, 7 % – на неспроможність обладнання і 4,3 % – на погане навчання.

Діяльність людини-оператора стала настільки складною, що в її організації та виконанні сконцентрувались основні причини небезпечних помилок, що призводять до травм. У багатьох випадках дії людини-оператора стають небезпечними через неможливість їх правильного і своєчасного виконання, а також через те, що при проектуванні технічних пристроїв не враховувався людський чинник.

Діяльність людини в системі ЛМС є таким же предметом вивчення та проектування, як і її технічна частина. Ергономіст має брати до уваги: можливість психологічних процесів людини щодо прийому, переробки інформації та прийняття правильного рішення у конкретних умовах функціонування системи ЛМС; психічні властивості й особливості оператора, що виявляються у схильності до більш чи менш ризикованої поведінки; здатність людини працювати у стані втоми, емоційного стресу, психічної напруженості, монотонності.

*Третя* ціль ергономіки – забезпечення умов для розвитку особистості працюючого в процесі праці. Основним шляхом її досягнення є поступове органічне поєднання фізичної та розумової праці у виробничій діяльності, що містить:

а) послідовне підвищення змістовності праці всіх профілів та її інтелектуального наповнення на основі науково-технічної революції, зростання виробничого і науково-технічного потенціалу країни;

б) неухильне підвищення рівня загальноосвітньої та професійної підготовки всіх працюючих, що випереджувала б сьгоднішні потреби народного господарства в її розвитку;

в) залучення всіх працівників з урахуванням їхніх знань, інтересів і схильностей в управлінні виробництвом, громадськими справами;

г) створення оптимальних умов для поєднання професійної праці з технічною творчістю у виробничій та невиробничій обстановці.

Щоб уникнути негативних соціально-економічних і психологічних наслідків системи ЛМС, необхідно збільшувати обсяг інтелектуальних, творчих операцій під час роботи на ЕОМ, за верстатами з числовим програмним управлінням, у гнучких виробничих системах у результаті цілеспрямованої діяльності конструкторів та ергономістів.

Ергономіка спрямована на виконання таких завдань:

**економічні** – підвищення продуктивності системи в цілому та її активних елементів; раціоналізація трудового і виробничого процесів; підвищення якості та конкурентоспроможності продукції;

**психофізіологічні** – збереження здоров'я і працездатності людини; забезпечення максимальної адаптації людини до системи та комфортності, безпеки, змістовності її праці;

**соціальні** – забезпечення всебічного розвитку людини; формування дбайливого ставлення до навколишнього середовища та інших людей.

Теоретичні дослідження в ергономіці пов'язані з вирішенням практичних завдань, до яких належать:

1. Ергономічне забезпечення проектування систем ЛМС, що складається з аналізу трудової діяльності оператора, розподіл функцій між людиною і машиною, прогнозування чисельності обслуговуючого персоналу, обліку факторів середовища, визначення соціально-економічної ефективності нової системи ЛМС.

2. Розробка ергономічних основ експлуатації систем ЛМС, що спрямовані на досягнення соціальної однорідності праці, створення умов, за яких забезпечується розвиток особистості оператора, збереження його здоров'я та максимальної продуктивності праці.

3. Ергономічна оцінка якості системи ЛМС, що складається з установлення ергономічних вимог до об'єкта, його параметрів, ергономічних показників та їх оцінки.

*Предмет* ергономіка – трудова діяльність людини у процесі взаємодії з технічними системами та в умовах суттєвого впливу на неї факторів зовнішнього середовища.

Ергономіка займається комплексними вивченнями і проектуваннями трудової діяльності з метою оптимізації знарядь, умов і процесів праці. Оптимізація трудової діяльності й умов її здійснення, створюючи необхідні передумови для збереження здоров'я і розвитку особистості працюючих дозволяє досягати значного підвищення ефективності та надійності діяльності людини.

Основний *об'єкт* ергономіки – система «людина – машина – середовище». В інженерній психології вивчають систему «людина – машина», тобто систему, що складається з людини-оператора і машини, за допомогою якої оператор здійснює трудову діяльність; ергономіка також досліджує фактори зовнішнього фізичного, хімічного і соціального середовища, які суттєво впливають на ефективність діяльності системи ЛМС. «Людину-оператора» в ергономіці розуміють як людину, котра здійснює трудову діяльність, основу якої складає взаємодія з предметом праці, машиною та зовнішнім середовищем за допомогою інформаційної моделі й органів управління.

### 1.3. Методи дослідження в ергономіці

Методологічною базою ергономіки є системний підхід. На його основі можливе використання в ергономічному дослідженні методів різних наук, на межі яких виникають і вирішуються якісно нові проблеми вивчення систем ЛМС. При цьому відбувається певна трансформація методів, що приводить до нових методичних прийомів дослідження.

Ергономічний підхід до вивчення й оптимізації діяльності має свою специфіку. У методичному відношенні це виражається в таких принципових положеннях: по-перше, спрямованість ергономіки на проектування діяльності та її компонентів вимагає застосування не тільки експериментальних, а й апріорних проектувальних методів; по-друге, використання в ергономіці узагальнених показників активності, напруженості та комфортності діяльності передбачає застосування процедур отримання інтегральних критеріїв на основі системи часткових показників; по-третє, ергономічне дослідження або оцінка мають бути завжди систематичними, що здійснюються лише при одночасному використанні різних методів, які відображають взаємозв'язки між компонентами й основними властивостями систем ЛМС.

Методи досліджень в ергономіці умовно поділяють на дві групи: *аналітичні* (або описові) й *експериментальні*. У більшості досліджень вони тісно переплетені між собою і їх застосовують одночасно.

Кожне практичне завдання, яке постає перед ергономікою, піддають спочатку аналізу, з точки зору виявлення специфіки впливу людського чинника в даних умовах. Уміння кваліфіковано аналізувати виробничу діяльність (продуктивність праці, передовий досвід, умови праці, брак, плинність кадрів, характерні помилкові дії працівників, травматизм та ін.) – обов'язкова умова професійної діяльності фахівця у галузі ергономіки.

Будь-яке ергономічне дослідження має починатись з аналізу діяльності людини і функціонування системи «людина – машина – середовище». Його мета – визначення місця людини у процесі вирішення завдань у системі, загальна

психофізіологічна характеристика діяльності людини в ній, виявлення структури людських чинників, що впливають на ефективність роботи системи.

Залежно від конкретного завдання мета такого аналізу може бути різною. Якщо передбачається проведення експериментальних досліджень, то аналіз потрібний, як правило, для вибору адекватної моделі діяльності або окремих типів дій, а також для визначення конкретних завдань експерименту. Якщо потрібно провести експертизу системи ЛМС, то метою аналізу буде виявлення тих компонентів системи, за якими проводитимуть ергономічну оцінку. При розробці критеріїв і методів професійного відбору аналіз буде спрямований на виявлення властивостей особистості, які суттєво впливають на якість трудової діяльності.

Попередній функціонально-структурний аналіз діяльності проводять для обґрунтування мети, якій служать наступні ергономічні дослідження. Перехід до експерименту буде результативним тільки тоді, коли ґрунт для експерименту підготовлений детальним описом усієї сукупності чинників, що прямо або опосередковано стосується досліджуваної ергономічної проблеми. Вирушення поставлених у процесі попереднього аналізу завдань здійснюють у процесі експериментального дослідження. Використання експериментального методу служить для виявлення таких особливостей організації взаємодії людини з технічними засобами, які не виявляються безпосередньо у процесі аналізу.

Ергономіка використовує методи досліджень, що склалися у психології, фізіології, гігієні й охороні праці, у функціональній анатомії та соціології. Проблема полягає в координації різних методичних прийомів при вирушенні того чи іншого ергономічного завдання й у подальшому узагальненні та синтезі одержаних з їх допомогою результатів. У багатьох випадках цей процес приводить до створення нових методів досліджень у ергономіці, які відрізняються від тих методів, котрі використовують дисципліни, на межі яких вона виникла. Тому до цього часу чітка класифікація методів досліджень в ергономіці відсутня. Складність розробки такої класифікації пов'язана з тим, що вона має охопити всі сфери досліджень ергономіки, які ще остаточно не сформувались і продовжують швидко розширюватись.

За прийнятою в ергономіці класифікацією методів дослідження як класифікацію методів дослідження сучасного людинознавства всі методи поділяються на чотири групи.

До першої групи входять методи, які умовно називають *організаційними* або *підготовчими*. До них належить система методологічних засобів, що забезпечують комплексний підхід до дослідження. Він реалізується протягом усього дослідження, а його ефективність визначають за кінцевими результатами. Характерною рисою міждисциплінарних досліджень є не синтез результатів, одержаних на основі незалежних досліджень, а організація такого дослідження, у процесі якого синтезуються подання різних дисциплін.

До другої групи належать наявні *емпіричні* способи одержання наукових даних. Серед них: спостереження і самоспостереження; експериментальні методи (лабораторний, виробничий експеримент), діагностичні методики (тести, анкети, соціометрія, бесіди); прийоми аналізу процесів і продуктів діяльності

(хронометрія, циклографія, професіографічний опис, трудовий метод); моделювання (предметне, математичне, кібернетичне).

Третю групу методів складають способи *обробки* даних. До цих методів належать різні способи кількісного й якісного опису одержаної інформації.

У четверту групу методів входять різні способи *аналізу* одержаних даних та цілісного опису діяльності людино-машинних систем.

До методичного арсеналу ергономіки входить багато психофізіологічних методик: вимірювання часу реакції; психофізичні методики (визначення порогів і динаміки чутливості в різних модульностях); психометричні методи дослідження.

В ергономіці використовують відомі в соціології методи спостереження й опитування. Метод соціометричного дослідження міжособистісних відносин дозволяє вирішити цілий ряд актуальних питань: встановити факт переваги, вираженої індивідом відповідно до інших членів групи або колективу в певних ситуаціях, виразити взаємини між працівниками всередині груп.

### ***Запитання для самоконтролю:***

- 1. Що є об'єктом і предметом дослідження ергономіки?*
- 2. У чому полягають мета і задачі ергономіки?*
- 3. Охарактеризуйте основні методи, які використовуються в ергономіці.*
- 4. Розкрийте міжгалузеві зв'язки ергономіки.*
- 5. Хто і коли вперше запропонував термін «ергономіка»?*
- 6. Дайте визначення поняттю «ергономіка».*

Література [1, 5, 6].

## **Тема 2. Функціональний зміст праці та ергономічна характеристика трудової діяльності оператора**

### **План**

- 2.1. Зміст та етапи операторської діяльності.*
- 2.2. Зовнішні і внутрішні засоби діяльності оператора. Типи операторської діяльності.*
- 2.3. Ергономічний опис трудової діяльності.*
- 2.4. Специфіка діяльності і функціональних станів робітників залізничного транспорту.*

### **2.1. Зміст і етапи операторської діяльності**

У загальному вигляді діяльність оператора в автоматизованій системі управління (АСУ) визначають так: людина повинна сприймати й оцінювати

одержувану інформацію, приймати своєчасні та правильні рішення, здійснювати необхідну керівну (командно-виконавську) діяльність (дію), оперуючи при цьому відповідними органами управління.

Оператор позбавлений можливості безпосередньо спостерігати за об'єктами, якими управляє, і змушений користуватися інформацією, що надходить до нього по каналах зв'язку, тобто людина має справу не з реальними об'єктами управління, а з їх відображенням або інформаційними моделями.

Інформаційна модель – сукупність інформації про стан і функціонування об'єкта управління і зовнішнього середовища, тобто вона є тим джерелом інформації, на основі якого оператор формує образ реальної обстановки, проводить аналіз та оцінку ситуації, що склалася, і приймає рішення, які забезпечують правильну роботу системи. Фізично інформаційна модель реалізується за допомогою пристроїв відображення інформації.

Найсуттєвішою особливістю роботи людини з інформаційною моделлю є необхідність зіставлення відомостей, одержаних за допомогою приладів, екранів, табло, як між собою, так і з реальними об'єктами, якими управляють. Тому побудова адекватної інформаційної моделі – одне з найважливіших завдань конструювання системи управління у цілому. Якщо інформаційна модель відображає неадекватну обстановку або не дозволяє операторові швидко і точно сприймати необхідні дані, то вона не придатна. Інформаційні моделі сучасних АСУ в більшості випадків адекватно відображають об'єкти управління, але робота оператора з ними часто не відповідає вимогам точності й оперативності.

Діяльність оператора можна поділити на *чотири* основні *етапи*. Перший етап – *сприйняття інформації* – містить такі операції:

- виявлення об'єкта сприйняття;
- виявлення в об'єкті окремих ознак, що відповідають завданню, поставленому перед оператором;
- ознайомлення з виділеними ознаками;
- впізнавання об'єкта сприйняття.

Початковою фазою розвитку будь-якого акту сприйняття є виявлення. У реальній діяльності оператора виявлення рідко трапляється у чистому вигляді. Зазвичай одночасно з цією операцією виділяють в об'єкті окремі ознаки, такі як колір, яскравість, величина, форма та ін.

На другій фазі сприйняття з кількості виявлених ознак виділяють найбільш інформативні і тісно пов'язані із завданням оператора. У процесі ознайомлення з виділеними ознаками оператор встановлює зв'язки між окремими властивостями об'єкта сприйняття, пов'язує їх у єдину схему, формує власні системи еталонів, на основі яких він може впізнати об'єкт або ситуацію.

Другий етап – *оцінювання інформації*, її аналіз і узагальнення на основі раніше заданих або сформованих критеріїв оцінки. Оцінювання виконують на основі порівняння сприйнятої інформаційної моделі зі складеною в оператора внутрішньою образно-концептуальною (від слова «концепт» – поняття) моделлю обстановки (системи управління). Концептуальна модель – це результат усвідомлення оператором ситуації, що склалася, з урахуванням поставлених пе-

ред ним завдань. На відміну від інформаційної моделі, вона належить до внутрішніх психологічних засобів діяльності оператора.

У зміст образно-концептуальної моделі входять образи та моделі реальної і прогнозованої обстановки, знання сукупності можливих дій, пов'язаних з управлінням, а також уявлення про цілі та критерії функціонування системи, знання (відчуття) наслідків рішень, які приймають. Співвідношення елементів інформаційної моделі з образами й уявленнями, що входять до складу концептуальної моделі, є важливою ланкою переробки інформації людиною.

Головна складність, яка виникає на цьому етапі, пов'язана з проблемою ефективного кодування інформації. Для кожного типу завдань існують свої способи ефективного кодування. Експериментальні дослідження і досвід експлуатації АСУ дозволили виявити ряд категорій кодування, що відповідають певним завданням. Наприклад, завданню виявлення, або визначення, місця найкраще відповідає кольорове кодування, завданню впізнання – кодування умовними знаками, завданню визначення кількісних характеристик – цифрове кодування.

Оператор повинен мати можливість, здійснюючи мінімальну кількість запитів, одержувати інформацію про критичні (які вимагають негайного втручання) об'єкти.

Третій етап – *прийняття рішення* на основі проведеного аналізу інформаційної й образно-концептуальної моделі обстановки.

У деяких випадках завдання оператора визначають раніше заданим, відомим оператору алгоритмом рішення. При цьому акт рішення зводиться до вибору найкращого варіанта.

Процес прийняття рішення оператором ускладнюється, якщо ситуація не передбачена заданим алгоритмом рішення. У цьому випадку взаємодія оператора з інформаційною моделлю має вже дві цілі – постановку самого завдання і пошук способу його вирішення. Постановка завдання пов'язана зі спеціальним перетворенням інформаційної моделі. Тому треба створювати такі моделі, що максимально полегшували б сприйняття ситуації як проблемної. Оператор має також використовувати інформаційну модель для перевірки різних варіантів вирішення завдання. У процесі прийняття рішення оператор маніпулює перетвореною вхідною інформацією. Але від оператора вимагають формування образу, адекватного не тільки у реальній ситуації та конкретному завданню, що стоїть перед ним, а також і тим способам вирішення подібних завдань, які є у його пам'яті. Тому важливо вміти практично використати принцип узгодження інформаційної і концептуальної моделей при максимально можливому полегшенні умов діяльності операторів.

Четвертий етап – *виконання прийнятого рішення* за допомогою певної системи дій або видання відповідних розпоряджень.

Перші два етапи діяльності оператора умовно можна назвати інформаційним пошуком, який включає також і пошук проблемної ситуації, а останні два – об'єднують поняттям «обслуговування». У реальній роботі оператора не обов'язково наявні всі перераховані етапи. Може бути і різна їх послідовність. Деколи етапи настільки переплетені, що з них важко який-небудь виділити.



Виділяють низку чинників, які впливають на швидкість, точність і надійність роботи оператора і на тривалість кожного етапу.

Час першого етапу залежить від таких чинників, що визначають швидкість сприйняття. До них належать:

- а) тип індикації;
- б) види індикаторів (засобів відображення);
- в) кількість індикаторів;
- г) організація поля сприйняття;
- г) чинники зорової та звукової інформації (розмір і колір букв та цифр, яскравість, рівень шуму, гучність, темп подання).

Час другого етапу, тобто швидкість оцінки і переробки інформації, залежить від таких чинників:

- а) способів кодування;
- б) складності інформаційної моделі;
- в) обсягу відображення;
- г) динаміки зміни інформації.

Час прийняття рішення (час третього етапу) визначають такі чинники:

- а) тип завдання;
- б) кількість і складність умов;
- в) складність алгоритму рішення;
- г) кількість можливих варіантів рішення;
- г) контроль за виконанням рішення.

На четвертому етапі (етапі виконання прийнятого рішення) час виконання рішень визначається:

- а) кількістю органів управління;
- б) їх типами;
- в) способом їх розміщення;
- г) зручністю роботи з кожним окремим органом управління (розмір, форма, сила опору й ін.);
- г) сумісністю рухових операцій, які виконуються одночасно та послідовно. При видачі команд у мовній формі важливі чіткість, короткість, фонетичні характеристики. Від цього залежить не тільки час, а й ефективність передачі інформації.

Існує група загальних чинників, що впливають на ефективність діяльності оператора на всіх етапах. До них належать:

- а) загальне компонування робочого місця;
- б) характеристика навколишнього середовища;
- в) особливості взаємодії операторів між собою.

## **2.2. Зовнішні і внутрішні засоби діяльності оператора.**

### **Типи операторської діяльності**

Проектування засобів діяльності оператора – центральне завдання в інженерній психології, яка складає важливий розділ ергономіки як науки про трудову діяльність людей.

Завдання проектування операторської діяльності в автоматизованих системах полягає у тому, що проектування складних людино-машинних систем має здійснюватись комплексними зусиллями спеціалістів, серед яких інженерним психологам належить одне з провідних місць. Проектування людської діяльності має спиратись на фундаментальні психологічні дослідження і моделювання вищих психічних функцій – сприйняття, пам'яті, мислення (образного та понятійного). Ці функції є внутрішніми засобами, або психологічними інструментами діяльності. До них належать досвід, знання, програми і схеми поведінки, навички оператора, що у сукупності складають його професійні риси. На основі внутрішніх засобів діяльності формуються постійні й оперативні образно-концептуальні моделі, які лежать в основі процесу прийняття рішення та керівної діяльності оператора. Оператор, який використовує арсенал психологічних інструментів діяльності, спирається на зовнішні засоби, що надають йому конструктори систем. До зовнішніх засобів діяльності належать інформаційні моделі, які реалізуються на пристроях відображення інформації (екрани, табло, індикаторні прилади) й інші допоміжні засоби підготовки рішення, а також органи управління та засоби комунікації.

Таким чином, завдання проектування діяльності оператора і є завданням проектування узгоджених внутрішніх і зовнішніх її засобів і, у першу чергу, узгоджених концептуальних та інформаційних моделей, які б повністю використовували психологічні можливості оператора з прийому і переробки інформації та прийняття рішення.

Вирішувати завдання проектування засобів діяльності операторів можна тільки на основі знання про об'єктивну структуру діяльності і спеціалізацію типів операторської діяльності.

У системі «людина – машина – середовище» трудову діяльність необхідно розглядати у контексті зв'язків із засобами праці. Залежно від рівня розвитку техніки та праці вона поділяється на п'ять основних груп:

1. Робота, яку виконують працівники за допомогою автоматів, автоматизованих апаратів та установок;
2. Робота, яку виконують працівники за допомогою машин, верстатів, механізмів, апаратів, механізованого інструментарію;
3. Робота, яку виконують працівники руками при машинах і механізмах, доповнюючи своєю ручною працею роботу машин;
4. Робота, яку працівники виконують вручну або за допомогою немеханізованого інструменту, зайняті при машинах та механізмах;
5. Робота, яку виконують працівники з ремонту машин та механізмів.

Зважаючи на темпи автоматизації трудової діяльності, в ергономіці найбільшу увагу приділяють дослідженню саме першої групи робіт, яку виконують оператори. Серед операторської діяльності виділяють п'ять класів:

1. *Оператор-технолог* – у процесі роботи людина безпосередньо бере участь у технологічному процесі, працює здебільшого в режимі негайного обслуговування, здійснює переважно керівні дії, користуючись положеннями інструкцій (прикладом робіт можуть бути дії, що виконують оператори технологічних процесів, оператори автоматизованих ліній, оператори з прийняття і передачі інформації);

2. *Оператор-маніпулятор* – у процесі трудової діяльності працівник керує приладами, аналізує їхні параметри (оператори насосних станцій, оператори АЗС);
3. *Оператор-спостерігач* (контролер) – найпоширеніша група операторів, специфіка роботи яких полягає у тому, що вони приймають і аналізують інформацію, видають відповідно до ситуації певні розпорядження (прикладом посад будуть оператор радіолокаційної станції, диспетчер транспортної системи);
4. *Оператор-дослідник* – у процесі роботи працівник спостерігає за функціонуванням приладів і систематизує інформацію, робить відповідні висновки, практично, така особа в роботі більше використовує власний апарат мислення, а техніка є лише «виконавцем» завдань оператора або «помічником» (програмісти, шифрувальники, системні адміністратори та ін.);
5. *Оператор-керівник* – праця такої людини полягає у безпосередньому чи опосередкованому через канали зв'язку управлінні людьми – підлеглими, для чого важливо мати значний досвід, знання, відповідні здібності (керівники різних рівнів).

Робота операторів має ряд особливостей, чим вона відрізняється від трудової діяльності інших категорій працівників, одна з яких – режим роботи. У різних режимах технологічного процесу в системі оператор виконує свої функції, де управління, як правило, виконує автоматика. Розрізняють такі режими:

- ✓ у нормальних умовах, за добре налагодженого режиму установки людина за допомогою засобів відображення інформації спостерігає за процесом та роботою автоматики і не втручається в сам технологічний процес. Така праця притаманна операторам-спостерігачам, операторам – контролерам;
- ✓ в аварійних ситуаціях від оператора вимагається швидкість і точність дій. Часом у таких умовах праця оператора перетворюється на напівавтоматизовану чи механізовану. У процесі своєї трудової діяльності він отримує позитивний результат лише за умови адекватної оцінки ситуації і точного виконання сенсомоторних дій. Так, запуск і зупинка технологічного процесу за своїми властивостями подібні до аварійних ситуацій. Робота, притаманна операторам - маніпуляторам, може містити елементи роботи операторів - дослідників;
- ✓ у ситуаціях динамічних змін, коли показники системи перебувають у межах норми, але наближаються до критичних. Праця в таких умовах вважається складною, оскільки оператор має виконувати не лише функцію спостереження та контролю, а й провести певні маніпуляції, щоб стримати процес у межах норми та «змістити в стійку зону», тобто аналізувати інформацію, з'ясувати причини негараздів. Таку роботу можуть виконувати оператори - технологи, оператори-маніпулятори;
- ✓ програмування нового режиму роботи, який відрізняється від документованого. Працювати оператору в такому режимі буває заборонено спеціальними нормативами, але це ймовірно у разі, коли людина освічена, має великий досвід роботи в даній системі. У даному разі оператор може бути дослідником або керівником.

Узагалі, операторська праця характеризується такими особливостями:

1. Технологічний процес, яким керує оператор, відбувається з величезною швидкістю;
2. На деяких етапах оператор повинен опрацювати за короткий відтинок часу значні обсяги інформації;
3. У вище зазначених умовах праця оператора буває дуже напруженою;
4. Технологічний процес є досить складним, і відповідальність за помилки зростає;
5. Швидкі переходи від періодів очікування до часу напруженої роботи;
6. Переходи можуть бути неконтрольованими, ситуації можуть бути різноманітними;
7. Швидкі зміни зовнішнього середовища.

Усі названі особливості визначають складність роботи операторів. Візуально робота операторів характеризується такими ознаками: зосереджена, майже нерухома поза, погляд прикутий до приладів, невеликі зорові рухи в межах дошки з приладами, скупі, короткі, швидкі та точні рухи рук, чіткі мовні команди чи повідомлення, що подаються в умовних кодах (про емоційне напруження в такі періоди свідчить обличчя оператора). Інколи можна спостерігати тремор рук, зареєструвати прискорення пульсу, підвищення тиску й т. ін., а в бесіді з оператором почути розповіді про ілюзії, галюцинації, короткочасну непритомність, страхи.

Зазначимо, що в ергономіці обрано професію операторів для демонстрації та аналізу їхньої діяльності через те, що праця цієї категорії працівників якнайкраще розкриває зміст, сутність, характер роботи з інформаційними моделями. А взагалі з інформаційними моделями працюють і економісти, й інженери, й архітектори, і дизайнери. Операторами є і пілоти літаків, і капітани морських лайнерів, і водії автомобілів.

### **2.3. Ергономічний опис трудової діяльності**

Навіть проста праця є складною, й у ній можна виділити різні компоненти, або сторони, що перебувають у різних відношеннях. Ці компоненти та відношення вивчають із різних точок зору спеціальні науки, які у комплексі утворюють ергономіку. Так, з економічної точки зору вивчають необхідний та додатковий компоненти праці, вартість, витрати, прибуток. З технологічної точки зору досліджують матеріальні, енергетичні, а також фізичні, хімічні й інші перетворення предмета праці. У фізіології праці вивчають працездатність, енергетичні та нервово-психічні витрати організму людини і біомеханічні особливості трудових рухів. У психології праці основну увагу приділяють професійним властивостям особистості людини, психічним процесам, образно-понятійним довгочасним й оперативним концептуальним моделям, що формуються у людини в процесі праці. У науковій організації праці розробляють форми такої взаємодії матеріально-технічних, організаційних і людських компонентів, а також умов праці, за яких забезпечується висока продуктивність та якість праці. У соціоло-

гії праці вивчають існуючі форми праці і їх динаміку, забезпеченість кадрами й інші компоненти та відношення, притаманні праці як особливій соціальній системі.

В інженерній психології процес праці розглядають як циклічний процес прийому, переробки і видачі інформації, який здійснює людина-оператор за допомогою технічних засобів. Усі ці інженерно-психологічні описи входять до складу й утворюють основу ергономічного опису трудової діяльності.

Із психологічних позицій працю уявляють у вигляді двох взаємних планів: зовнішнього та внутрішнього. У зовнішньому плані перед дослідником-ергономістом праця передбачається як процес матеріальних, енергетичних й інформаційних взаємодій суб'єкта з предметом праці. Ці взаємодії знаряддями розгортаються відповідно до конкретної технології, організації та умов праці. У процесі технологічних перетворень предмета праці виготовляють різні продукти – об'єктивні результати праці, які поєднані в єдине ціле процесом праці. Описи існуючої праці використовують для її ергономічного оцінювання та вдосконалення при модернізації виробництва. Вони дають вихідні і порівняльні дані для ергономічного проектування нової трудової діяльності.

Ергономічний опис нової, ще не існуючої трудової діяльності, яка не має відповідних аналогів, уявляють лише як ергономічний проект цієї діяльності. Такий проект повинен розроблятися як частина проекту людино-технічної системи, за аналогією з технічним проектуванням. Цей проект має містити у собі конструктивний опис предмета, знарядь, процесу та суб'єкта праці, що дозволяють сформулювати вимоги, дати рекомендації і пропозиції розробникам, виготовлювачам і експлуатаційникам технічних компонентів системи праці, з одного боку, та працівникам систем профорієнтації, профвідбору і профпідготовки кадрів – з іншого.

Отже, ергономічний опис у вигляді проекту трудової діяльності повинен служити документом, який визначає й обґрунтовує з ергономічних позицій вибір усіх засобів для того, щоб забезпечити високопродуктивну працю і високу якість продукції.

Таким чином, основними компонентами ергономічних описів трудової діяльності є описи предмета, засобів, процесу та суб'єкта праці. Розглянемо ці описи докладніше.

#### ***а) предмета та засобів праці***

Предметом праці є стани якогось об'єкта – властивості речі або механізму, положення рухомої машини у просторі, значення сукупності параметрів технологічного процесу. Оскільки основна функція праці полягає у тому, щоб цілеспрямовано змінювати і підтримувати стан предмета, то його ергономічний опис має містити точний перелік початкових, проміжних та кінцевих (заданих) станів, а також тих законів, що зв'язують і дозволяють перетворювати та підтримувати всі ці стани. Особливе значення має опис «негативних» кінцевих станів предмета праці, таких як некондиційна продукція, брак, порушення технології.

В ідеалі ергономічний опис повинен відображати всі суттєві особливості станів і їх законів, які необхідні та достатні для забезпечення ефективної і якісної праці та для підготовки кваліфікованих суб'єктів даної праці. Тому на прак-

тиці описи доповнюють наочними зображеннями у вигляді рисунків, схем, макетів і зразків.

До засобів праці належать знаряддя, робоче місце й умови праці. Опис засобів праці має відображати їхню ергономічність, тобто сукупність властивостей та параметрів, відповідним чином пристосованих до людини як суб'єкта праці.

Так, інструмент можна охарактеризувати за призначенням, масою й особливостями користування ним (захвати, зусилля, робоча поза).

Робоче місце, насамперед, характеризують як індивідуальне або колективне і як зосереджене або розподілене у просторі робочого приміщення або території. Для зосередженого або для кожної позиції розосередженого робочого місця мають бути визначені та наведені в описі розміри, сенсомоторні зони, зіставлені з відомими ергономічними нормативами, характеристики перебування і маршрути переміщення суб'єктів праці, їхні основні та робочі пози. Опис потрібно проілюструвати схемами розміщення індивідуальних робочих місць і засобів колективного користування на колективному робочому місці. Усі ці ергономічні характеристики мають використовувати при паспортизації, атестації і раціоналізації робочих місць.

До умов праці перш за все належать фізичні параметри виробничого середовища на робочому місці – так званий мікроклімат. Але сюди треба включати кліматичні й екологічні особливості навколишнього середовища. До умов праці належать і організаційні характеристики праці: особливості розподілу та кооперації праці, розподіл функцій між людьми, між людьми і машинами, особливості підпорядкування та керівництва, міжособистісні відносини – тобто психологічний клімат. Сюди ж потрібно включити такі характеристики організації праці, як своєчасність надходження та втрати матеріальних, енергетичних, інформаційних та кадрових ресурсів, кваліфікації кадрів, особливості трудового виховання і професійної підготовки, а також особливості процесу праці з точки зору його змістовності, напруженості та небезпеки.

Ергономічний опис має відображати за можливості всі основні для конкретної праці перелічені особливості умов праці, причому відображати у співвідношенні з установленими нормами – гігієнічними й екологічними, психофізіологічними та соціально-психологічними, науково-організаційними і з техніки безпеки, інженерно-психологічними й та нормами з психології праці в особливих умовах. У конкретному ергономічному описі треба намагатись визначено і досить повно відобразити умови праці.

### ***б) процесу праці***

Процес трудової діяльності – це взаємодія, що повторюється у просторі та часі, працюючих людей між собою, зі знаряддями і предметом праці відповідно до технології й умов праці. У цьому зв'язку процес праці є поліструктурою і містить у собі структурні компоненти, що мають відобразитися в ергономічному описі. Причому опис повинен докладно відповідати на запитання: яка робота, ким, для чого, як, де і коли, за який час, за яких умов та як часто її виконують? Послідовність відповідей на ці запитання може бути й іншою. Варто спочатку навести опис складу та функцій первинного трудового колективу в

цілому, а потім функцій його членів окремо. Після цього перераховують завдання, які вирішує колектив або кожний його член, і проводять описи завдань. Потім характеризують режими роботи: пуск і зупинку, позаплановий і планово-попереджувальний ремонт обладнання. Проводять розподіл завдань за режимами роботи, розподіл цих режимів на тривалий період, логічні просторові схеми взаємозв'язків завдань і режимів, а також витрат часу на вирішення завдань і на роботу в кожному режимі.

В опис кожного завдання мають увійти всі характеристичні структурні компоненти процесу праці: зміст, логіка, просторові, часові та частотні характеристики.

Застосування різних способів вирішення трудових завдань людьми пов'язане як з індивідуальним стилем діяльності, так і з конкретними успіхами та невдачами у цій діяльності. В ергономічному описі потрібно описати не тільки один спосіб вирішення завдання. Необхідно ще й виявляти і наводити інші допустимі та, що особливо важливо, недопустимі способи вирішення завдань, що призводять до аварій, травм і поломок.

При ергономічному проектуванні нової діяльності доцільно починати її опис з окремих завдань, вирішення яких можна алгоритмізувати в інформаційній та параметричній формі. Сукупність таких завдань є «нечіткою» множиною. В ергономічному описі її замінюють чітким наближенням, яке може і має все більше уточнюватись в міру нагромадження досвіду експлуатації людино-технічних систем.

#### ***в) суб'єкта праці***

Суб'єктом праці може бути окремий працівник або колектив. Первинний колектив (ланка, екіпаж, поїзна бригада) – основний суб'єкт праці. Його ергономічний опис має містити відображення функцій первинного колективу в цілому і функцій кожного члена зокрема. Оскільки всі функції реалізуються шляхом вирішення колективних та індивідуальних завдань, то ці завдання повинен порівняти окремий працівник і група первинного колективу. При цьому потрібно відобразити підпорядкованість та супідрядність працівників, їх функціональні, тобто ділові, взаємодії у процесі роботи, загальну завантаженість, частотні, часові і просторові характеристики та структури взаємодій. Для цього в ергономічному описі використовують сіткові графіки і плани колективного робочого місця із зображенням просторової структури взаємодій, які супроводжуються поясненнями та кількісними даними.

В ергономічному описі суб'єкта праці важливе місце належить соціально- й індивідуально-психологічним особливостям первинного колективу та його членів. До числа перших належать соціальні потреби, групові мотиви, цілі й очікування колективу в цілому, міжособистісні відносини його членів, у т. ч. неформальні відносини, соціально-психологічний клімат у колективі, а також професійний рівень, що забезпечує взаємозамінність його членів, можливий творчий характер роботи, інтелектуальний потенціал та інші соціально-психологічні і соціально-економічні характеристики колективу. До числа індивідуально-психологічних особливостей членів колективу належать особисті потреби у праці та її результатах, особисті трудові і професійні мотиви та цілі очі-

кування, нахили, рівень і ширина кваліфікації, професійно важливі та протипоказані властивості, конкретні професійні знання й уміння, навички, у т. ч. у вирішенні колективних завдань, у способах взаємодії, особливості індивідуальної продуктивності праці. Індивідуальні особливості мають співвідноситися з колективними.

В ергономічному описі всіх указаних особливостей суб'єкта праці знаходять відображення, з одного боку, реальні властивості суб'єктів існуючої трудової діяльності, а з іншого – вимоги, яким повинен відповідати суб'єкт нової трудової діяльності, що проектується. З метою профорієнтації, профвідбору і профнавчання потрібні не тільки «позитивні», а й «негативні» моделі, тобто описи рис суб'єкта, явно не придатних для даного виду праці.

#### **2.4. Специфіка діяльності і функціональних станів робітників залізничного транспорту**

Професія поїзного диспетчера належить до такого типу операторських, головною рисою яких є координація роботи великого числа виконавців, які перебувають у більшості випадків на великій відстані один від одного, забезпечення виконання плану формування, графіка руху або іншого технологічного процесу. Диспетчери мають справу не з реальним об'єктом управління, як, наприклад, машиністи локомотивів, чи льотчики, а з оперативним образом. Команди, що отримують чи віддають диспетчери мають, як правило, мовний характер, зміст їх надзвичайно різноманітний, а головним засобом зв'язку є радіотелефонний чи селекторний зв'язок. Певна частина значимої для них інформації відображається на табло у вигляді мнемосхем з динамічно та автоматично змінними показниками.

Важлива особливість отриманих диспетчером повідомлень така, що повідомлення представлені у закодованому вигляді, або не мають всіх необхідних елементів. Тому інформація, яку сприймає диспетчер, повинна проходити декодування в голові. Наприклад, звідки надходить інформація, диспетчер впізнає по голосу того, хто розмовляє з ним, інші важливі елементи, яких немає у повідомленні, припускаються чи домірковуються.

Залежно від роботи, яку виконує диспетчер, він може бути більше чи менше завантаженим, але головним є те, що він не має права відлучитись від свого робочого місця навіть на короткий час, бо важлива інформація може надійти в будь-який момент, що потребує від нього швидкого прийняття рішення. У своїй роботі диспетчер керується як загальним планом на дану зміну, так і екстреними вказівками, які він отримує від керівництва під час роботи. Це стосується обмеження руху на певних ділянках залізниці через певні пошкодження, чи інші зміни у русі поїздів.

Диспетчер повинен добре уявляти собі фізичні (технічні, технологічні і навіть погодні) умови на всьому керованому ним об'єкті, а також мати уявлення про особистісні можливості виконавців його команд для того, щоб розпорядження реально виконувались та не призводили до суперечок. В той же час диспетчер повинен уміти взаємодіяти із своїми колегами – сусідами по технологі-



чному ланцюжку, досягаючи успішного виконання завдання на своєму об'єкті, а в разі необхідності бути спроможним допомогти іншому диспетчеру. Тому праця диспетчерського апарату пов'язана з двома видами напруженості – емоційною та операційною. Операційна напруженість виникає в результаті ускладнення завдання, емоційна – в результаті впливу на працівника від'ємних нервових подразників. Операційна напруженість диспетчера визначається кількістю різноманітної інформації, яку він отримує протягом зміни. При її оцінці необхідно враховувати темп і рівномірність надходження інформації, а також співвідношення корисних та другорядних повідомлень у потоці інформації.

Інформаційна напруженість поїзних диспетчерів (і робітників надійних професій – чергових по постах маршрутно-релейної централізації, енергодиспетчерів) на маршрутних ділянках досить велика. Загальна кількість операцій з прийому та передачі інформації (що вимагає постійного переключення уваги), сприйняття повідомлень і віддачі команд становить за 12-годинну зміну 1500 – 2500, тобто в середньому 2 – 4 за 1 хвилину. До диспетчера майже постійно надходять повідомлення про різні зміни експлуатаційного режиму на об'єкті, а це вимагає від нього швидкого прийняття найкращого рішення і своєчасного і точного виконання регуляційних заходів. Для цього йому необхідно мобілізувати творчі здібності, складну аналітико-синтетичну діяльність центральної нервової системи. Це пов'язано з великим навантаженням на органи відчуття, увагу, сприйняття, пам'ять, тобто з великою розумовою напругою.

Праця поїзного диспетчера вмщує в собі елементи творчості. Він повинен вирішувати нестандартні оперативні задачі, які потребують неординарного підходу бо весь час змінюються, а пошук і є творчістю. Кожне нове рішення неможливе без певного ризику, небезпеки помилитися. Проблема ризику відіграє велику психологічну роль у роботі поїзного диспетчера. Діяти творчо, ініціативно, з розумним ступенем ризику швидше буде диспетчер, який має авторитет, ніж той, який не користується повагою колег. Психологічне значення авторитету полягає у тому, що у робітників однієї зміни, у яких авторитетний керівник, відсутня невпевненість у невірності його дій. У той же час необхідність турбуватись про свій авторитет у підлеглих також відкладає відбиток на психологічну напруженість праці диспетчера.

Об'єктивним показником великої психологічної напруженості виступає той факт, що в години пік диспетчер здійснює велику кількість сумісних операцій, тобто одночасно слухає чи розмовляє по селектору, виконує певні маніпуляції на пульті та веде запис у журналі, чи заповнює виконаний графік руху. Емоційна напруженість пов'язана з дистанційним характером керуючої діяльності диспетчера, яка потребує у мозку створення адекватної просторово-часової динамічної інформаційної моделі керованого об'єкта; стохастичним характером змін процесу перевезень; ймовірним характером попереднього планування та екстраполяції поїзної ситуації; складністю і великою кількістю виконаних оперативних завдань; частотою прийняття та здійснення завдань при дефіциті часу, а також великою особистою відповідальністю. Диспетчери – це робітники, в яких у процесі виробничої діяльності, найсильніше розвинулись риси відповідальності за виконувану ними справу. Але в процесі робочої зміни різні

непередбачені обставини можуть виникати досить часто. Причиною цього виступає незадоволення або неточне виконання своїх обов'язків, або недисциплінованість певного підлеглого, що безумовно викликає негативну емоційну реакцію.

Технічні засоби, наприклад диспетчерська централізація, підвищують продуктивність праці, збільшують регулюючий вплив диспетчера на процес руху поїздів. Але при цьому збільшується і різноманітність виконуваних операцій, і ступінь їх сумісності: досить часто один вид діяльності переключається на інший, збільшуючи навантаження на зоровий аналізатор. Напруженість праці за таких умов значно збільшується, що робить діяльність диспетчера ще більш нервово-емоційною.

Психофізіологічні особливості діяльності диспетчера можуть бути не тільки описані, а й кількісно оцінені з допомогою граничнодопустимих норм діяльності, під якими розуміють максимальне значення певних психофізіологічних параметрів. Вихід за межі цих норм призводить до негативних наслідків у роботі чи погіршенню функціонального стану диспетчера. Граничнодопустимі норми виведені з урахуванням фізіологічних параметрів і параметрів інформаційного завантаження робітника. Для визначення граничнодопустимих норм завантаженості диспетчера враховують: коефіцієнт завантаженості, період зайнятості, довжину черги, час обробки інформації, швидкість її надходження. Коефіцієнт завантаженості ( $k_3$ ) розраховують за формулою:

$$k_3 = T_{\text{инф}} / T_{\text{см}}$$

де  $T_{\text{инф}}$  – загальний час, протягом якого диспетчер зайнятий обробкою інформації, що надходить до нього;  $T_{\text{см}}$  – тривалість чергування.

Відомо, що біля 25 % робочого часу диспетчеру надається для відпочинку. Тому  $k_3 \leq 0,75$ . Для ефективної роботи потрібно враховувати не тільки припустиму завантаженість, а й певне чергування періодів роботи і, оперативного спокою (відпочинку). Період зайнятості враховує час безперервної роботи (без пауз). За рекомендаціями науковців він не повинен перевищувати 15 хвилин.

Напруженість також може бути викликана низкою нових повідомлень, коли ще попередні повідомлення не повністю оброблені. При цьому суттєвим є як частота надходження повідомлень, так і їхня кількість. Якщо кількість нової інформації більша за оперативну пам'ять робітника, то можливе пропущення сигналів, виникнення помилок, поява оперативної напруженості. Середньостатистична пропускну спроможність людини становить 30 біт/с. Реальні її межі 1 – 5 біт/с.

Аналіз та узагальнення досліджень дозволяють зробити такі висновки про психофізіологічні особливості трудової діяльності поїзного диспетчера. Головний зміст цієї діяльності полягає у дистанційному керуванні експлуатаційною роботою об'єкта. Це напружена розумова праця творчого характеру з високою особистою відповідальністю за життя людей, збереженість вантажів та ефективним використанням технічних засобів при повній безпеці руху поїздів. Відповідальна робота поїзного диспетчера потребує від нього професійності, ініціативи, винахідливості, рішучості у діях та дисциплінованості. Трудовий процес висуває великі вимоги до довготривалої та оперативної пам'яті людини, її уваги, реакцій. Крім цього, цей вид діяльності є досить емоційно насиченим.

### **Запитання для самоконтролю:**

1. *Охарактеризуйте етапи діяльності оператора.*
2. *Які чинники впливають на ефективність діяльності оператора?*
3. *Перерахуйте типи операторської діяльності.*
4. *Розкрийте сутність ергономічного опису трудової діяльності.*
5. *Дайте характеристику складовим ергономічного опису трудової діяльності.*
6. *Розкрийте особливості роботи поїзного диспетчера.*

Література [1, 3, 6].

## **Тема 3. Проектування робочих місць у системі «людина – машина – середовище»**

### **План**

- 3.1. *Загальні ергономічні вимоги до робочих місць.*
- 3.2. *Робочі пози та положення людини.*
- 3.3. *Вимоги антропометрії та біомеханіки.*
- 3.4. *Вимоги до організаційно-технічного оснащення робочого місця.*

### **3.1. Загальні ергономічні вимоги до робочих місць**

Важливим завданням ергономіки є підвищення ефективності праці працівників системи «людина – машина – середовище». При цьому, як свідчать наукові та практичні дослідження, ефективність праці персоналу прямо пропорційно залежить від раціональності організації робочих місць.

Під робочим місцем розуміють зону, оснащену необхідними технічними засобами, у якій відбувається трудова діяльність виконавця або групи виконавців, що спільно виконують ту чи іншу операцію чи роботу.

Організацією робочого місця називається система заходів щодо оснащення робочого місця засобами і предметами праці та їх розміщення в певній послідовності в просторі.

За рівнем механізації робочі місця поділяються на автоматизовані, механізовані і робочі місця, де виконуються ручні роботи. Робочі місця поділяються також на індивідуальні та колективні. Залежно від спеціалізації робочі місця можуть бути універсальними, спеціалізованими, спеціальними.

В ергономіці, як правило, розглядають робоче місце людини – оператора автоматизованої системи управління, тобто найпоширенішої системи «людина – машина – середовище». Під робочим місцем оператора розуміють місце в системі «людина – машина – середовище», оснащене засобами відображення ін-

формації, органами управління та допоміжним устаткуванням, де відбувається трудова діяльність даного спеціаліста.

Залежно від функцій, що виконує оператор у системі, робочі місця класифікують:

- ✓ робоче місце оперативного керування (існує для виконання завдання управління, видачі команд, розпоряджень, та ін.);
- ✓ інформаційно-довідкове робоче місце (служує для запиту й отримання довідок про стан системи в цілому або її окремих ланок, а також для формування, передачі та прийому символної або графічної інформації);
- ✓ робоче місце ручного введення інформації (існує для оперативного введення символів чи графічної інформації);
- ✓ робоче місце функціонально-технологічного контролю (забезпечує оперативний функціональний контроль за станом технічних засобів і каналів зв'язку);
- ✓ робоче місце програміста ПЕОМ (служує для зв'язку з обчислювальними машинами, а також для налагодження машинних програм);
- ✓ комбіноване робоче місце (робоче місце змішаного типу із суміщенням функцій, які перераховані вище).

Проектуючи робоче місце, необхідно обов'язково враховувати специфіку трудової діяльності оператора та психофізіологічні, антропометричні, біомеханічні характеристики людини.

Просторова організація робочого місця – це заходи щодо розміщення в певній послідовності у просторі засобів та предметів праці з урахуванням антропометричних даних, вибору раціонального розміщення робочих зон, робочих поверхонь, фізіологічно раціональної робочої пози, а також проектування раціональних конструкцій засобів організаційного оснащення.

Взагалі, у конструюванні та організації робочих місць операторів рекомендовано враховувати такі основні ергономічні умови, що забезпечать:

- ✓ достатній робочий простір для працівника, що дозволяє робити всі необхідні рухи і переміщення під час експлуатації та технічного обслуговування устаткування;
- ✓ достатні фізичні, зорові та слухові зв'язки між працівником та обладнанням, а також між людьми в процесі виконання єдиного трудового завдання;
- ✓ оптимальне розміщення робочих місць у виробничих приміщеннях, а також безпечні та достатні проходи для працівників;
- ✓ необхідне природне й штучне освітлення для виконання трудових завдань, технічного обслуговування;
- ✓ дозволений рівень акустичного шуму і вібрації, що утворюються через роботу обладнання робочого місця чи іншими джерелами шуму та вібрації;
- ✓ оснащення робочих місць засобами захисту від впливу шкідливих речовин, виробничих факторів (фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних).

Урахування вищезазначених умов дозволяє запобігати швидкій втомлюваності працівників та знизити ймовірність виникнення стресових ситуацій і появи помилок у роботі операторів.

Уже доведено, що ергономічно організоване робоче місце, по-перше, раціональне й економічне з позицій втрати енергетичних сил людиною. По-друге, воно забезпечує швидкість, безпечність, простоту технічного обслуговування робочого місця в нормальних і аварійних умовах, По-третє, відповідає функціональним характеристикам роботи.

Важливими моментами, які необхідно врахувати для організації робочого місця, є такі:

- робоча поза;
- конфігурація та спосіб розміщення панелей індикаторів та органів управління;
- потреба в огляді робочого місця;
- необхідність використання робочої поверхні для писання або інших робіт, установа телефонних апаратів, іншої техніки, допоміжних засобів;
- простір для ніг та стоп при роботі сидячи.

Конструктивне рішення щодо організації робочого місця обов'язково має забезпечити оптимальність усіх зон досяжності моторного та інформаційного полів. Під інформаційним полем розуміють простір робочого місця з розміщеними засобами відображення інформації та іншими джерелами інформації, якими користується людина в процесі праці. Оптимальною зоною інформаційного поля називається та його частина, у якій забезпечується найкраще сприйняття інформації, при цьому враховують кут огляду, оскільки більшість інформації оператори сприймають очима. Рекомендуються такі параметри: кут огляду має становити 30–40° (по відношенню до горизонталі робочого місця та 0–30° (у вертикальній площині по відношенню до горизонталі (тобто максимум 15° вгору і 15° вниз від нормальної лінії погляду).

Проектування робочих місць також передбачає врахування динаміки рухів людини в процесі трудової діяльності, оскільки раціональна їх організація є фактором зниження втоми працівників, а, отже, підвищення продуктивності роботи, збереження досить високого рівня працездатності.

### **3.2. Робочі пози та положення людини**

У ході експериментів науковці з'ясували, що певні види робіт краще виконувати в певних робочих позах. Наприклад, точні (ювелірні) операції краще виконувати сидячи, а щось заточувати на верстаті – стоячи. Тому, проектуючи робоче місце, особливу увагу варто приділити визначенню домінуючої пози в роботі працівника.

У процесі трудової діяльності людина постійно може змінювати своє робоче положення. Відповідно до основ біомеханіки, положення тіла визначається його орієнтацією та місцезнаходженням у просторі, а також відношенням до опори. Якщо положення тіла людини зручне, то вона менше відчуває фізичне навантаження, менше втомлюється, менше втрачає енергії. Зручність, енерге-

тична раціональність роботи працівника залежить від характеристик положення тіла людини. Так, кожне положення характеризується певними умовами рівноваги. Рівновага визначається виходячи з розміру площі опори, знаходження центру тяжіння по відношенню до площини опори. Крім того, будь-яке положення тіла людини характеризується певним взаєморозміщенням ланок опорного апарата, ступенем напруженості м'язів, положенням внутрішніх органів, станом серцево-судинної та дихальної систем.

Вибір робочого положення залежить від тих зусиль, які витрачає людина у процесі виконання трудових операцій, розмахом рухів, необхідністю переміщення в просторі або концентрації роботи в одному місці, точністю та темпами виконання трудових операцій.

Кожне положення має різні пози. Поза – взаємовідносне розміщення ланок тіла, незалежне від орієнтації та місцезнаходження тіла в просторі та по відношенню до опори. **Робоча поза** – це основне положення працівника в просторі: зручна робоча поза має забезпечувати стійкість положення корпусу, ніг, рук, голови працівника під час роботи, мінімальні затрати енергії та максимальну результативність праці.

Розрізняють такі робочі пози: стоячи, сидячи, лежачи, сидячи – стоячи.

Найпоширенішими у процесі праці є пози «сидячи» і «стоячи». При проектуванні робочого місця потрібно враховувати, що при виконанні роботи з фізичним навантаженням бажана поза «стоячи», а при малих зусиллях – «сидячи».

Робоча поза «стоячи» вважається найприроднішою для людини, оскільки рівномірно розподіляється навантаження на все тіло, до того ж розміщення внутрішніх органів та їх кріплення більше пристосовані до вертикального положення тощо. У цій позі людина має ширше поле для зорового стеження, більшу рухомість усіх частин тіла. Проте довго стояти важко, тому що таке положення характеризується нестійкою рівновагою. Опорою в даному разі є поверхня, на якій людина стоїть; порівняння площі стоп, що стикаються з опорою, і простору, замкненого між ними, свідчить про важкість утримування рівноваги всього тіла. Крім того, робоча поза «стоячи» характеризується статичним навантаженням на обмежену кількість м'язів. А це свідчить, що дана група м'язів швидко втомлюється й немає можливості розслабитися, набратися енергії. Фізіологи рекомендують, аби уникнути швидкої втоми, не вдаватися до фіксованої пози, частіше її змінювати, робити короткочасні перерви для відпочинку або зміни навантаження на інші групи м'язів. Нормальною робочою позою в положенні «стоячи» вважають таку, за якої людині не треба робити нахили вперед більше ніж на 15°. Нахилитися назад і в боки також небажано. Робоча поза «стоячи» призводить до більшого стомлення, ніж «сидячи». На одну й ту саму роботу вона вимагає на 10 % більше енергії, призводить до підвищення артеріального і венозного тиску крові, розширення вен на ногах, пошкодження ступень, викривлення хребта.

Робоча поза «сидячи» має певні переваги перед положенням «стоячи». По-перше, зменшується статичне навантаження на хребет, менше сил необхідно витрачати організму для підтримання ваги тіла, меншими стають наванта-

ження на органи кровообігу – все це знижує енерговитрати організму (в середньому на 10–20 % порівняно з позою стоячи). Проте тривала робота в такій позі також призводить до патологічних явищ: розслаблюються м'язи живота і тазового дна, зміщуються міжхребетні диски. Крім того, така поза зменшує рухомість і силові можливості людини, обмежує простір для зорового спостереження. Щоб уникнути негативних явищ, фізіологи рекомендують обладнувати відповідні робочі місця ергономічними засобами сидіння, раціонально розміщувати предмети праці (з урахуванням змінених меж зон досяжності), робити перерви для зміни пози й динаміки навантажень на різні групи м'язів. Для роботи операторів у положенні сидячи рекомендовані такі параметри робочого простору: ширина – не менше 700 мм, глибина – не менше 400 мм, висота робочої поверхні над підлогою – 700–750 мм. Під робочою поверхнею необхідно передбачити простір для ніг: висота – не менше 600 мм, ширина – не менше 500 мм, глибина – не менше 400 мм. За необхідності огляду робочого місця його висота не повинна перевищувати 1200 мм.

Робоча поза «сидячи – стоячи» дозволяє змінювати групи м'язів, що несуть статичне навантаження. Основні її характеристики збігаються з вище викладеними.

Робоча поза «лежачи» допускається лише у виняткових ситуаціях. Пояснюється це тим, що в даному положенні різко знижуються моторні функції людини, сенсомоторна координація, зона зорового сприйняття. Виконання робочих операцій у цьому положенні характеризується сильним статичним навантаженням, адже людині необхідно додатково виконувати дуже важку роботу щодо підтримання голови (підтримання голови збільшує статичне напруження м'язів шиї та плечових суглобів за несприятливих біомеханічних умов). Щоб зменшити негативний вплив зазначених явищ, рекомендується для обладнання відповідних робочих місць передбачати спеціальні конструктивні пристрої, які полегшують роботу в даному положенні (наприклад, опори для голови та шиї).

Як зазначалося, робочі пози відображають певне положення тіла в просторі. У літературі розглядають кілька видів робочого простору: відкритий, закритий та обмежений. У відкритому просторі людина перебуває в положенні стоячи, у закритому – сидячи та в обмеженому – лежачи. На рис. 1 зображено основні положення людини в просторі, їх антропометричні дані (об'ємно-просторова характеристика), які необхідно враховувати, розташовуючи технологічне обладнання, яке він обслуговує, тощо. Так, у разі виконання ручних операцій в оптимальній зоні моторного поля необхідно розміщувати найважливіші пристрої, органи управління та ті, які дуже часто використовуються; у зоні легкої досяжності моторного поля розміщують ті засоби праці, пристрої, якими часто користуються; у загальній зоні досяжності моторного поля розміщують ті органи управління, які рідко використовують у роботі. Крім того, існує тенденція, що робочу позу сидячи обирають, якщо трудова діяльність характеризується як легка, що не вимагає вільного переміщення у просторі, а також як робота середньої важкості у випадках, коли це передбачається технологічним процесом.

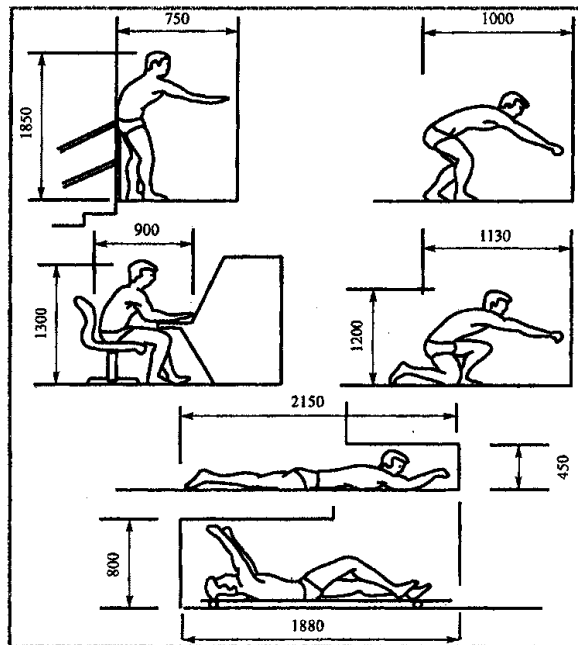


Рис. 1. Мінімальні розміри простору, який займає людина у різних положеннях і позах

Важливими факторами для встановлення робочої пози є висота робочої поверхні, відстань об'єкта від очей, кут зору, зоровий фокус, розміри простору для ніг. Усі чинники повинні розглядатися у взаємозв'язку. Варто зазначити, що деякі з них можна регулювати (наприклад, висоту робочих поверхонь), якщо правильно спроектувати обладнання і робоче місце, то це полегшить пристосування людини до робочого місця.

### 3.3. Вимоги антропометрії та біомеханіки

Для того, щоб забезпечити оптимальність вибору робочої пози, розмірів робочих зон і розмірів (відстаней) взаємного розміщення різних пристроїв, елементів системи, необхідно враховувати антропометричні та біомеханічні вимоги.

До антропометричних та біомеханічних вимог відносять такі, що пов'язані з визначенням відповідності технічних засобів, просторової організації робочого місця показникам динаміки зміни розмірів тіла людини під час переміщення всього тіла або його частин у просторі (динамічні розміри), діапазону рухів у суглобах та з урахуванням правил економії рухів. Варто зазначити, що правила економії рухів були розроблені Герцбергом, і передусім стосувалися раціоналізації трудових рухів, тобто сприяли підвищенню ефективності організації праці робітників. Пізніше ці правила були поширені й на роботу операторів, оскільки їхня діяльність також має чимало спільних рис, характеристик, як праця робітників, що виконують фізичну роботу. Зміст правил економії рухів такий:

- ✓ у разі роботи обома руками їхні рухи мають бути по можливості одночасними, симетричними і протилежними за напрямком. Це означає, що в розробці трудових операцій обов'язково необхідно враховувати та включати найбільш



«легкі» і прості прийоми їх виконання, адже в разі, коли людина виконуватиме роботу одночасно обома руками, то м'язи рук швидко втомляться через напруження, особливо, якщо необхідно буде робити кожною рукою рухи, що не є синхронними. У процесі організації робочого місця це правило враховується так: усі необхідні індикатори, органи управління розміщуються в тій послідовності, яка визначається алгоритмом роботи та розподілом «сфер впливу» кожної руки оператора;

✓ рухи, що проектуються, мають бути простими, плавними, заокругленими. Зрозуміло, що виконання трудових рухів людиною пов'язане із витратами меншої кількості енергії, якщо рухи будуть природними, плавними (такими, що не суперечать здоровому глузду та в межах нормальних можливостей середньостатистичної особи). До того ж, різкі рухи сприймаються нервовою системою як больові, ризиковані; їхня наявність підвищує рівень травматизму роботи. Наприклад, якби працівник-фрезерувальник, виконуючи певні операції, робив різкі рухи (підводячи різець), то, зважаючи на особливості будови й функціонування нервової системи (час сприйняття сигналу і реакція на нього мають певний інтервал), існує велика ймовірність рефлекторних дій, які менш осмислені і чіткі, що можуть призвести до травми (поранення різцем) або до неточного визначення параметрів зрізу (неякісної роботи). Для організації робочих місць дане правило враховується так: 1) за необхідності встановлення норм виконання операцій, рухів визначаються оптимальні часові характеристики; 2) розміщуватися предмети праці повинні так, щоб враховувати дуги рухів людини (вони заокруглені);

✓ траєкторія робочих рухів не повинна виходити за межі робочої зони. Ми вже говорили, що найпродуктивнішою є робота, що виконується в межах зон досяжності, адже тоді витрачається менше енергії, оскільки не робиться зайвих рухів. У процесі організації робочих місць це правило реалізується за умов ергономічного просторового розміщення всіх елементів системи, технічних пристроїв та їх елементів; рухи повинні відповідати анатомічній структурі тіла і здійснюватися за можливості в зоні зорового контролю. Більшість інформації оператор на робочому місці сприймає через зір, тому неможливість контролювати показники датчиків ускладнює або взагалі унеможлиблює його роботу. Також, якщо робота вимагатиме виконання несприятливих з анатомічних позицій дій, то людина швидше за все взагалі не зможе нічого зробити або покалічить себе. Рухи, що є відповідними антропометричній структурі тіла, – це такі, які мають спрямованість, динаміку, природні для людини. Ефективна організація робочого місця передбачає, що правило враховують, розміщуючи індикатори, датчики, а також у разі проектування робочих рухів;

✓ рухи мають бути не лише простими, а й ритмічними. Найприроднішими вважаються ритмічні рухи. Так, коли необхідно вгамувати маленьку дитину, її ритмічно колисають. Аритмічні рухи можуть дезорієнтувати людину, вони вимагають посилення уваги, швидко виснажують нервову систему, тому їх слід уникати. Крім того, ритмічні рухи швидше запам'ятовуються людиною, що дозволяє підвищити продуктивність її праці. Дане правило реалізується через проектування робочих рухів та операцій;

✓ рухи мають бути звичними для працівника. Звичними рухами є такі, що не потребують переосмислення й посилення уваги та координації, здебільшого рефлексорні, такі, що постійно виконуються людиною, є природними. Це правило також враховується за необхідності проектування робочих операцій, дій та рухів;

✓ необхідно створити умови, за яких для подолання слабких опорів використовувалися б малі м'язові групи, а в разі існування значних перешкод могли включитися в дію великі групи м'язів. Практична реалізація даного правила є такою. Наприклад, поставлено завдання перемістити ручку керування з одного положення в інше, тобто існує легкий опір. У даному разі краще застосовувати силу м'язів кисті рук. А якщо необхідно керувати певним пристроєм, то можна використати чи групу м'язів руки та передпліччя, чи ніг. Так, приводити в дію велосипед ми будемо тим, що крутитимемо педалі, чи механічну швейну машинку – рукою (ручний привід) або ногами (ножний привід). Зрозуміло, що такий розподіл навантажень на різні групи м'язів диктується фізіологічними властивостями, енергетичними можливостями, раціональністю. У процесі організації робочого місця врахування цього правила є важливим, позаяк необхідно правильно розмістити у просторі різні пристрої, органи управління тощо;

✓ з метою зменшення м'язової роботи повинна максимально використовуватися кінетична енергія об'єкта роботи. Безперечно, чим менше людина витрачає енергії, тим довше зберігається її висока працездатність, що можливо за умови зменшення навантаження на м'язи. Яскравим прикладом зменшення навантаження на м'язи та використання кінетичної енергії об'єкта є перевезення візочка. У разі, коли ви його штовхатимете (будете позаду об'єкта), ви легше пересуватиметеся порівняно з тим, якби тягнули його за собою. Пояснення просте. По-перше, другий варіант є менш природним з погляду оцінки тих рухів, що ви виконуватимете. По-друге, за законами фізики, вектори вашого руху та руху об'єкта збігатимуться, тож менше потрібно докладати сил, аби пересуватися. Також цей прийом часто використовують борці східних єдиноборств. У процесі організації робочих місць дане правило враховують у разі проектування приміщень, а також для організації трудових процесів.

Визначаючи антропометричні дані для конкретного робочого місця, обов'язково досліджують антропометричні ознаки. З поміж антропометричних ознак виокремлюють класичні та ергономічні розміри. Ергономічні, у свою чергу, можуть бути статичними та динамічними. Ергономічними називають розміри тіла, які можуть слугувати основою для визначення розмірів різних об'єктів конструювання (приміщень, техніки, інструментів тощо). Такі розміри вимірюються в різних положеннях і позах, що імітують робочі пози та положення. Класичні розміри – такі, що характеризують загальний фізичний стан людини: зріст, вагу, пропорції різних частин тіла. При цьому для отримання ергономічних розмірів не допускається складання простих класичних, оскільки отримані результати відрізнятимуться у бік збільшення порівняно з реальними (вимірними безпосередньо на практиці) на 5–10 см.

Як правило, ергономічні розміри складаються з декількох. Частина цих розмірів біологічно нерівнозначні, оскільки можуть належати до різних анато-

мічних систем людини (м'язи, кістки). Ергономічні розміри мають менші межі відхилень за різними групами населення порівняно з класичним.

Статичні антропометричні ознаки – це розміри тіла, виміряні одноразово у статичному положенні людини (яка зберігає незмінною позу протягом процедури вимірювання). Статичні антропометричні ознаки поділяються на розміри окремих частин тіла та габаритні розміри. Їх обов'язково враховують для визначення розмірів робочого місця та діапазонів регулювання параметрів деяких елементів робочого місця. Габаритні розміри – це максимальні розміри тіла в різних його положеннях і позах, орієнтованих у різних площинах. Вони вимірюються за максимально віддаленими одна від одної точками. Габаритні розміри використовують для визначення мінімально необхідного простору для працівника в системі з урахуванням усіх можливих його поз і положень у процесі трудової діяльності, а також для визначення розмірів проходів.

Динамічні антропометричні ознаки – це розміри, що змінюють власну величину під час переміщення частин тіла і (або) всього тіла людини в просторі. Ці ознаки характеризуються кутовими та лінійними переміщеннями. До них належать кути обертів у суглобах та лінійні зміни одного й того самого розміру (ефект руху тіла) у вигляді максимального його збільшення чи зменшення під час переміщення частини тіла в просторі. Динамічні антропометричні ознаки необхідно визначати для розрахунків амплітуд робочих рухів та для проектування сенсомоторного поля.

Підсумовуючи, зазначимо, що ефективність роботи людини на робочому місці максимально залежить від урахування антропометричних та біомеханічних показників, оскільки дозволяє тривалий час зберігати працездатність людини на високому рівні.

### **3.4. Вимоги до організаційно-технічного оснащення робочого місця**

Досвід засвідчує, що проектуючи будь-яке робоче місце, особливу увагу приділяють технологічному (розміщення і вибір необхідних пристроїв, інструментів, машин) та організаційному оснащенню (робочі меблі, засоби сигналізації та зв'язку, засоби освітлення, підставки, пристрої для прибирання робочих зон тощо). Оснащення робочого місця передбачає облаштування місця роботи працівника спеціальними технічними засобами, які входять до складу робочого місця. Всі вони поділяються на кілька груп (табл. 3.1).

Технологічне оснащення насамперед має відповідати характеру виконуваних завдань і забезпечувати постійну роботу (без простоїв) протягом робочої зміни. Вимоги до технічного оснащення обумовлені таким завданнями:

- ✓ досягнення заданої технологічним процесом продуктивності праці та якості робіт;
- ✓ можливості виконання за допомогою одного пристрою декількох технологічних операцій;
- ✓ максимальній економії робочого часу у процесі виконання операцій;

- ✓ легкості встановлення, закріплення та зняття предмета праці, скороченню й за можливості виключенню монотонних рухів;
- ✓ безпечності роботи за можливості без застосування індивідуальних засобів захисту.

**Таблиця 3.1. Технічні засоби, що входять до складу робочого місця**

<b>Групи технічних засобів</b>	<b>Технічні засоби</b>
Засоби відображення інформації	Блоки відображення інформації на електронно-променевої трубки, різного типу табло, мнемосхеми, електролюмінесцентні індикатори, графобудівники тощо
Пульти (органи) управління	Пульти з елементами (органами) управління, сигналізації та контролю, клавіатура, перемикачі, тумблери, різні датчики і т. ін.
Засоби зв'язку та передачі даних	Телефонні, телеграфні, радіотелеграфні, відеотелефони та інші апарати
Інформаційно-логічні пристрої	Логічні елементи і функціональні вузли, запам'ятовуючі пристрої і т. ін.
Пристрої енергопостачання	Блоки енергопостачання, стабілізатори тощо
Конструктивні елементи	Шафи, столи, підставки і т. ін.
Засоби сигналізації	Спеціальні індикаторні та сигналізаційні пристрої, зумери, дзвінки тощо
Допоміжні пристрої	Указки, лампи, скло, інші спеціальні пристрої

Для операторів основними предметами технічного оснащення є індикатори та органи управління.

Вибір та конструювання засобів відображення (індикаторів) для робочого місця буде ергономічним за умови врахування низки загальних принципів:

- ✓ інформація, що надходить до оператора, має бути лише в тому обсязі й відповідати за змістом тим завданням, що поставлені перед працівником;
- ✓ інформація має бути деталізованою й точною у межах потреб оператора;
- ✓ форма представлення інформації має відповідати знанням, уявленням людини та бути придатною для подальшого використання.

Зазначимо, що всі індикатори, з якими працює оператор, необхідно згрупувати й розмістити один відносно одного так, аби не порушувати послідовності роботи з ними (маршрут) або функціональних зв'язків елементів системи. Загальним правилом є послідовне розміщення індикаторів у межах груп зліва направо або згори донизу. Також рекомендовано, щоб поверхня індикатора була в площині нормальної лінії погляду, не відхилялася від неї більше як на 45° (рис. 2).

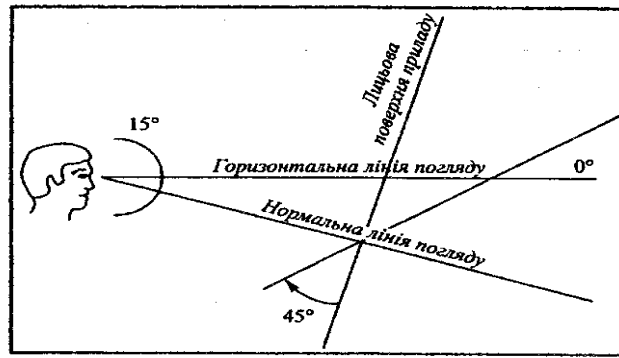


Рис. 2. Розміщення «лицьових» поверхонь приладів

Індикатори, якими користуються найчастіше, а також найважливіші необхідно розташовувати в оптимальній зоні видимості, в межах кута  $15^\circ$  від нормальної лінії погляду.

Мінімальна відстань між очима та індикаторами, за якими спостерігають, має становити 30 см, а рекомендована – не менше 50 см. Для індикаторів радіолокаційної інформації рекомендована відстань спостереження – 40 см, а в разі спостереження за слабкими сигналами – до 25 см.

Для знакової та буквено-цифрової інформації, що відображається на екранах електронно-променевих трубок, рекомендовані такі параметри: висота знака – не менше 3,5 мм за відстані спостереження 60–70 см; ширина знака –  $3/4$  його висоти; міжзнакова відстань –  $1/3$ – $1/2$  висоти знака; відстань між рядками – не менше  $3/4$  висоти знака.

Дуже часто на практиці використовують індикатори, що підсвічуються (панелі з написами, лампочки-індикатори та ін.). Якщо таке має місце, то враховують те, що яскравість індикатора повинна перевищувати рівень освітлення зовнішнього середовища не менше як на 10 %, але не більше як на 300 %. Контраст яскравості відображення на індикаторі має бути не менше ніж 50 % (відносно фону).

Ми вже говорили, що інформація кодується (передається у вигляді) не лише формами, знаками, а й кольорами (як правило, використовують червоний, жовтий, зелений та білий кольори). При цьому, використовуючи їх, важливо дотримуватися таких загальноприйнятих стандартів:

- червоний колір застосовують у разі передачі повідомлення про заборону, неможливість виконання операції або сигналу про несправність системи, помилки, така інформація вимагає підвищеної уваги операторів;
- миготливий червоний колір – використовують для передачі сигналу про аварійний стан системи (при цьому тривалість спалахів та інтервалів між ними має бути однаковою);
- жовтий колір – застосовують у разі, коли необхідно передати інформацію-застереження, тобто такі дані вимагатимуть особливої уваги оператора;
- зелений колір – вказує на те, що система нормально функціонує, або готова до роботи (в робочому стані);
- білий колір – застосовують для того, щоб сповістити, що система виконує певну операцію, працює в нормальному режимі.

Інформацію можна кодувати у вигляді звуків, тоді передаватися і прийматися вона буде слуховими індикаторами. Ці індикатори конструюють так, щоб вони не спричиняли незручності операторові та щоб руки працівника залишалися вільними (здебільшого поза межами інформаційного (зорового) поля).

Важливими технічними пристроями оснащення робочого місця є органи управління. Вони забезпечують реалізацію рішень, які приймає оператор. Прикладом органу управління є засоби ручного введення інформації (клавіатура), засоби, що дозволяють «викликати» інформацію для відображення на відповідному пристрої, що забезпечують встановлення вимірюваних величин, а також такі, що впливають на виконавчі органи об'єктів керування (кнопки «пуск», «зупинка» роботи механізму, перемикання режимів роботи).

Обираючи варіант щодо конструкторського рішення та розміщення органів управління, слід керуватися такими загальноприйнятими принципами:

- ✓ жодна рука не повинна бути перевантаженою – для цього планомірно визначають послідовність і межі фізичного навантаження на руки й з урахуванням цих даних розміщують та обирають ті чи інші типи органів управління;
- ✓ робота руками має бути легкою – це означає, що всі органи управління, пов'язані між собою певною послідовністю дій, згруповані й якими працюють одночасно, мають розміщуватися в зоні оптимальної досяжності в одному секторі чи по одній лінії: зліва направо чи згори донизу;
- ✓ у зоні легкої досяжності розміщують ті органи управління, які є найважливішими (такі, що найчастіше використовуються в процесі трудової діяльності чи їх використання вимагає посиленої уваги, відповідальності тощо);
- ✓ розташування ідентичних органів управління має бути уніфікованим – тобто, якщо різні робочі місця мають у складі схожі за функціональним призначенням органи управління, то вони розміщуються в однакових секторах робочого місця, що полегшує працю операторів (їм не потрібно витрачати зайвий час на запам'ятовування нового розташування однакових груп органів управління на різних робочих місцях);
- ✓ рекомендованою кольоровою гамою для забарвлення органів управління є чорний або сірий, однак, якщо робота пов'язана із читанням, кодуванням складної інформації, то бажано використовувати червоний, зелений, жовтогарячий і білий кольори (синій, як правило, використовують за потреби в додатковому кольорі).

Оскільки робота оператора часто пов'язана зі зчитуванням інформації, то органи управління розташовують у секторі поруч із групою відповідних індикаторів. Водночас руками людина не повинна закривати індикатори, коли використовує органи управління. Прикладом функціонально правильного розташування органів управління та індикаторів є дисплеї. У даному разі індикатором буде екран дисплея, а органи управління (кнопки керування настроюванням різних технічних характеристик екрана та його вмикання/вимикання) – поруч, як

правило, знизу. У складніших системах групи функціонально близьких індикаторів та органів управління окреслюють добре помітними лініями.

Організація робочого місця вимагає також маркування органів управління, індикаторів та інших елементів обладнання, що їх необхідно знаходити, розпізнавати, якими маніпулюють у роботі. Маркування не потрібне лише для тих органів управління чи обладнання, призначення яких є зрозумілим для оператора.

Для того, щоб зробити правильне маркування (напис), рекомендують враховувати такі параметри:

- ✓ точність ідентифікації;
- ✓ час, передбачений для розпізнавання напису чи іншої реакції оператора;
- ✓ відстань, з якої має читатися інформація;
- ✓ рівень освітленості та кольорові характеристики освітлення;
- ✓ важливість функції, до якої належить напис;
- ✓ необхідність уніфікації маркувань у кожній системі та між системами.

Враховуючи вимоги стандартів, усі написи повинні розміщуватися горизонтально, щоб їх можна було легко читати зліва направо. Вертикальні написи з читанням їх згори донизу можна використовувати лише тоді, коли інформація є несуттєвою, не впливає на ефективність та безпечність роботи людини в системі, або коли простір (розмір панелі) дуже обмежений. Зрозуміло, що кожен напис не повинен закриватися іншим або перекриватися. Написи мають бути чіткими й контрастними, не закриватися органами управління чи індикаторами, розміщуватися в зоні нормальної лінії погляду.

Якщо органи управління чи індикатори функціонально згруповані, то написи розміщують над ними. Якщо використовується лінія-розмежування, то над нею згори та по центру роблять необхідні написи (часом одразу під лінією).

Усі написи мають бути короткими, змістовними та однозначними. Під час їх написання рекомендують використовувати загальноприйняті скорочення чи такі, що є зрозумілими для операторів, обслуговуючого персоналу; не робити інтервалів між літерами, писати лише великими літерами.

Будь-які написи оператор має без зайвих зусиль читати на відповідній відстані й за визначеного для робочого місця рівня освітлення. Для цього варто враховувати таке:

- ✓ за рівня освітленості, вищого від 10 лк, рекомендують робити написи чорного кольору на світлому тлі;
- ✓ висота букв і цифр визначається відстанню спостереження й умовами освітлення; на відстані 70 см рекомендують такі параметри знаків: для важливих написів за слабого освітлення (затемнені приміщення) – 4–8 мм, за достатнього освітлення – 3–5 мм, для звичайних написів за будь-якого рівня освітленості приміщення – 2,5–5 мм;
- ✓ ширина букв і цифр має становити  $\frac{3}{5}$  їхньої висоти, за винятком цифри «1», ширина якої дорівнюватиме товщині обвідки, і широких букв, як то «М», «Ш», ін., ширина яких становить  $\frac{4}{5}$  їх висоти;

- ✓ товщина обвідки чорних знаків на світлому фоні має дорівнювати 1/6 їхньої висоти; в умовах адаптації до темноти товщина обвідки світлих знаків на темному фоні має становити 1/7–1/8 їхньої висоти;
- ✓ мінімальна відстань між знаками має дорівнювати товщині обвідки, а мінімальна відстань між словами – ширині одного знака.

Крім технічного оснащення, необхідно значну увагу приділяти й організаційному оснащенню робочого місця.

Організаційне оснащення передбачає максимальне використання уніфікованих елементів і бути максимально простим. Як правило, елементи організаційного оснащення є вмонтованими в корпусі обладнання.

Конструкція та габаритні розміри організаційного оснащення визначаються такими факторами:

- характер і вид робіт, що їх виконує на робочому місці людина;
- особливості організації виробництва (методи робіт, спеціалізація робочих місць, змінність роботи та ін.);
- склад і кількість пристроїв, інструментів, необхідних для роботи на даному робочому місці;
- асортимент і характер матеріалів, деталей, які обробляють тощо.

Крім того, конструкція організаційного оснащення повинна передбачати:

- ✓ обмеження типів і розмірів організаційного оснащення;
- ✓ зручність зборки, ремонту, прибирання;
- ✓ можливість секційного збирання;
- ✓ окреме збереження документів, ріжучих, вимірювальних, допоміжних інструментів, а також спеціальних пристроїв і предметів з догляду робочого місця;
- ✓ перепланування й переміщення перегородок, ложементів у ящиках тумбочок, столів, верстаків тощо;
- ✓ легкість і безшумне переміщення висувних і поворотних елементів організаційного оснащення, обладнання їх фіксуючими пристроями.

Основним принципом вибору та розміщення елементів організаційного оснащення є їхня зручність і безпечність у використанні, забезпечення максимальної ефективності роботи операторів з органами управління, індикаторами, іншими головними пристроями робочого місця. Кількість елементів організаційного оснащення визначається умовами праці та обсягом виконуваних робіт працівником.

Наведемо приклад вимог до організаційного оснащення робочого місця спеціаліста. Найпоширенішим елементом організаційного оснащення робочого місця оператора є робоче сидіння. Його проектування спирається на стандарти, відповідно до яких робоче місце для тривалої роботи в положенні «сидячи» має включати такі обов'язкові елементи: сидіння, спинку для стільців; сидіння, спинку та опору для ліктів для крісел. Додатковим елементом робочого крісла може бути опора для голови. Підставки для ніг рекомендуються для всіх видів робіт, що пов'язані зі збереженням пози «сидячи» тривалий час. Крім того, місце сидіння має не лише підтримувати основну робочу позу, а й не створювати



перешкод робочим рухам, враховувати необхідність зміни положення тіла (спинка може відхилитися), забезпечувати відпочинок.

Загальні ергономічні вимоги встановлено ГОСТом 12.2.049-80 «Обладнання, виробниче. Загальні виробничі вимоги».

Організація робочого місця передбачає:

- правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні;
- вибір ергономічно обґрунтованого робочого положення, виробничих меблів з урахуванням антропометричних характеристик людини;
- раціональне компонування обладнання на робочих місцях;
- урахування характеру та особливостей трудової діяльності.

Загальні принципи організації робочого місця:

- на робочому місці не повинно бути нічого зайвого. Усі необхідні для роботи предмети мають бути поряд із працівником, але не заважати йому;
- ті предмети, котрими користуються частіше, розташовують ближче, ніж ті предмети, якими користуються рідше;
- предмети, котрі беруть лівою рукою, повинні бути зліва, а ті предмети, які беруть правою рукою, – справа;
- якщо використовують обидві руки, то місце розташування пристосувань вибирається з урахуванням зручності захоплення їх двома руками;
- робоче місце не має бути зашаржене заготовками і готовими деталями;
- організація робочого місця повинна забезпечувати необхідну оглядовість.

Створення сприятливих умов праці і правильне естетичне оформлення робочих місць на виробництві має велике значення як для полегшення праці, так і для підвищення його привабливості, позитивно впливаючою на продуктивність праці.

### ***Запитання для самоперевірки:***

1. *Назвіть особливості робочого місця оператора.*
2. *Охарактеризуйте ергономічні напрями організації робочого місця оператора.*
3. *Дайте критичну оцінку роботи людини в положенні «стоячи».*
4. *Чим привабливою є робота в положенні «сидячи»?*
5. *Поясніть правила економії рухів.*
6. *Які основні ознаки враховують, конструюючи робочі місця?*
7. *Дайте характеристику вимог до технологічного оснащення робочого місця.*
8. *Які вимоги ергономіка висуває до організаційного оснащення робочого місця?*
9. *Поясніть принципи конструювання та розміщення органів управління.*
10. *Як правильно маркувати оснащення?*

Література [1, 4, 5, 6].

## Тема 4. Виробниче середовище як елемент системи

### План

- 4.1. Фактори виробничого середовища та їх вплив на здоров'я і працездатність людини.
- 4.2. Атестація робочих місць.
- 4.3. Забезпечення сприятливих умов праці в системі.

#### 4.1. Фактори виробничого середовища та їхній вплив на здоров'я і працездатність людини

Виробниче середовище – це середовище, де людина здійснює свою трудову діяльність.

Стан здоров'я і рівень працездатності працівників великою мірою залежать від виробничого середовища, в якому відбувається трудова діяльність. Виробниче середовище безпосередньо впливає на продуктивність праці. У несприятливих умовах виробничого середовища працівник не тільки виконує трудові дії, а й зазнає додаткового навантаження на організм у зв'язку з необхідністю виконувати фізіологічну роботу з метою пристосування до тих чи інших факторів.

Під виробничим середовищем розуміють взаємопов'язаний комплекс технічних, технологічних та організаційних факторів, які впливають на енергетичні затрати, нервово-м'язову і психічну діяльність працівника, його здоров'я та продуктивність праці.

Найважливішими **факторами виробничого середовища є фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні**, які за певних умов можуть бути небезпечними і шкідливими для здоров'я працівників. Небезпечними і шкідливими називаються фактори, які при контакті з організмом людини у випадку порушення вимог безпеки можуть викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами, як у процесі праці, так і у віддалені періоди життя сучасного та майбутнього поколінь.

До групи фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів належать: забрудненість і загазованість повітря, підвищена або знижена температура, підвищений рівень шуму і вібрації, підвищений або знижений атмосферний тиск, рух і вологість повітря, іонізація повітря, недостатнє освітлення, підвищена яскравість, знижена контрастність.

Група хімічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів представлена загальнотоксичними, подразнюючими та канцерогенними речовинами.

Групу біологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів становлять мікро- та макроорганізми.

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори пов'язані з фізичними та нервово-психічними перевантаженнями працівника.

Фактори виробничого середовища справляють як прямий, так і опосередкований вплив на стан, продуктивність та якість роботи працівника. Наприклад,

прямий вплив шуму виявляється у створенні перешкод для спілкування працівників, прийому звукових сигналів, а також у пониженні гостроти слуху. Опосередкований вплив шуму виявляється в погіршенні пам'яті і концентрації уваги, зниженні швидкості сенсомоторних реакцій, в негативних емоційних станах працівників.

Вплив факторів виробничого середовища залежить від їхньої фізичної суті, сили і тривалості дії.

За характером впливу на організм працівника фактори виробничого середовища поділяють на дві групи:

- ✓ адаптивні;
- ✓ неадаптивні.

До адаптивних належать фактори, до яких організм людини може в певних межах пристосуватися шляхом мобілізації енергії для переборення їхнього негативного впливу. Знижена працездатність відновлюється завдяки запровадженню перерв на відпочинок та реалізації фізкультурно-гігієнічних заходів.

До неадаптивних належать фактори виробничого середовища, які справляють незворотний вплив на організм людини (промисловий пил, промислові отрути, канцерогенні та іонізуючі речовини, випромінювання).

Зі збільшенням сили впливу фактора підвищується реакція тієї функціональної системи, яка підтримує рівень регуляції найбільш важливих для організму функцій. Щодо діяльності, то за рахунок другорядних її параметрів підтримуються на достатньому рівні основні параметри роботи.

Завдяки компенсаторним механізмам організму можливе підтримання працездатності на попередньому рівні, незважаючи на дію фактора. Однак компенсаторні можливості організму мають певні межі і зменшуються по мірі збільшення сили і тривалості дії фактора. Саме цими межами визначається допустимий час дії того чи іншого фактора.

Фактори виробничого середовища мають як фізіологічні, так і психологічні межі. Фізіологічна межа характеризується такими нормативами, перевищення яких потребує припинення роботи. Психологічна межа характеризується певними нормативами, перевищення яких викликає у працівника відчуття дискомфорту.

Якщо дія фактора триватиме понад допустимий час, то у стані здоров'я працівника наступить погіршення і знизиться його працездатність. Звідси випливає необхідність нормування факторів виробничого середовища і підтримання їх на належному рівні, тобто створення сприятливих умов праці.

Під умовами праці розуміють сукупність елементів виробничого середовища, які впливають на функціональний стан і працездатність людини, її здоров'я, розвиток, ставлення до праці та ефективність виробництва.

Факторами умов праці є:

- **психофізіологічні** – обумовлюють фізичні та нервово-психічні навантаження на працівника, монотонність, темп і ритм роботи;
- **санітарно-гігієнічні** – визначають загальний стан виробничих приміщень, санітарно-гігієнічну обстановку на робочих місцях, наяв-

ність (відсутність) шкідливих і небезпечних виробничих факторів, санітарно-побутове обслуговування працівників;

- **естетичні** – сприяють формуванню у працівників позитивних емоцій;
- **соціально-психологічні** – характеризують взаємовідносини, стиль і методи керівництва, участь працівників в управлінні організацією, рівень мотивації і ставлення до праці.

На сучасному етапі відмічається загострення проблем у сфері умов праці. Це зумовлено тим, що значна частина працівників зайнята або у шкідливих умовах, або фізичною важкою та монотонною працею. Збільшується застосування хімічних і біологічних речовин та нових, маловивчених видів енергії. Разом з тим медичні нормативи розроблені лише для 1,2 тис. речовин (менш ніж для 1 % широко застосовуваних хімічних компонентів). Обслуговування складної техніки та об'єктів підвищеної небезпеки збільшує психофізіологічне напруження працівників, що виявляється у збільшенні серцево-судинних і психічних захворювань. Широке впровадження гнучких виробничих систем, що працюють під контролем електронно-обчислювальних машин, дисплейної техніки, форми адаптації людини до яких не вивчені, супроводжується підвищенням інтенсивності та монотонності праці і, як наслідок, захворюваннями м'язової, нервової, серцево-судинної систем, психічними розладами, лазерним та іншим опроміненням.

Серед причин **несприятливих умов праці в Україні** варто назвати такі:

- ✓ невідповідність значної частини техніки санітарно-гігієнічним нормам, ергономічним або технічним вимогам безпеки;
- ✓ моральний і фізичний знос більшості функціонуючого обладнання;
- ✓ соціально-трудова відносина щодо умов праці не стимулюють роботодавців до покращання виробничого середовища.

У зв'язку з цим значні кошти витрачаються на пільги і компенсації працівникам, які працюють у несприятливих умовах.

Оцінка умов праці на виробництві здійснюється шляхом прямих вимірювань параметрів виробничого середовища і зіставлення їх з нормативами, а також шляхом контролю за функціональним станом, працездатністю і здоров'ям працівників.

**Умови праці** залежно від кількісних характеристик елементів виробничого середовища можуть бути оптимальними, допустимими, несприятливими та шкідливими.

Оптимальними вважаються умови, які не завдають ніякої шкоди здоров'ю більшості працівників протягом декількох десятків років.

Допустимі умови праці не завдають шкоди здоров'ю працівникам певного віку і статі протягом багатьох років за умови їхнього медичного відбору на основі списку протипоказань та забезпечення систематичного нагляду.

Несприятливі умови праці, не будучи причиною явних професійних захворювань, викликають під час роботи значні напруження фізіологічних систем, погіршують самопочуття працівника, збільшують тривалість відновлювального

періоду, знижують опірність організму до захворювань, не пов'язаних з характером професійної діяльності.

Шкідливими вважаються умови праці, при яких у певної частини працівників, що пройшли медичний відбір, протягом кількох років виникають професійні захворювання.

Отже, створення сприятливих умов праці забезпечує збереження високої працездатності і здоров'я працівників, сприяє розвитку творчої ініціативи та підвищенню ефективності праці.

Основними елементами умов праці на виробництві є мікроклімат виробничих приміщень, шум, вібрація, стан повітряного середовища, електромагнітні поля, іонізуючі випромінювання, освітлення тощо.

Варто зазначити, що діяльність людини в умовах виробництва обумовлена видом трудової діяльності й умовами виробничого середовища.

З погляду фізіології праці трудову діяльність людини можна умовно поділити на фізичну та розумову.

Фізична діяльність визначається в основному роботою м'язів, до яких у процесі роботи посилено припливає кров, забезпечуючи надходження кисню та виведення продуктів окислення. При цьому відбувається витрата енергії.

За величиною енерговитрат роботи поділяють на три категорії: легкі, середньої важкості та важкі. Першу і другу категорії, своєю чергою, поділяють на відповідні групи (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Категорії робіт за величиною загальних енерговитрат організму (ДСН 3.3.6.042-99)

Категорія робіт	Характеристика робіт	Енерговитрати	
		Ккал/год.	Вт
<b>Легкі</b>			
Ia	Виконуються сидячи та супроводжуються незначними фізичними напруженнями	до 120	139
Iб	Виконуються сидячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням	121–150	140–174
<b>Середньої важкості</b>			
IIa	Роботи, пов'язані з постійним ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів у положенні стоячи або сидячи з незначними фізичними напруженнями	151–200	175–232
IIб	Роботи, пов'язані з ходінням і переміщенням вантажів до 10 кг	201–250	233–290
<b>Важкі</b>			
III	Роботи, пов'язані з постійним переміщенням і перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, що вимагають значних фізичних зусиль	понад 250	понад 290

Згідно з цією класифікацією, до легких віднесено розумові та нервово-емоційні роботи. Насправді важкість цих робіт визначається не стільки м'язовими, скільки нервовими навантаженнями. Тому розподіл робіт на групи за показниками енергозатрат має обмежене використання і стосується в основному фізичної праці.

Розумова діяльність людини визначається головним чином участю в трудовому процесі центральної нервової системи та органів чуття.

Порівняно з фізичною діяльністю при окремих видах розумової діяльності (робота операторів ЕОМ та ін.) напруженість органів чуття зростає в 5–10 разів. Послідовна комп'ютеризація виробничих процесів призводить до того, що основними функціями працівників є сприйняття та переробка інформації на основі виконання операцій з документами. Людина-оператор стає складовою ланкою системи «людина – техніка». Така праця характеризується великим навантаженням на органи чуття, вищі психологічні функції – пам'ять і мислення, вимагає зосередженої уваги та вольових зусиль, що посилює нервово-емоційне напруження.

Важливою ознакою розумової праці є те, що виконавцеві немає потреби інтенсивно використовувати м'язову енергію, а програма його дій складна й динамічна. Розумова праця вимагає напруження уваги, активізації пізнавальних функцій – мислення, пам'яті, уваги.

При інтенсивній та довготривалій роботі може настати зниження працездатності – втома і перевтома.

Утома – це зниження продуктивності й діяльності через втрату енергетичних ресурсів організму людини.

Дослідження працездатності показало, що в перші дві години продуктивність праці зростає, досягає максимального рівня, а потім поступово знижується. Монотонна, нецікава робота призводить до того, що втома настає раніше, ніж у тих випадках, коли робота зацікавлює людину.

Унаслідок накопичення втоми і хронічного перевантаження виникає перевтома.

За наявності хронічної перевтоми:

- знижується працездатність;
- погіршуються якість і продуктивність праці;
- знижується опір організму до інфекцій;
- зростає ймовірність захворювання серцево-судинної системи;
- збільшується кількість помилок і браку в роботі.

#### ***Заходи щодо зменшення втомленості***

Втомленість – це процес зниження працездатності та тимчасове знесилення працівника.

Розрізняють первинну втомленість, яка швидко створюється, і вторинну, яка наростає за тривалий час роботи. Характерною рисою первинної втомленості є відносно швидке відновлення функцій організму після роботи. Хронічна перевтомленість супроводжується відчуттям втоми ще до початку роботи, зниженням інтересу до роботи, порушенням сну, зменшенням опору інфекціям, схильністю до простудних захворювань.

Заходи щодо боротьби з утомленістю передбачають розроблення оптимального режиму праці та відпочинку з годинною обідньою перервою і додатковими короткочасними перервами на 5–10 хвилин для відпочинку.

На втомленість людини дуже впливає монотонність праці.

**Монотонність** – це психологічний стан людини, викликаний одноманітним сприйняттям або працею.

Розрізняють монотонність, що виникає через інформаційне перевантаження одних і тих самих нервових центрів (наприклад, робота на конвеєрі), і монотонність, що виникає через брак нової інформації (наприклад, тривале спостереження за приладами й очікування важливого сигналу). Внаслідок перевантаження інформацією, так само, як і при її недостатності, людина втрачає інтерес до роботи, з нетерпінням чекає закінчення зміни. Це негативно впливає на рівень травматизму й аварійності.

Для того, щоб уникнути монотонності при проектуванні технологічних процесів, треба кожній операції надати змістовності. Рекомендується об'єднати малозмістовні операції в більш складні й різноманітні, переводити робітника з однієї операції на іншу, встановлювати додаткові перерви для відпочинку по 5–10 хв. Через кожну годину встановлювати змінний режим роботи конвеєра, вдосконалювати естетичне оформлення, застосовувати функціональну музику.

На сучасному підприємстві багато виробничих процесів пов'язано з напруженою розумовою працею, що супроводжується значним нервовим навантаженням. Тривала робота в таких умовах може призводити до нервових і серцево-судинних захворювань. Такі захворювання, як кардіосклероз, атеросклероз, частіше трапляються у працівників розумової праці. Заходи профілактики перевтомлення при розумовій праці такі самі, як і при фізичній.

Для безпеки праці важливо так організувати виробничі процеси, щоб виключити стресові ситуації. При стресах різко мобілізуються функції організму: слух, зір, напруження м'язів. Це реакція організму на виникнення надзвичайних, екстремальних ситуацій. Важливо, щоб в аварійних умовах стрес не став причиною неправильних дій людини. Отже, потрібно навчати працівників таким діям в екстремальних та аварійних умовах, які б при стресах не перешкоджали їм виконувати свої професійні обов'язки. Для цього варто проводити навчання і тренування на тренажерах з імітацією різних аварійних ситуацій. В інструкціях з охорони праці потрібно вказувати дії персоналу в таких умовах тощо.

Трудова діяльність людини відбувається в певних умовах, які залежать від факторів виробничого середовища, тому одним із завдань ергономіки є вивчення їх впливу на функціональний стан і працездатність людини. Фахівці з ергономіки розробляють програми захисту людей від дії шкідливих чинників виробничого середовища та поліпшення умов праці, засоби захисту від негативних факторів.

Фізіолого-гігієнічна класифікація факторів, які можуть впливати на оператора в системі «людина – машина – середовище», включає такі групи:

- ✓ електричні фактори (електричне поле, контактна різниця потенціалів, атмосферний електричний струм – ступінь іонізації повітря);
- ✓ радіаційні фактори (іонізуючі, теплові, радіочастотні випромінювання);

- ✓ метеорологічні фактори (температура, вологість, швидкість руху повітря);
- ✓ бароакустичні фактори (атмосферний тиск і його перепади, шуми звукового діапазону, інфра- та ультразвук);
- ✓ механічні фактори (прискорення, вібрація, аперіодичні коливання, штовхання, тряска).

У процесі проектування системи «людина – машина – середовище» орієнтуються лише на оптимальні для життєдіяльності та працездатності параметри фізичних і хімічних факторів. Проте нині це не кожного разу можливо, тому як мінімум необхідно дотримуватися санітарних норм, закріплених законодавством.

Основними чинниками, які утворюють дискомфортні метеорологічні умови у виробничих приміщеннях, є підвищена чи низька температура повітря, променева енергія, часто разом із високою вологістю й інтенсивним рухом повітря.

Підвищена та низька температури є чинниками, що можуть призвести до летального кінця: відхилення температури тіла людини за межі вище  $43^{\circ}$  проковує денатурацію (розклад) білка, а нижче  $25^{\circ}$  – зниження інтенсивності обмінних процесів до незворотного рівня.

Відхилення від нормальної температури поділяють на місцеве та загальне. У разі місцевої дії тепла з великою інтенсивністю у людини виникають неприємні відчуття, біль, знижується працездатність. Якщо людина отримує опіки, то залежно від їх важкості вона може померти, перебувати в стані шоку. Тривале сильне перегрівання знижує фізичну та розумову працездатність. Людина не може сконцентруватися, зменшується швидкість виконання дій і рухів, важче приймаються рішення, з'являються розлади координації; виникають симптоми задишки, перебоїв у роботі серця, шуму у вухах, запаморочення. Отримуючи «тепловий удар», людина може взагалі знепритомніти.

Негативно впливає на організм людини не лише саме перегрівання, а й надмірне потовиділення призводить до негативних змін в обмінних процесах. Так, посилене потовиділення (понад 5 л за добу) протягом 3–4 днів поспіль призводить до порушення водно-солевого обміну. Велика втрата солей за інтенсивного потовиділення спричиняє зневоднення тканин організму, при цьому поглинання простої води у великій кількості лише прискорює процес вимивання солей. Вимивання солей, зокрема кальцію, калію, хлористого натрію, порушує регуляцію м'язів тіла (підвищується тонус, виникають судоми), відтак збільшується в'язкість крові, зростає розпад білка тканин. Адаптивно реагуючи, організм починає посилювати вентиляцію легенів та прискорює перекачування крові, підвищується артеріальний тиск. Усе це унеможлиблює продуктивну працю, збільшує ймовірність прийняття помилкових рішень.

Переохолодження не менш важко переноситься організмом людини. Залежно від рівня місцевого переохолодження воно може або викликати зниження тактильної (дотикової) чутливості, ускладнення виконання операцій, або призвести до порушення кровопостачання тканин, підвищення хворобливої чутливості переохолоджених органів, а також невралгії, радикулітів чи обморо-



ження тощо. Водночас наслідком обмороження можуть стати незворотні порушення у всіх видах тканин, зокрема кісткової.

Загальна дія холоду викликає переохолодження всього організму. Людина стає млявою, апатичною. Адаптивною реакцією організму на тривалу дію холоду є розвиток дрімотного стану, подібного до наркотичного сну, з подальшим пригніченням дихальної та серцевої діяльності, зниженням внутрішньої температури тіла. Зазначимо, що найшвидше переохолоджується організм людини у воді, оскільки там тепловіддача організму відбувається значно швидше, ніж у повітрі.

Окремо варто охарактеризувати вплив газового складу повітря на працездатність людини. У разі зниження вмісту кисню до 17 % за нормального тиску посилюється дихання, знижується чутливість зору, порушується координація рухів, людині важко оцінювати ситуацію та приймати рішення. Проте через відсутність відчуття дискомфорту людина може тривалий час не звертати уваги на вищеназвані явища. Якщо ж кисню стане ще менше, організм відчує його нестачу (гіпоксія) й відреагує запамороченням, можуть з'явитися психічні розлади, відчуття слабкості, а вміст кисню менший ніж 15 % за нормального атмосферного тиску викликає летальний кінець. У свою чергу 100 % вміст кисню в повітрі також негативно впливає на працездатність індивіда, оскільки перебування людини в таких умовах протягом 2–3 діб призводить до розвитку гіпоксії через порушення функцій легеневої тканини.

Негативно на працездатність людини впливає підвищення вмісту вуглекислого газу в повітрі. За нормального тиску й 5-відсоткового вмісту вуглекислого газу різко погіршується самопочуття та працездатність людини, вона може знепритомніти. Тривале дихання такою газовою сумішшю небезпечно для життя. Вміст вуглекислого газу понад 10 % у повітрі є причиною отруєння організму, може бути дуже небезпечним для життя.

Якщо в повітрі з'являються шкідливі газові домішки, то навіть їх незначна концентрація може викликати отруєння або призвести до психічних розладів чи важких соматичних ушкоджень. Часто виникає головний біль та болі в інших органах, людині важко мислити, сприймати інформацію. Варто сказати, що більшість шкідливих газів має властивість накопичуватися в організмі, тому їхня дія дуже небезпечна для людини.

Метеорологічні умови (оптимальні та дозволені температури, відносна вологість і швидкість руху повітря) розраховуються для робочої зони виробничих приміщень відповідно до санітарних норм СН 245–71.

Серед бароакустичних факторів частіше на працездатність людини впливає атмосферний тиск та його перепади. Зміна тиску діє як механічний чинник, порушує рівновагу між газовою та розчиненою фазами у тканинах організму, знижує якість газообміну між організмом і зовнішнім середовищем, змінює фізіологічний ефект газу (під тиском навіть кисень має отруйні властивості).

Вплив тиску виявляється через порушення механізму вирівнювання тиску повітря у порожнинах тіла людини із зовнішнім тиском (дисбаризм). Такі порушення супроводжуються больовими відчуттями, призводять до зниження слуху. Різке підвищення тиску в порожнині легень відповідно до зовнішнього

тиску може призвести до декомпресії, баротравм (розриви тканин легень), наприклад, у разі розгерметизації кабіни пілота чи скафандрів, швидкому підйомі водолазів із водних глибин тощо. Підвищення тиску суттєво впливає на тембр голосу, артикулярний апарат.

Підвищення тиску може змінити фізіологічний ефект газів. Так, дихання киснем за умови тиску 1140 мм рт. ст. (1,5 атм.) протягом робочого дня призводить до отруєння, а коли тиск дорівнює 2660 мм рт. ст. (3,5 атм.), отруєння настає за 20–30 хв. Вплив цих чинників виявляється у порушенні чи втраті шкірної чутливості кінцівок, посиленні відчуття тривоги, виникненні судом. Симптоми негативного впливу цього ефекту такі самі, як у разі підвищення вмісту шкідливих домішок вуглекислого газу.

Зниження атмосферного тиску також може стати причиною порушення якості газообміну між організмом та зовнішнім середовищем. Наприклад, коли зовнішній тиск дорівнює 70 мм рт. ст., кисень не потрапляє в організм, навіть якщо повітря стовідсотково складається з кисню.

Механічні фактори в системах часто представлені негативним впливом вібрації та випромінювання на працездатність людини.

Вібрацію людина відчуває (в робочих системах), коли має справу з коливними твердими поверхнями (підлога, ручний інструмент, робочі поверхні верстатів). Вібрація – це фактично коливання (трясіння чи хитання). Несприятлива дія вібрації посилюється в разі збільшення частоти та зменшення амплітуди, часу коливань.

Залежно від площі стикання тіла людини з поверхнею, що вібрує, і характеристик коливань розрізняють місцеву та загальну дію вібрації. Місцева дія характеризується тим, що змінюється тонус кровоносних судин і кровопостачання тканин організму, знижується шкірна чутливість тощо. Загальна дія пов'язана з резонансним коливанням окремих частин тіла і внутрішніх органів людини. Тож залежно від сили такої вібрації людина може відчувати удари, переміщення, що ускладнює виконання робочих рухів, або піддатися впливу заколисування.

Несприятливими умовами є такі, що пов'язані з роботою в системах, де існує випромінювання. Шкідливим може виявитися не лише невидиме (інфрачервоне, ультрафіолетове), а й видиме (сонячного спектра) випромінювання.

Ультрафіолетове випромінювання необхідне для синтезу гістаміноподібних речовин та вітаміну Д, тому нестача такого випромінювання (світлове голодування) призводить до зниження працездатності, пригнічення нервової системи та імунітету, до захворювань. Проте надлишок ультрафіолетового випромінювання також є несприятливим чинником – можуть з'явитися симптоми інтоксикації, людина швидко втомлюється, стає роздратованою, з'являється головний біль, погане самопочуття, а також дерматит, свербіж, кон'юнктивіт. Надлишок ультрафіолетового випромінювання характерний для систем із використанням електрозварювального обладнання, електроплавильних печей тощо. В умовах високогір'я, де ультрафіолетові промені атмосфера поглинає менше, й їхня дія посилюється за рахунок віддзеркалення від білої поверхні снігу, існує ризик ураження очей.

Радіоактивне випромінювання є дуже небезпечним для життєдіяльності людини. Залежно від дози опромінення в організмі можуть виникати зміни, не лише спроможні пригнічувати працездатність, а й порушувати життєво важливі функції організму. Навіть за періодичного потрапляння радіоактивних речовин усередину організму відбувається їх накопичення, що збільшує іонізацію атомів і молекул живої тканини, а це викликає зміни у процесах обміну речовин, виникає променева хвороба.

Не менш шкідливим для здоров'я людини є вплив електромагнітного поля. Нагріваючи навколишнє середовище, воно може пошкодити тканини, органи. Людина, яка тривалий час перебуває в зоні дії електромагнітного поля, відчуває головний біль, швидко втомлюється, відбуваються порушення нервової системи. Систематичне перебування під впливом названого чинника призводить до зміни кров'яного тиску, уповільнення пульсу, нервово-психічних захворювань людини.

Незалежно від того, чи працює людина в системі «людина – машина – середовище», вона постійно підпадає під вплив таких негативних чинників зовнішнього середовища як інфра- та ультразвук. Інфразвук – це механічні коливання пружного середовища, що мають однакову порівняно з шумом природу, але поширюються з частотою, меншою від 20 Гц. На противагу цьому, ультразвук – це механічні коливання пружного середовища, які мають однакову порівняно зі звуком фізичну природу, але відрізняються від звуку вищою частотою, що перевищує 20 кГц (верхня межа чутності).

Інфразвук та ультразвук однаково негативно впливають на працездатність людини. Так, тривалий вплив першого фактора призводить до порушення сну, людина швидко втомлюється, є дуже роздратованою, а другого – до розладів нервової та серцевосудинної систем, слухового та вестибулярного апаратів тощо.

Працездатність операторів значною мірою визначається й тим, наскільки правильно, достатньо освітлене робоче місце, адже зір має певні межі адаптації й розпізнавання. Оцінюючи світлову дію, враховують силу світла (вимірюється у канделах – кд), світловий потік (вимірюється у люменах – лм), яскравість (вимірюється у канделах на квадратний метр) та освітленість (вимірюється у люксах – лк). Зазначимо, що негативний вплив даного чинника виявляється не лише у збільшенні кількості помилок, що їх робить оператор, а й у швидкій втомлюваності, головному болю тощо.

Підсумовуючи, наголосимо на тому, що не всі фактори зовнішнього середовища діють лише негативно та не всіх можна уникнути. На рівень їх шкідливості впливатиме дотримання організаторами роботи відповідних санітарно-гігієнічних правил і норм, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту і т. ін.

#### **4.2. Атестація та раціоналізація робочих місць**

Для підвищення ефективності виробництва, зокрема внаслідок поліпшення умов праці, на підприємствах здійснюється облік, атестація, раціоналізація та планування робочих місць.

**Атестація** – це комплексна оцінка кожного робочого місця на його відповідність вимогам охорони праці та сучасному науково-технічному рівню.

Атестацію робочих місць за умовами праці проводять згідно з «Порядком проведення атестації робочих місць за умовами праці», затвердженим постановою № 442 Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 р., і «Методичними рекомендаціями Міністерства праці та Міністерства охорони здоров'я України», затвердженими 1 вересня 1992 р. (постанова № 41).

При атестації кожне робоче місце оцінюється комплексно: за технічним і організаційним рівнями, а також за умовами праці й техніки безпеки. На кожне робоче місце складають «Карту умов праці», форму якої встановлено зазначеними «Методичними рекомендаціями». Ця карта має бути заповнена атестаційною комісією згідно з «Інструкцією М 06-41-48 Міністерства праці та Міністерства охорони здоров'я України» (листопад 1992 р.).

Атестація робочих місць передбачає:

- ✓ комплексну оцінку чинників виробничого середовища, характеру праці та відповідність їх характеристик стандартам безпеки праці;
- ✓ виявлення факторів і причин несприятливих умов праці;
- ✓ санітарно-гігієнічне дослідження чинників виробничого середовища, визначення ступеня важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці;
- ✓ установа ступеня шкідливості та небезпечності праці та її характеру за гігієнічною класифікацією;
- ✓ обґрунтування зарахування робочого місця до категорії зі шкідливими (особливо шкідливими) умовами праці;
- ✓ визначення (підтвердження) права працівників на пільги;
- ✓ аналіз реалізації технічних та організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру і безпеки праці.

Атестацію робочих місць проводять не рідше, ніж раз на п'ять років фахівцями експертно-технічного центру (ЕТЦ) Держнаглядохоронпраці, її результати записують у «Карту умов праці на робочому місці».

У Kartі вказують:

- фактори виробничого середовища і трудового процесу;
- гігієнічну оцінку умов праці;
- оцінку технічного та організаційного рівня.

На основі атестації робочих місць складається паспорт санітарно-технічного стану умов праці в підрозділі, призначений для документального оформлення перевірки стану умов праці в підрозділі й виявлення робочих місць, які не відповідають нормам і правилам, стандартам безпеки праці, а також визначення кількості працюючих у цих умовах.

За результатами атестації видається наказ, який містить перелік робочих місць, які поділяють на: атестовані; ті, що підлягають раціоналізації; ті, що підлягають ліквідації; а також перелік робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких підтверджено право на пільги і компенсації. Витяги з наказу додають до трудової книжки працівників, професії і посади яких внесено до переліку.

Матеріали атестації робочих місць є матеріалами суворої звітності, зберігаються на підприємстві протягом 50 років.

Раціоналізація робочих місць становить сукупність організаційно-технічних заходів і засобів щодо доведення їх до рівня встановлених вимог.

До організаційних заходів варто віднести таку важливу повсякденну роботу, як створення у виробничих колективах необхідного соціально-психологічного мікроклімату, відповідних взаємовідносин між працівниками, їх належне ставлення як до роботи взагалі, так і до охорони праці зокрема.

### **4.3. Забезпечення сприятливих умов праці в системі**

Комфортність і безпечність умов праці в системі «людина – машина – середовище» прямо пропорційно залежать від урахування впливу всіх негативних факторів зовнішнього середовища.

Забезпечення сприятливих метеорологічних умов вимагає створення та встановлення системи опалення і кондиціонування так, щоб ані тепле, ані холодне повітря не спрямовувалися на людей, які працюють у приміщенні.

На виробництві рекомендується створювати динамічний клімат з визначеними перепадами показників температури, тренуючи терморегуляційний апарат і тонізуючи нервову систему. Встановлено, що «м'який температурний режим» може діяти як монотонний подразник, який викликає реакцію гальмування. Однак температура повітря біля поверхні підлоги і на рівні голови не повинна змінюватися більше ніж на 5° С.

В операторських пунктах, крім природної вентиляції, передбачають приточно-витяжну вентиляцію. Оптимальним варіантом є кондиціонування повітря, тобто обробка та підтримка його характеристик в операторському пункті відповідно до заданих вимог (температури, вологості, чистоти) незалежно від змін стану повітря поза межами пункту і умов у самому приміщенні. Кондиціонування повітря є обов'язковою умовою організації робочих місць, якщо температура повітря в приміщенні тривалий час перевищує 29° С. Вибір способів вентиляції визначається певною мірою характером зовнішнього середовища, обумовленим здебільшого технологічним процесом виробництва. Наприклад, у сталеливарному цеху постійно тримається висока температура, тож людина втрачає багато води, виводяться солі, тому щоб забезпечити нормальну працездатність, обов'язково передбачають можливість отримання підсоленої питної води.

Чинниками, які погіршують на виробництві зовнішнє і особливо повітряне середовище, є такі: виділення тепла (конвекційного і променевого), виділення вологи (водяних парів), виділення газів і парів хімічних речовин загальнотоксичної або подразнюючої дії, виділення токсичного та нетоксичного пилу, виділення радіоактивних речовин, різні комбінації згаданих вище виділень. Щоб уникнути негативного впливу згаданих факторів, крім забезпечення кондиціонування повітря, персонал отримує спеціальні захисні засоби: захисний одяг, встановлюється спеціальний режим праці та відпочинку (обмеження часу пере-

бування у приміщенні, де діють шкідливі чинники), проводяться тренування тощо.

Важливим чинником забезпечення нормальних умов праці операторів є рівень освітлення. Тому проектуючи зовнішнє середовище в системах, особливу увагу необхідно приділити освітленню приміщень, оскільки специфіка роботи операторів пов'язана зі сприйняттям та обробкою саме візуальної інформації.

Проектування зовнішнього середовища, здебільшого робочих місць, вимагає розв'язання проблеми освітленості як природним (денним), так і штучним світлом. На практиці застосовують такі типи освітлення: загальне, місцеве та комбіноване. Також світло може бути спрямованим, розсіяним та віддзеркаленим.

Штучне освітлення пов'язане з установленням світильників, різних ламп. Їх установлення задля забезпечення оптимальної освітленості потребує дотримання таких правил:

- ✓ прямі світлові промені не мають падати на очі під кутом, меншим  $30^\circ$  до горизонту;
- ✓ кут падіння не повинен сприяти виникненню сліпучих віддзеркалених променів;
- ✓ тінь від людини не має закривати її робочу зону.

Науковці довели, що найшкідливішим дефектом освітлення є миготіння. Так, через миготіння за прямого освітлення ефективність читання знижується на 80 %, тоді як за системи віддзеркаленого світла та відсутності блимання – на 10 %. Крім того, рекомендується, визначаючи параметри освітлення, враховувати спектральний склад світла, оскільки «колір» світла суттєво впливає на передачу кольорів предметами.

Рівень освітленості залежить від висоти підвісу світильників і зменшується пропорційно до квадрата його зміни. Тому кількість світильників потрібно збільшувати пропорційно до квадрата зміни висоти підвісу. Застосовуючи місцеве освітлення, враховують, що воно має комбінуватися із загальним, яке становитиме не менше 20 % освітлення робочого місця. Також необхідно враховувати специфіку сприйняття інформації особами різного віку. Так, потреба в освітленості у людини 30 років удвічі, 40-літньої – втричі, 50-річної – у шість разів більша, ніж у дитини 10 років. Зазначимо й те, що застосування лише місцевого освітлення у виробничих приміщеннях забороняється.

Отже, в процесі визначення характеру освітлення приміщення необхідно враховувати можливості забезпечення оптимальних зорових умов для різних видів діяльності та сприяти досягненню цілісності сприйняття середовища та емоційної виразності інтер'єру.

Значний вплив на умови праці має виробничий шум – один з потужних подразників зовнішнього середовища. Деколи уникнути шуму неможливо, тому засобами, які забезпечать нівелювання шкідливого впливу, будуть такі: створення приміщень з використанням шумопоглинальних матеріалів, надання навушників і шоломів, дотримання спеціальних режимів праці та відпочинку, використання глушників. Норми шуму на робочих місцях регламентуються відповідним стандартом.

Серед негативних факторів умов праці є вібрація. Враховуючи впливу її на людину, рекомендують застосовувати амортизаційні матеріали та пристрої (рукавички, килими, м'які сидіння, амортизатори тощо), проводити тренування працівників (вправи для вестибулярного апарату).

Задля захисту людини від шкідливого впливу ультразвуку краще усунути будь-які можливості роботи працівника з інструментом, виробами тощо, що випромінюють ультразвук. Також використовують звукоізоляцію та матеріали із властивістю звукопоглинання, спеціальний інструмент із віброізолюючими рукоятками та подвійні рукавички.

Безпечність роботи працівників з радіоактивними речовинами забезпечують кількома способами: зменшенням тривалості часу перебування біля джерела іонізації, дотриманням норм гранично допустимих доз опромінення, максимізацією відстані між працівниками та радіоактивними речовинами, вживанням інших організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів.

Моделюючи систему «людина – машина – середовище», створюючи оптимальні умови праці, особливу увагу приділяють засобам техніки безпеки. Розрізняють основні та спеціальні технічні засоби безпеки.

До елементів основних технічних засобів безпеки відносять:

- огорожувальні та охоронні пристрої;
- гальмівні пристрої та блокування;
- сигнали небезпеки;
- попереджувальні позначення та спеціальне маркування;
- дистанційне керування.

Елементами спеціальних технічних засобів є засоби забезпечення електробезпеки, пожеже- та вибухобезпеки, інші специфічні елементи обладнання та умови експлуатації.

Відповідно до держстандартів та ГОСТів, огороженню підлягають: усі рухомі частини виробничого обладнання; зони відлітаючих часток матеріалу, який обробляється, та інструменти; небезпечні, з напруженою струмовідвідні частини обладнання; зони високої температури, шкідливих випаровувань, небезпечних випромінювань; дільниці технологічного процесу, де може відбутися вибух чи пожежа.

Охоронні пристрої передбачають з метою запобігання аварійності, руйнування обладнання та пов'язаного з цим травматизму людей. Ці засоби слугують для запобігання:

- перенавантаженню обладнання; переходу його рухомих частин за визначені межі;
- раптовому небезпечному підняттю тиску пари води чи газу або температури;
- прискорення рухів, сили електричного струму й ін.

Завданням охоронних пристроїв є автоматичне спрацьовування при виході будь-якого параметра системи за межі встановленого показника (допустимих норм). Автоматичне спрацьовування цих пристроїв приводить або до зу-

пинки функціонування обладнання, або включення аварійних режимів, що дає змогу оператору знайти й ліквідувати помилку.

Гальмівні пристрої дозволяють швидко зупинити окремі вузли або обладнання в цілому з метою забезпечення безпеки праці. Вибір гальмівної системи (еклектичне гальмування або механічне гальмо) залежить від розрахункового часу гальмування (гальмівний шлях), специфіки обладнання, умов його експлуатації тощо.

Сигналізацією забезпечують машини та апарати, які працюють в умовах високого тиску газів, пари, води. Засоби сигналізації мають завчасно попереджати оператора про небезпечні зміни в роботі системи, обладнання. Вони можуть бути звуковими, світловими; це можуть бути прилади, які вимірюють, наприклад, температуру, рівень концентрації отруйних речовин тощо. Тип сигналізації в системі залежить від того, наскільки зайнятими є працівники в цих системах.

Сигнальні кольори, знаки безпеки є допоміжним засобом, що дозволяє зашкодити травматизму в системах.

Дистанційне управління обладнанням і технологічним процесом дозволяє створити безпечні умови праці для людей, оскільки виводить їх із зони впливу шкідливих чинників. Особливого значення таке керування набуває у виробництві та використанні вибухових, токсичних, легко займистих та іонізуючих матеріалів. До групи дистанційного керування належать телевізійні пристрої, засоби радіо- та телезв'язку, відповідні пульти.

Електробезпеку виробничого обладнання забезпечують засоби, які не дозволяють людині торкатися струмопровідних частин, що перебувають під небезпечною напругою; захисним заземленням; автоматичним відімкненням струму тощо.

Щоб уникнути вибухів обладнання на виробництві, необхідно виключити можливість створення вибухового середовища та джерела ініціалізації вибуху. До основних засобів створення такого роду безпеки відносять: герметизацію обладнання; використання робочої та аварійної вентиляції; відведення вибухонебезпечного середовища; обмеження нагріву обладнання до температури, нижчої від температури самозаймистості середовища; застосування вибухозахисного електрообладнання та інші спеціальні засоби.

Запобігання виникненню пожеж – під час експлуатації машин у системах досягається завдяки проведенню організаційно-технічних заходів, наприклад, дотримання режиму експлуатації, стеження за температурним режимом роботи з подальшою сигналізацією про небезпечне підвищення, використання систем охолодження та ін.

Усі ергономічні вимоги щодо засобів техніки безпеки регламентуються відповідними стандартами.

Підсумовуючи, нагадаємо, що в безпечності роботи будь-якої системи «людина – машина – середовище» значну роль відіграє людський фактор. Дослідження показують, що причинами травматизму на виробництві та транспорті у 60–90 % випадків винні самі ж люди.



Отже, моделюючи систему «людина – машина – середовище», важливо передбачити й максимально унеможливити вплив шкідливих чинників зовнішнього середовища й у разі неможливості повного нівелювання цього впливу – забезпечити людей такими засобами захисту, щоб зменшити прояв негативу даних умов праці.

### **Запитання для самоперевірки:**

- 1. Які групи фізіолого-гігієнних факторів діють у системі «людина – машина – середовище»?*
- 2. Проаналізуйте вплив метеорологічних факторів.*
- 3. Поясніть механізм впливу інфра- та ультразвуку на працездатність людини.*
- 4. Як шум та вібрація впливають на ефективність функціонування системи?*
- 5. Який вплив на людину має випромінювання та які заходи необхідно передбачити, аби запобігти негативному впливу цього фактора?*
- 6. Дайте характеристику освітленості робочого місця працівника обраної вами системи «людина – машина – середовище».*
- 7. Складіть програму забезпечення сприятливих умов праці для обраної вами системи «людина – машина – середовище».*

Література [1, 8, 9, 10]

## **Тема 5. Функціонування системи «людина – машина – середовище»**

### **План**

- 5.1. Розподіл функцій між машиною і оператором.*
- 5.2. Взаємодія людини й електронно-обчислювальної техніки.*
- 5.3. Засоби взаємного пристосування людини і машини.*
- 5.4. Психологічні проблеми забезпечення задоволеності працею робітника.*

### **5.1. Розподіл функцій між машиною і оператором**

Інженери, вивчаючи технічні вимоги до створюваної ними техніки, у першу чергу повинні творчо підійти до розв'язання основного, найважливішого питання ергономіки: як розумно розподілити функції між машиною і людиною. Це дасть змогу визначити, чи буде машина суто автоматичною і працюватиме без участі людини (вона буде потрібною лише для догляду за нею, програмування її дій, вмикання і вимикання), чи в контур керування необхідно буде

включити оператора; скільки має бути операторів, які їхні функціональні обов'язки і способи підключення їх у систему; скільки буде у комплексі рівнів керування, яка їхня складність, ієрархія; яке автоматичне устаткування слід використати у комплексі та ін.

На перший погляд може здатися, що розподіл функцій між людиною і машиною можна провести один раз і знайдений оптимум затвердити для кожного конкретного випадку. Проте ергономіка, по суті, ще не розв'язала питання про оптимальний розподіл функцій між оператором і машиною, оскільки ніякий один раз знайдений оптимум неспроможний встояти перед безперервним розвитком техніки, що бере на себе в міру вдосконалення дедалі більшу кількість функцій, безперечно закріплених раніше тільки за людиною.

Це питання можна вважати розв'язаним лише тоді, коли буде відомий певний критерій якості, що дасть змогу в кожному конкретному комплексі «людина – машина – середовище» обрати такий розподіл функцій, який задовольняв би накладеним на комплекс обмеженням і відповідав би найвигіднішим значенням деяких оцінок (оперативності системи, точності і якості керування нею, її техніко-біологічній надійності, вартості технічних елементів системи керування, витратам на експлуатацію і обслуговування, стомлюваності оператора, ступеня його задоволеності роботою, ремонтпридатності системи тощо). Крім того, на характер розподілу функцій між оператором і машиною може істотно впливати здатність технічних систем накопичувати великі об'єми інформації і потім використовувати їх протягом відносно невеликого проміжку часу.

Яким же чином розв'язується питання про розподіл функцій між оператором і машиною? Чи має вже тепер ергономіка засоби і методи для розв'язання цього питання і наскільки вони науково обґрунтовані?

Конструктор, вивчаючи вимоги замовника, має змогу, спираючись на досвід та інтуїцію, грубо визначити ті функції, які оператор не зможе виконати (докладання надмірних зусиль, витрата надзвичайно великих потужностей, реагування з дуже високою швидкістю тощо), або виконання яких пов'язане з небезпекою для здоров'я чи життя оператора. Конструктор спроможний також визначити ті функції, які на сучасному рівні розвитку автоматики і обчислювальної техніки неможливо виконувати за допомогою машин (наприклад, прийняття рішень у непередбачених ситуаціях, розпізнання образів, вироблення суджень). Проте є дуже багато функцій, що в однаковій мірі можуть бути виконані як оператором, так і машиною. Ось тут і виникають тисячі і мільйони варіантів розподілу функцій, з яких слід відібрати тільки той, який найбільше задовольняє і конструктора, і організатора виробництва, і експлуатаційника, і обслуговувача.

Виявляється, що людина недостатньо пристосована для виконання одноманітних, часто повторюваних і шаблонних операцій – така спрощена праця призводить до передчасної втоми, швидкого нервового виснаження, різкого зниження надійності функціонування.

Людина працює більш продуктивно, коли вдається поєднати прості і монотонні операції у більш складні, виконання яких викликає в оператора неабияку зацікавленість. Відомі й інші методи «лікування» одноманітної праці – пе-

ріодична зміна робочих місць, запровадження додаткових короткочасних перерв у роботі, впровадження елементів художньої творчості в трудовий процес, робітниче середовище і продукт праці тощо. Та чи не найкращим методом є повна автоматизація монотонних, простих і часто повторюваних операцій.

Слід зазначити, що виконання оператором протягом тривалого часу елементарних операцій може призвести до того, що здатність мислити – найважливіша властивість людини, яку дарувала їй природа, – поступово зникне. Нагадаємо у зв'язку з цим один приклад, наведений англійським економістом Ліллі. Робітник автомобільного конвеєра довгий час виконував на ньому елементарну операцію, а потім перейшов на консервний завод, де повинен був сортувати ягоди черешні: чорні – наліво, білі – направо. Хоч йому і добре платили, проте він вирішив звільнитися, заявивши, що ця робота дуже важка, бо весь час треба думати, в який бік класти ягоди. А думати він уже почав відвикати!

У 3,5 % випадків оператор припускає помилку не тому, що не запам'ятав необхідної інформації, а тому, що не забув непотрібної, вже використаної. Взагалі людина дуже забутлива: з її пам'яті приблизно через дванадцять годин зникає майже половина відомостей. Щоправда, навіть зовсім забута, як це здавалось, інформація, що побіжно надійшла колись, раптом несподівано вириває.

А хто краще працює в умовах дефіциту або надлишку часу?

Дефіцит часу, так само як і надлишок його, можна розглядати у вигляді стресового навантаження на оператора, яке вибиває його з колії. Дефіцит часу призводить до того, що оператор не встигає реагувати на контрольні сигнали системи. Надлишок часу, режим постійної пильності часто-густо також виводить оператора з ладу: він починає відчувати невпевненість у своїх діях, думати, що машина вийшла з покори. Режим постійної пильності дуже тяжкий для оператора, особливо коли сигнали надходять рідко. Машину ж розладнати не зможе ні дефіцит, ні надлишок часу. Швидкості дії машини і постійній готовності до неї може позаздрити кожна людина.

При розподілі функцій між людиною і машиною доцільно керуватися такими основними принципами:

- гуманізації праці, згідно з яким людині слід надавати творчі функції та звільняти її від виконання важких і небезпечних операцій;
- відповідальності, який полягає у тому, що найважливіші функції має реалізувати людина або машина тільки з санкції людини;
- технічної реалізації, на основі якого людині надають такі функції, які неможливо реалізувати на базі сучасної техніки;
- максимізації ефективності, згідно з яким розподіл функцій має забезпечити найбільший ефект;
- мінімізації вартості, який полягає у тому, що розподіл функцій має забезпечити задану ефективність при мінімальних витратах;
- переважних можливостей, за яким людині надають такі функції, які вона виконує краще за машину, а машині – ті, що вона виконує краще за людину.

Можливі два варіанти розподілу функцій:

а) людина виконує операції контролю за машинним процесом вирішення завдання і підтверджує це вирішення;

б) процес вирішення завдання не може проходити без включення операцій, які людина та машина виконують послідовно.

Перший варіант – це паралельна організація взаємодії «людина – машина», а другий – послідовна, поетапна організація взаємодії. Тут не розглядають такі випадки, коли весь процес вирішення завдання управління системою здійснює лише людина або лише машина.

Вибір того чи іншого варіанта розподілу функцій потрібно обґрунтувати. При виборі треба враховувати і загальнометодичні вимоги, що торкаються соціальної функції людини як суб'єкта праці, і практичні рекомендації науки про управління. Важливе місце у такому обґрунтуванні належить інженерно-психологічній оцінці машини та врахуванню психічних функцій людини. Обґрунтування оптимального розподілу функцій має спиратись на кількісну оцінку якості вирішення завдань людиною (і машиною) й оцінку впливу цієї якості на загальну ефективність системи. Критерії таких оцінок поки що не розроблені, але це не може виправдовувати нехтування кількісними оцінками та моделюваннями операцій і дій людини. Американські вчені за основу роботи з обґрунтування розподілу функцій взяли метод порівняння переваг людини та машини.

Уперше завдання розподілу функцій між людиною і машиною на основі порівняння їх переваг і вад поставив у 1951 р. П. Фітс. Відомий «перелік Фітса», неодноразово уточнений і доповнений іншими авторами, встановлює порівняльні переваги та вади людини і машини під час виконання деяких основних функцій. І хоча цей перелік має суттєві вади, його все-таки використовують і тепер, коли при проектуванні нової системи виникає проблема розподілу функцій. Один із варіантів такого переліку наведений у табл. 5.1.

При спробах використати лише кількісні методи обґрунтування розподілу функцій також виникають труднощі через відсутність деяких основних параметрів системи на ранніх етапах проектування, коли якраз і слід вирішувати завдання розподілу функцій. Тому проблемі розподілу функцій можна вирішити тільки шляхом поєднання якісних та кількісних оцінок. Раціональний розподіл функцій дозволяє проектувати діяльність самого оператора у системі, її динаміку, оптимальні способи здійснення. Це дає можливість обґрунтувати способи включення оператора у комплекс («послідовно» чи «паралельно») із машиною.

У результаті розподілу функцій між людиною і машиною можна отримати вихідні дані для обґрунтування обсягу інформації та способу її подання, а також для розробки інформаційних моделей, алгоритмів діяльності, програм для ЕОМ, критеріїв і методів професійного відбору, програм, методів та засобів професійної підготовки.

**Таблиця 5.1. Порівняльна характеристика можливостей людини і машини**

<b>Характеристика</b>	<b>Людина</b>	<b>Машина</b>
швидкість переміщення	до 30 км/год (на малих дистанціях)	до 400 км/год (на будь-яких дистанціях)
потужність	до 1,5 кВт короткочасно; 0,33 кВт протягом кількох хвилин; 0,15 кВт безперервно протягом дня	задана постійна у широкому діапазоні значень (до 735000 кВт)
сенсомоторна реакція	різні реакції на один сигнал, повільні і нестабільні за точністю	кількість різних реакцій на один сигнал обмежена; реакції швидкі, точні і стабільні
реакції на сигнал	виявляє та впізнає (ідентифікує) корисний сигнал при високому рівні заважаючих чинників	виявляє сигнал при дуже низькому відносному рівні заважаючих чинників
реакція на стрес	залежить від рівня стресора	не реагує
одноманітна робота	стомлюється від монотонності	не стомлюється
обчислювальні операції	виконує повільно, але здатна на приблизні обчислення	виконує швидко та точно
складна робота	послідовно виконує окремі операції через одноканальність переробки інформації	одночасно виконує кілька операцій
тип вирішуваних проблем	загальний і частковий	частковий
реакція на різні фізичні середовища	працює у природному середовищі проживання або у наближеному до нього штучному робочому середовищі	функціонує у різних небезпечних і безпечних для людини середовищах
спектр чутливості до зовнішніх фізичних чинників	обмежений кількістю органів чуття	практично необмежений
здатність орієнтуватися у просторі та часі	має	не має
тривалість роботи (без перерви)	незначна або обмежена	не обмежена у межах ресурсу

Вихідними даними для вибору раціонального варіанта розподілу функцій є призначення і завдання, які вирішує система ЛМС; умови функціонування системи (характеристика вхідної інформації, тривалість безперервної роботи та ін.); загальносистемні вимоги до системи ЛМС (ефективність, надійність, вартість, термін розробки і т.д.); вимоги до завдань людини щодо управління й обслуговування системи.

При виборі варіанта розподілу функцій між людиною і машиною спочатку визначають функції (завдання, операції, дії), які повинні виконувати людина і машинні ланки, та очікувану якість їх виконання. Потім оцінюють, як вплине ця якість на вихідні характеристики системи (ефективність, продуктив-

ність праці й ін.), як відіб'ється вибраний варіант розподілу функцій на психічних і психофізіологічних станах працівників.

Після того, як функції між оператором і машиною розподілено, загальні контури майбутньої машини накреслено, склад, функції і способи «підключення» операторів до машини визначено, перед конструктором постає головне ергономічне завдання: необхідно раціонально об'єднати оператора з машиною, створити ефективно діючий комплекс «оператор – машина – середовище».

Можна сподіватись, що такий комплекс можна успішно створити, якщо забезпечити принаймні п'ять сумісностей оператора з машиною: інформаційну, енергетичну, просторово-антропометричну, біофізичну і техніко-естетичну.

## **5.2. Взаємодія людини й електронно-обчислювальної техніки**

Успішне вирішення більшості завдань управління, дослідження чи конструювання неможливо здійснити без участі людини. Лише творча думка людини, підсилена таким потужним засобом обробки інформації, як обчислювальна машина, може дати бажані результати.

Взаємодія людини й обчислювальної машини означає, що машині відводять роль не тільки надпотужного та швидкодіючого арифмометра, а й «кваліфікованого помічника», «співрозмовника», «вчителя».

Досягнення взаєморозуміння між людиною й обчислювальною машиною – найважливіша проблема у здійсненні їх взаємодії. З урахуванням цих умов у системі «людина – обчислювальна техніка» певні вимоги пред'являють і до людини, і до машини.

Людина у цій системі повинна:

- уміти достатньо чітко сформулювати завдання;
- мати хоч загальне поняття про обчислювальні машини та їхні можливості;
- знати хоча б одну мову програмування, що була б зрозумілою обчислювальній машині;
- уміти складати цією мовою граматично правильний опис способу вирішення завдання;
- уміти зіставити одержаний результат з передбачуваним і при необхідності усунути невідповідність шляхом зміни способу вирішення завдання.

Обчислювальна машина має:

- містити великий запас знань і різних програм вирішення завдань, придатних для безпосереднього швидкого та зручного їх використання;
- розуміти вхідні мови програмування високих рівнів;
- швидко й адекватно відповідати на повідомлення користувача;
- володіти здатністю до самоорганізації обчислювального процесу, а також до навчання у процесі експлуатації.

Сукупність перерахованих вимог одержала назву машинного «інтелекту» за аналогією з такими ознаками інтелекту людини, як ерудиція, розумілість, кмітливість, продуктивність і організованість.

Чим вищий рівень «інтелекту» машини, тим менше труднощів відчуває людина, коли вирішує на ній конкретне завдання. Це, у свою чергу, дозволяє людині формулювати і вирішувати складніші завдання, що викликає потребу в подальшому розвитку машинного «інтелекту».

Процес досягнення взаєморозуміння можна розглядати як процес вивчення людиною можливостей машини при вирішенні з її допомогою того, чи іншого завдання. У результаті цього вивчення людина повинна так сформулювати свої повідомлення, щоб машина могла виконати саме ті дії, яких вона від неї чекає. Якщо реакція машини адекватна, слід вважати, що вона успішно виконала припис людини і що з нею було досягнуто взаєморозуміння.

Навчання як основа взаєморозуміння між людиною та машиною полягає у пристосуванні машини до людини, у розпізнаванні машиною суті повідомлень людини, у самоорганізації обчислювального процесу. Досягнення взаєморозуміння між людиною і машиною – динамічний процес взаємного тренування, у ході якого людина спочатку повинна пристосуватись до рівня розуміння машини і потім поступово довести її до свого рівня за рахунок уточнення та пояснення повідомлень, а також за рахунок використання її здатності до навчання, розпізнавання й узагальнення.

Організація взаємодії людини та ЕОМ – це ефективний спосіб комунікації, що дозволяє об'єднувати розумові можливості людей і підвищувати інтелектуальний потенціал суспільства.

### **5.3. Засоби взаємного пристосування людини і машини**

Досягненню взаємодії людини і машини служить взаємна адаптація людини та технічних систем. Адаптація людини до техніки здійснюється протягом усього життя, починаючи з дитячих років і закінчуючи старістю. До адаптації послідовно входять такі форми профорієнтації: профінформація, професійна консультація, профвідбір, профнавчання і психопрофілактика. Метою профорієнтаційної роботи є надання допомоги учням загальноосвітніх шкіл у виборі професії та місця роботи, виходячи з нахилів та інтересів молодих людей, їхніх психофізіологічних особливостей, а також враховуючи потреби народного господарства у кадрах.

Профінформація – це інформування суспільства і конкретних осіб про суть і значення професій, які використовують у даному регіоні. Вона дає уяву про розподіл праці у суспільстві, про поняття «спеціальність», «професія». Опис особливостей предмета і знарядь праці, умов здійснення трудового процесу дає можливість людині зробити вибір спеціальності чи професії.

Профконсультація – це узгоджений із консультантом вибір людиною доступних їй професій після загального їх психологічного аналізу. Кожна професія пов'язана з характерним для неї видом ризику і можливістю його появи (небезпека для здоров'я, життя, соціального статусу), яка визначає розмір та форму витрачання робочої сили. Усі психологічні особливості людини мають «відображення» у тій чи іншій професії, і їхній збіг забезпечує оптимальний рівень

витрачання робочої сили, що не загрожує здоров'ю працівника і не зриває нормального перебігу технологічного процесу в системі ЛМС.

Профвідбір полягає у науково обґрунтованому допуску людини до певної праці у випадку виявлення у неї необхідних здібностей і достатньої фізичної та освітньої підготовки. Через існування об'єктивних меж адаптації діяльності до людини, через неможливість усунення небезпечних впливів (перевантаження у пілотів, невагомість у космонавтів) для багатьох систем доводиться відбирати людей, які здатні переносити екстремальні розміри витрачання робочої сили. При цьому головною є здатність до продуктивної праці – одержання необхідної кількості продукту заданої якості з мінімальними витратами. Працездатність забезпечує підтримку заданого рівня ефективної роботи на граничних можливостях організму і психіки, необхідних у даній системі ЛМС. Спеціальні здібності проявляються у швидкому й точному приведенні вчинків людини у відповідність до дійсності на основі законів, фактів, понять, що відображають закономірності природи і суспільства.

Профнавчання полягає у проходженні повного курсу підготовки для набуття необхідних знань і навичок у певних умовах трудової діяльності. У результаті профнавчання поліпшується результативність дій робітника, зменшується кількість помилок; він позбувається зайвих і непотрібних дій та рухів; у робітника підвищується темп роботи за рахунок ліквідації перерв між операціями; він засвоює ритм роботи і рівномірно розподіляє свої фізичні й інтелектуальні зусилля. Працівник набуває емоційної зрівноваженості, психологічної готовності до екстреної дії. Висока професійна майстерність полягає в адекватному відображенні ситуації у системі ЛМС і в умінні у потрібний момент мобілізувати фізичні та психологічні ресурси для досягнення поставленої мети.

Психопрофілактика включає сукупність психологічних засобів, що усувають або послаблюють больові симптоми, зміну відношення до себе, до навколишнього середовища і до мети своєї праці. Інколи надмірне, тривале та невпорядковане витрачання робочої сили, зумовлене характером і змістом праці, призводить до розвитку негативних станів, що порушують функціонування процесів пам'яті, уваги, мислення. Це призводить до помилок працівника, перебоїв, аварій, а також до втрати смислу праці і мети діяльності. До психопрофілактики відносять застосування фармакопрепаратів, психічної саморегуляції, функціональної музики, вплив на біологічно активні точки, гіпнотичний вплив, психотерапію.

Адаптація техніки до людини здійснюється у процесі складання технічного завдання на систему ЛМС, на стадіях технічної пропозиції, ескізного, технічного і робочого проектування. Зміст і характер праці людини у системі ЛМС вивчають і проектують так, щоб забезпечити оптимальний рівень витрачання робочої сил й, що виключав би розвиток важких психічних станів і забезпечив би самореалізацію психологічних та моральних переваг працівника. Смысл цілісної ергономічної характеристики системи полягає у тому, що в результаті адаптації техніки до людини ні обладнання, ні чинники зовнішнього середовища, ні процес взаємодії з ними не викликають появи в оператора ланцюга «важкий стан – зрив психічних процесів – зниження безпеки, ефективності та ком-



форту – незадоволення працею». Це досягається за рахунок проектування таких комплексних ергономічних показників системи: придатності для проживання (перебування), освоюваності, керованості й обслуговуваності.

Придатність для проживання розуміють як міру відповідності умов праці людини до біологічно оптимальних параметрів робочого середовища, що виключають зайве витрачання робочої сили, небезпечне для її психічного стану і здоров'я. Придатність для проживання визначає не тільки фізичні чинники зовнішнього середовища (температура, шум, загазованість), а й психофізіологічні (відповідність інтенсивності і швидкості інформації до можливостей сприйняття людини), психологічні (міжособистісні відносини, згуртованість колективу), антропометричні (робота в обмеженому, замкнутому просторі у незручній позі). Вивчення та проектування придатності для проживання у системі ЛМС вимагають використання даних усіх групових ергономічних показників. Наприклад, робота у виробничому корпусі, позбавленому доступу природного світла, і який має сильне відбиття звуку, викличе, у першу чергу, сильну психічну втому з подальшими негативними наслідками як поведінки, так і здоров'я через низький показник придатності для проживання.

Освоюваність – це можливість швидкого опанування оператором умінь і навичок управління й обслуговування системи ЛМС. Наприклад, перехід працівників з універсальних металообробних верстатів на гнучкі виробничі системи натрапляє на опір через недостатню освоюваність нового обладнання. Програмування, електроніка, їх опис в інструкціях з експлуатації не орієнтовані на наявний рівень знань персоналу і не враховують психологічних труднощів, пов'язаних з новизною технологічного процесу.

Керованість розуміють як такий розподіл функцій між людиною і машиною, що забезпечує при їх взаємодії провідну роль людини за рахунок можливості її випереджувальних дій та виключення неправильного функціонування техніки або людини. Випередження машиною дії людини призводить до втрати контролю над системою ЛМС, а потім і до втрати управління нею. Така ситуація може спричинити не тільки аварію, а й виникнення емоційного стресу в персоналу зі всіма небажаними наслідками.

Обслуговуваність – це просторова доступність до регулюючих і заміних елементів, таке їх розміщення, яке забезпечує раціональність дій персоналу при монтажі, транспортуванні, профілактиці та ремонті системи ЛМС. Через відсутність ергономічних рекомендацій конструктори практично мало цікавляться транспортабельністю, монтувальністю і ремонтоздатністю машини. В обладнанні, що має дуже високі функціональні характеристики, можуть бути невдало розміщені вузли машини (низько, тісно, закрито іншими деталями). Такі прорахунки можуть призвести до поломки техніки, до відмови персоналу від роботи з нею.

Таким чином, взаємна адаптація людини і машини у системі ЛМС – засіб досягнення її безпеки, ефективності праці персоналу і задоволеності працею.

Основним каналом для передачі інформації від машини до людини є комплекс індикаторних пристроїв. Відомо, що 80 % інформації потрапляє до нас через зорове сприйняття. Це зумовлює важливу роль індикаторних пристро-

їв серед засобів взаємодії. Власне, взаємодія означає зв'язок між мозком людини й основною частиною електронно-обчислювальної машини, в якій проводиться обробка інформації (центральный процесор, операційна система). Тому неважко уявити собі такий замкнений ланцюг: око – мозок – рука – пульт – ЕОМ – індикаторний пристрій. Таке уявлення дає можливість визначити функціональне значення основних засобів взаємодії: індикатора і пульта. Суть взаємодії полягає у тому, що передачу даних у будь-якому напрямі (від машини до людини або від людини до машини) не можна вважати закінченою, поки не будуть проаналізовані сигнали, які несуть інформацію, і доки мозок людини або основна частина обчислювальної машини не прийме відповідного рішення. Це означає, що індикаторний пристрій і пульт введення інформації є спеціальними засобами, які роблять можливою прискорювальну або посилювальну взаємодію людини і машини. Проектуванням та оцінкою таких засобів і займається інженерна психологія.

Оскільки вказані пристрої служать основним каналом для передачі інформації від машини до людини і від людини до машини, то їхні технічні параметри й ергономічні показники можуть стати «вузьким місцем» у програмах взаємодії «людина – ЕОМ». Тому все більше зростає питома вага ергономічних рекомендацій, оптимальних і допустимих значень параметрів інформації, що відображається на екрані індикаторного пристрою, а параметрів органів управління на пультах введення інформації.

Отже, результати аналізу розподілу функцій з урахуванням нових досягнень електронно-обчислювальної техніки підтверджують, що людина залишається важливим елементом як в існуючих, так і в майбутніх системах управління. Успішне відтворення деяких функцій мислення з допомогою машин не може служити основою для безумовного витіснення людини із процесу управління або обробки інформації. Зрозуміло, що розвитку технічного прогресу, в т.ч. і машинного моделювання функцій людини, немає меж. Проте успіх у галузі моделювання психічних процесів завжди буде йти вслід за розвитком здібностей самої людини.

#### **5.4. Психологічні проблеми забезпечення задоволеності працею робітника**

Будь-яка праця полягає у витрачання робочої сили. Для досягнення певної мети працівник змушений при цьому подолати суб'єктивно «важкі» функціональні стани, які є результатом витрачання робочої сили. Заміна ручної праці механізованими й автоматизованими системами може зменшити фізичну важкість праці, але не може усунути її психологічну трудність. Синонімом праці (труда), навіть творчої, є слово «трудно». Ергономіст повинен передбачити при проектуванні системи ЛМС важкі функціональні стани оператора і шукати способи їх полегшення, враховуючи особливості ситуації у системі ЛМС. Особливості ситуації у системах ЛМС розуміють як систему умов, що сприяють або утруднюють виконання людиною-оператором поставлених перед нею завдань.

Будь-яку діяльність характеризує усвідомленість мети, наявність засобів для її досягнення і результат праці. В ідеальному випадку людина-оператор має все необхідне (мета – засіб – результат) для швидкого й успішного виконання своїх функцій та перебуває у стані функціонального комфорту. У більшості випадків людина-оператор змушена самотійно формулювати мету своїх дій у даних умовах, отримувати її від керівників, особисто приймати відповідальні рішення, самотійно вести пошук засобів діяльності, досягати позитивного результату дуже довго, докладаючи для цього великих зусиль, працювати в умовах відсутності інформації про результати своєї роботи тощо. Різноманітні ситуації, що виникають у цих умовах, створюють відповідні їм негативні психічні стани: психічну втому, психічну напруженість, відсутність мотивації, емоційний стрес, монотонність і тривожність.

Стан психічної втоми розвивається у процесі роботи людини-оператора, якщо він зробив надмірні витрати робочої сили. Це означає, що він мав чітко сформульовану мету діяльності, а також усе необхідне для її виконання, проте одержання результату вимагало тривалої роботи, навіть якщо вона була не дуже важкою. Стан очікування результату, його передбачення у процесі діяльності й викликає психічну втому. Психічну втому розуміють цілісну характеристику психічної діяльності оператора за якийсь період часу, яка показує зниження інтенсивності психічних процесів залежно від тривалості зусиль для досягнення необхідного результату.

Стан психічної напруженості викликає надмірна величина психічних зусиль, що потрібні людині для вирішення поставленого завдання. Цей стан виникає у складних умовах діяльності і може в одних випадках погіршувати показники діяльності аж до повного її припинення, а в інших – є обов'язковим для вирішення важких завдань, при дефіциті часу, підвищеній відповідальності та ін. У даній ситуації людині відомі цілі її діяльності і результат, якого вона повинна досягти, але не готова до термінової роботи та відчуває дефіцит інформації, умов, обладнання, яке, наприклад, вийшло з ладу, тощо. Стан психічної напруженості є наслідком «неготовності» засобів, які є в оператора, його розуміють як цілісну характеристику психічної діяльності та поведінки суб'єкта за певний період часу, що показує граничну інтенсивність психічних процесів, зумовлену раптовим включенням людини у складну ситуацію й енергійним пошуком алгоритму її вирішення.

Стан відсутності або пониженої мотивації виникає дуже часто у виробничих ситуаціях, коли діяльність не має внутрішнього спонукального мотиву, а мета роботи визначається ззовні у формі примусу. Працівник при цьому забезпечений всіма необхідними засобами і, виконуючи вимоги своїх керівників, одержує результат. Але його працездатність неухильно знижується, спостерігаються симптоми стомлюваності, він суб'єктивно відчуває нездужання. Байдужість до мети, задля якої виконують роботу, є причиною виникнення та розвитку психічного стану відсутності мотивації – цілісної характеристики психічної діяльності і поведінки суб'єкта за певний період часу, яка показує дезактивацію психічних процесів, що визначається відсутністю будь-яких очікувань від ситуації при забезпеченні алгоритмом її вирішення.

Стан емоційного стресу людина відчуває в особливих, екстремальних ситуаціях праці у системі ЛМС. Суть емоційного стресу полягає у тому, що мета діяльності чітко сформульована та прийнята працівником, але він став позбавленим засобів одержання результату, і підсумок розвитку події практично не залежить від людини. Безпомічність працівника, його нездатність, наприклад, гарантувати безпеку оточуючих та свою власну, уявна катастрофа служать причиною виникнення емоційного стресу – цілісної характеристики психічної діяльності і поведінки суб'єкта за певний період часу, яка відображає руйнування психічних процесів, що визначається раптовою появою надзвичайно значущих стимулів і відсутністю способів розв'язання даної ситуації.

Стан монотонності – найпоширеніший стан людини у багатьох галузях трудової діяльності. Робота на конвеєрі, надзвичайна складність виготовлення продукції часто призводять до того, що працівник не бачить і не знає результатів своїх трудових витрат. Йому надають тільки обладнання, матеріали й алгоритм роботи. Ця ізольованість від мети та результатів своєї праці призводить до відсутності задоволення своєю працею, а також до появи і розвитку монотонності – цілісної характеристики психічної діяльності, яка відображає дисгармонію психічних процесів, що визначається низькою цінністю змісту, характеру роботи і недооцінкою важливості зусиль суб'єкта.

Тривожність розуміють як властивість особистості та не розглядають як умови, що склалися у трудовій діяльності. Проте численні дані показують, що стан тривожності існує і часто трапляється у робітників, службовців, людей небезпечних професій. Цей стан працівника прямо пов'язаний з особливостями виробництва та значно впливає на успішність праці. Це пояснюється тим, що ні в одному виді діяльності не вдається регламентувати службові обов'язки, технологічний процес так, щоб повністю виключити елемент невизначеності. Працівника часто переслідує почуття невдачі через неясно сформульовані дії і поведінку у ситуації, що склалася. У цьому полягає причина розвитку стану тривожності – цілісної характеристики психічної діяльності та поведінки суб'єкта за певний період часу, яка відображає концентрацію і тривалу фіксацію психічних процесів на передбачуваному небажаному результаті через відсутність алгоритму розуміння назріваючих подій.

Індиферентний стан властивий людині, яка зовсім не цікавиться виробничою ситуацією: їй не відомі ні мета системи, у якій вона опинилась, ні засоби, які ця система використовує для досягнення невідомого їй результату.

Інший спосіб аналізу умов праці працівника характеризує ступінь готовності його до активних дій у тій чи іншій ситуації. Відбиттям ступеня готовності оператора до дій є негативні функціональні стани. З одного боку, ситуація у системі ЛМС може бути: а) раптовою, несподіваною для людини, яка вимагає термінової мобілізації усіх її сил та засобів; б) стандартною, стереотипною, яка дозволяє реагувати миттєво, точно і без додаткових зусиль; в) передбаченою працівником наперед і очікуваною ним задовго до настання більш чи менш бажаних подій. З іншого боку, працівник може мати готові раціональні алгоритми вирішення визначених ситуацій, способи їх інтелектуального, логічного аналізу та приймати рішення на цій основі, але у деяких випадках він не має раціональних пояснень того, що відбува-

ється, тому не може знайти адекватну модель поведінки і реагує на ситуацію емоційно: відчуває страх, пригніченість, очікує невідворотних неприємностей, невдач та ін.

Раптова, несподівана ситуація за умови, що працівник може зреагувати на неї тільки емоційно, викликає емоційний стрес. Якщо ж людина-оператор розуміє ситуацію і знає способи її розв'язання, то зусилля, які потрібні для їх реалізації в екстремальних умовах, продукують стан психічної напруженості. Стандартна ситуація, яку розв'язують за допомогою стереотипної реакції, вимагає від працівника мінімальних зусиль і призводить при тривалій роботі до виникнення стану монотонності або відсутності мотивації.

Ситуація, що тривалий час очікується, передбачається та прискорюється зусиллями працівника, продукує психічну втому в тому випадку, коли він володіє необхідними способами діяльності і тривалий час їх реалізує. Якщо ж працівник передбачає ситуацію, але очікує виникнення небажаної події та не знає, як можна щонебудь змінити, тоді розвивається стан тривожності.

Класифікація функціональних станів як наслідків певних умов трудової діяльності на основі двох незалежних способів аналізу праці працівника показує, що існує тільки шість негативних функціональних станів: психічна втома, монотонність, психічна напруженість, тривожність, емоційний стрес, відсутність мотивації. Така класифікація дозволяє діагностувати стани за умовами діяльності людини-оператора, а також прогнозувати ці стани і керувати ними.

Позитивні функціональні стани робітника є величезним резервом для досягнення цілей ергономіки. Один із важливих чинників, що позитивно впливають на функціональний стан, – результати діяльності. Результат розуміють як ефект виробництва, тобто специфічний продукт енергетичних, транспортних, інформаційних, промислових та інших систем ЛМС, які показують відношення результату до витрат. Ефект виробництва виражає не мету виробництва, а ступінь реалізації мети праці у системі ЛМС.

Проектуючи систему ЛМС, ергономіст разом із конструкторами повинен передбачити у ній використання вищих психічних функцій оператора: уваги, пам'яті, мислення, сприйняття, уяви. Праця у системі ЛМС має ґрунтуватись на моральних якостях працівника: чесності, відповідальності, мужності, сумлінності, рішучості, щирості, тактовності, справедливості.

Працівник у системі ЛМС повинен розвивати у собі вміння оперувати науковою й об'єктивною інформацією, учитись у своїх діях організованості та переконливості, у діловому спілкуванні бути зрозумілим і конкретним, у своїх рішеннях – практичним. Орієнтація на операторів з дуже високими психологічними, моральними, діловими якостями та створення умов для ще більшого вдосконалення цих якостей не є надлишковими або обумовленими лише виробничими завданнями.

Задоволеність людини своєю працею – важливий чинник ефективної праці. З відсутністю задоволеності пов'язані диспропорції розподілу кадрів у регіонах, галузях і професіях, висока плінність кадрів, низька трудова і технологічна дисципліна.

Задоволеність – це почуття, яке відчуває людина при такому здійсненні її потреб і бажань, коли вона вважає проблему вирішеною, на противагу вона повер-

неться до неї знову. Задоволеність працею з'являється у людини тоді, коли збігаються очікувані зміст і характер праці з реальними. Вона може відігравати як позитивну, так і негативну роль і викликається як об'єктивними, так і суб'єктивними причинами.

Об'єктивна задоволеність працею – обов'язкова умова ефективного функціонування системи ЛМС, що дозволяє використати всі сили та здібності людини-оператора для досягнення мети системи ЛМС. У цьому випадку людина визначає своєю працею як справу честі, професійної доблесті, відчуває почуття патріотичної відповідальності за свою роботу.

Задоволеність працею досягають при врахуванні орієнтації людини на зміст праці шляхом розумного витрачання робочої сили за рахунок зниження інтенсивності впливу на працівника чинників фізичного середовища, розумної організації праці, нормального психологічного клімату в колективі, у взаєминах з керівниками і колегами по роботі. Задоволеність правильно спроектованою та чітко організованою працею супроводжує всі ефективно діючі програми у промисловості, на транспорті, у науці; вона характерна для винахідників, першопрохідників, видатних фахівців на виробництві й у сільському господарстві.

Суб'єктивна задоволеність працею деколи відіграє негативну роль. Після тривалого часу роботи у деяких системах створюється сприятлива обстановка з точки зору психологічного клімату, рівня робочого навантаження, заробітної плати, престижності професії та ін. Але на певному етапі науково-технічного прогресу ця система ЛМС може стати недостатньо ефективною, економічно збитковою, тому що створювана у ній продукція не буде відповідати новим, вищим стандартам якості. Необхідність переходу на нові характер і зміст праці у системі тягне за собою перепідготовку спеціалістів, руйнує усталені комфортні умови праці та звичний мікроклімат. Період упровадження нової техніки і технології створює певну невизначеність перспектив для людей, які звикли до усталеного соціального, матеріального та професійного стану, вимагає деколи від них суттєвих зусиль для засвоєння нових знань, умінь, навиків, підтвердження своєї професійної здатності у нових умовах. Виникає явище «психологічного бар'єра», що сповільнює темп науково-технічного оновлення виробництва. Бажання зберегти умови, які забезпечують задоволеність працею, призводить до зриву завдання переозброєння виробництва, порушень принципів соціальної справедливості, застійних явищ у галузі економіки, у впровадженні нових систем управління народним господарством, у підвищенні професійного рівня спеціалістів.

Об'єктивна незадоволеність працею через погану її організацію, порушення принципів справедливої оплати і правил охорони праці, відсталу технологію, низьку виробничу та технологічну дисципліну, невідповідність сучасним вимогам кваліфікації відіграє позитивну роль. Бажання поліпшити організацію праці, зробити її відповідною сучасним науково-технічним вимогам, виключити надмірний вплив чинників робочого середовища, нездорового соціального клімату породжує активність працівника. Потреба подолання безладності, безглуздості, недоцільності, марнотратства у праці є здоровою, природною основою незадоволеності своєю роботою, запорукою її удосконалення і подальшого почуття задоволення від праці.

Суб'єктивна незадоволеність працею зумовлена недостатньою підготовкою людини до праці, усім процесом її попереднього фізичного, морального, інтелектуального, професійного розвитку. У деяких випадках суб'єктивна незадоволеність працею зумовлена психологічними особливостями людини, яка неправильно відображає дійсний стан справ. Нерідко працівник прагне до значно більшого, ніж може досягнути за рівнем своєї підготовки та здібностей, применшує важкість дійсної ефективної роботи і перебільшує свої можливості. Участь у реальній праці та природні невдачі спонукають його шукати їхні причини у змісті і характері праці, які б вони хороші не були, а не вважати їх наслідком власного невміння та незнання. В інших випадках людина переоцінює свої досягнення у праці, а низьку якість результатів своєї роботи, невиконання норм, неекономне витрачання ресурсів пояснює поганою організацією роботи, дією інших перешкод, низькою престижністю професії та ін. Прагнення до нижчих результатів і недооцінювання своєї трудової успішності також можуть викликати почуття незадоволеності працею, яке є наслідком психологічних проблем їхнього носія. Будь-які зміни у змісті, характері, умовах, результатах праці не змінюють у таких випадках незадоволеності працею. Привести у відповідність дійсні якості праці та відношення до неї людини у цьому випадку можна тільки за рахунок психокорекційних заходів.

***Запитання для самоконтролю:***

- 1. Які існують принципи розподілу функцій між людиною і машиною?*
- 2. Зробіть порівняльну характеристику можливостей людини і машини.*
- 3. Розкрийте поняття «профорієнтація», «профінформація», «професійна консультація», «профвідбір», «профнавчання».*
- 4. Які існують негативні психічні стани, що впливають на робітника?*
- 5. Вкажіть чинники, які впливають на забезпечення задоволеністю працею.*

Література [1, 2, 5, 10].

## **Тема 6. Відбір і підготовка операторів**

### **План**

- 6.1. Оператор і його властивості.*
- 6.2. Підбір оператора до машини.*
- 6.3. Структура діяльності оператора.*
- 6.4. Визначення психофізіологічної придатності людини до роботи в системі.*
- 6.5. Надійність оператора. Тренування та навчання операторів.*

## 6.1. Оператор і його властивості

У процесі створення надійного діючого комплексу «оператор – машина – середовище» постає проблема підбору оператора до техніки, яку він має експлуатувати. При цьому треба знати, що буде робити оператор і які його *властивості*, а також можливості в керуванні машиною та її використанні.

Оператор у комплексі виконує, як правило, дуже багато функцій. До них належать: спостереження, розпізнавання, стеження, обчислення, логічні судження, імпровізація, прогнозування, аналіз подій, кодування і декодування, прийняття рішень, приймання і передавання команд, фільтрація корисних сигналів, селекція, вибір даних, згладжування, затримка сигналів, обмеження, складання, зміна і виконання заданих програм, консервація інформації, маніпулювання органами керування, тонкі координовані рухи, силові функції та ін.

Розглянемо, наприклад, роботу диспетчера на залізничному транспорті. Диспетчер, перебуваючи на диспетчерському пункті, приймає за допомогою селектора інформацію про стан поїздів на тій ділянці колії, за яку він відповідає. Ця інформація може складатися з повідомлень про готовність наступного ешелону до виїзду, про запізнення поїзда, про необхідність відправки позачергового складу поїзда, про завантаження колій і т. ін. Обов'язок диспетчера полягає в тому, щоб опрацювати прийняту інформацію і виробити рішення, спрямоване на забезпечення графіка руху поїздів. З цією метою він дає розпорядження поїзним бригадам, начальникам станції про дальший рух ешелонів, про прискорення або сповільнення ходу поїзда, про перекриття колій, про зупинку на маршруті, про постановку поїздів у тупик тощо.

Діяльність оператора можна зобразити з позицій розгляду так званого «чорного ящика». Це поняття введено в кібернетиці. Воно являє собою абстракцію, що відображає не будь-який об'єкт, а відношення дослідника і об'єкта, причому таке відношення, яке в чистому вигляді ніколи не здійснюється. При такому розгляді дослідника цікавить лише сукупність сигналів на вході та відповідних реакцій на виході у вигляді статистичних або динамічних характеристик «чорного ящика». У цьому разі виникає ряд проблем. Зокрема, треба визначити характеристику оператора шляхом співставлення сигналів на вході й відповідних реакцій на виході і, таким чином, розробити алгоритм спостереження. На основі аналізу реакцій і вже відомої характеристики оператора можна відновити сигнал і передбачити реакції оператора при заздалегідь відомій його характеристиці.

Використання принципу «чорного ящика» виправдане не в усіх випадках. Тому оператора іноді розглядають як елемент у замкненому колі керування і його дії схематично зображують шляхом з'єднання трьох ланок (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Схема дій оператора як елемента у вигляді послідовного з'єднання трьох ланок



Перша ланка є підсумовуючою. У ній здійснюється приймання і підсумування в певних пропорціях сигналів інформації. За динамічними властивостями цю ланку можна зобразити як підсилювальний елемент із запізнюванням (постійна часу порядку 0,2 – 0,5 сек.). Друга ланка – специфічний обчислювач із самонастроюванням. З точки зору динаміки він має властивості підсилювальної, інерційної і форсуючої ланок. Третя ланка – це нервово-мускульна дія на об'єкт керування, або своєрідний підсилювач потужності. За динамічними властивостями – це інерційна ланка з постійною часу 0,1 – 1 сек. (величина останньої залежить від індивідуальних властивостей оператора). У найпростішому випадку всі три ланки розглядають як одну. Вона характеризує оператора як виробляючого зусилля вхідного сигналу за певну кількість рухів із затримкою за часом 0,2 – 0,5 сек. (рис.6.2).

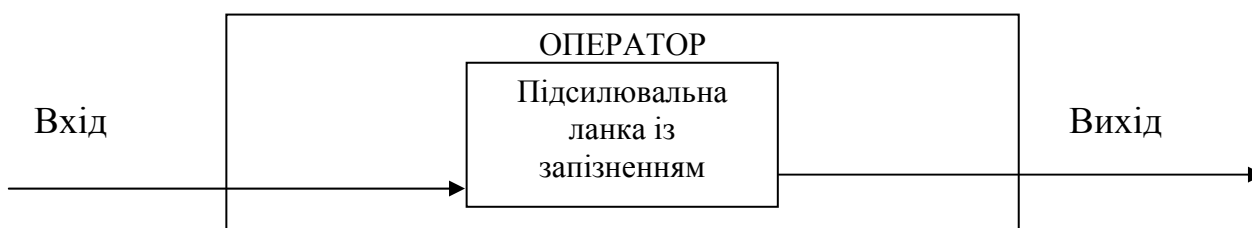


Рис. 6.2. Схема дій оператора як елемента у вигляді однієї ланки

Таке зображення оператора виправдане лише в найпростіших ситуаціях його діяльності в комплексі. У реальних системах функції оператора значно складніші і його дії багатогранніші, ніж це було показано вище.

У багатьох випадках оператора подають як одержувача інформації і досліджують його так само, як і автомат. При цьому намагаються використати методи теорії інформації, що вивчає кількісні характеристики інформації й математичні методи проектування процесів її передавання та обробки.

У теорії інформації поняття «кількість інформації» має точне визначення. Методи оцінки кількості інформації ґрунтуються на загальному і суто природному положенні: чим більше невизначений наслідок тієї чи іншої події, тим більше інформації має повідомлення про нього. Якщо для події можливий тільки один наслідок, то кількість інформації про нього має дорівнювати нулю

Повідомлення «Із станції Дарниця був відправлений вантажний потяг» – приклад повідомлення з нульовою інформацією.

Якщо для події можливі кілька наслідків, то кількість інформації про наслідок максимальна, коли однаково ймовірний будь-який з наслідків. Так, повідомлення про відправлення 20 вантажних потягів із станції Дарниця за тиждень має максимальну кількість інформації.

Кількість інформації зменшується, якщо різні результати неоднаково ймовірні. Усі ці й деякі інші міркування відобразились у формулі, що визначає кількісну міру невизначеності події, яка дістала в теорії інформації назву *ентропії події*.

Проілюструємо на простому прикладі процедуру обчислення ентропії. В умілих руках високоякісний верстат навіть при виготовленні дуже точних ви-

робів дає не більше 5 % браку. Отже, ймовірність виготовлення придатних деталей дорівнює 0,95, а бракованих – 0,05.

Для спрацьованого або погано налагодженого верстата ймовірність появи якісних і бракованих деталей однакова і дорівнює 0,5.

Щоб не було невизначеності в результаті події, повідомлення про неї повинне, очевидно, мати кількість інформації, яка б дорівнювала величині ентропії. Отже, за допомогою наведеної вище формули можна підрахувати кількість інформації, яку необхідно одержати про систему, що перебуває під наглядом чи контролем, для повного уявлення про результати її функціонування.

За одиницю кількості інформації береться біт-інформація, що міститься в повідомленні про результати події, для якої можливі два однаково ймовірні результати. Одиницю інформації має, наприклад, повідомлення, що верстат з ентропією, яка дорівнює одиниці, видав якісну (неякісну) деталь, або повідомлення, що підкинута вгору монета впала гербом (решкою) догори.

У техніці зв'язку, біології та обчислювальній техніці пропускна здатність інформаційних каналів зазвичай обчислюється в бітах за секунду. Такий єдиний вимірник кількості інформації дає змогу співставляти інформаційну ємність і продуктивність засобів передавання та обробки інформації. Відомо, наприклад, що зоровий канал людини, через який проходить понад 90 % інформації, пропускає 1 000 000 біт/сек., тобто стільки ж, скільки хороший телевізор. Відчуття дотику людини має пропускну здатність 1 000 000 біт/сек., а для слухового каналу вона становить 10 000 біт/сек. Цим величинам відповідають пропускні здатності середньої ЕО, радіо і телефону. Пропускна здатність людського мозку становить 50 – 100 біт/сек., приблизно таку ж пропускну здатність має телеграф.

Усі оператори відрізняються один від одного. Проте існують все-таки якісь середні, статистичні характеристики, властиві більшості операторів.

## **6.2. Підбір оператора до машини**

Для експлуатаційників та організаторів виробництва ергономістам необхідно розробити наукову основу відбору операторів для виконання професійних функцій, обґрунтувати ергономічні принципи об'єднання операторів у бригади, ланки та екіпажі, розробки рекомендації щодо ефективної підготовки операторів і виробити ергономічні вимоги до пристроїв для тренування операторів.

Вартість підготовки операторів останнім часом набагато зросла. Тому до їхнього відбору треба ставити підвищені вимоги. У США, наприклад, з 500 кандидатів у космонавти до другого туру було допущено лише 65, а зараховано до загону – лише 11, тобто приблизно 2 %.

Правда, іноді замість відбору деякі спеціалісти вдаються до гіпнозу. Так, англійський медик доктор Блек загіпнотизував трьох робітників низької кваліфікації і поставив їх до складних машин. Підкоряючись наказам гіпнотизера, робітники виконували операції, які доступні лише дуже досвідченим майстрам.

Нам здається, що цей спосіб навряд чи вартий того, щоб його наслідувати і тим більше поширювати.

Відомо, що кожна людина в деякій мірі придатна для тієї чи іншої діяльності, особливо для складних її видів. У цілому успіх роботи може бути забезпечений лише тоді, коли здібності та якості людини відповідають вимогам, що ставляться до даного виду діяльності.

Людина може бути непридатною до одного виду діяльності, до другого вона може виявляти середні здібності, а до третього – вже цілком здібною.

Придатність людини до тієї чи іншої діяльності можна визначити, якщо відомі вимоги, які ставляться даним видом діяльності до сенсорики, зосередженості, інтелекту, витримки людини, та її психологічні особливості. Тому для розв'язання питання про оптимальне трудове використання людини необхідно залучити інформацію про такі важливі для даної професії особливості особистості:

- ❖ Анатомо-фізіологічні фактори (силу, рухливість, урівноваженість тощо);
- ❖ Психомоторні та інтелектуальні фактори (точність координації рухів, ступінь кінетичного почуття, просторове уявлення, логічне мислення, розуміння техніки тощо);
- ❖ Властивості характеру (усвідомлення відповідальності, почуття обов'язку, цілеспрямованості).

Встановлено, що людині, яка обслуговує керовані системи, часто необхідна здібність зосереджуватись, що, по суті, є функцією сили нервової системи. Інші якості людини, такі, як самовладання, впевненість і витримка, залежать більше від урівноваженості нервових процесів. Урахування цих закономірностей є необхідною умовою професійної підготовки операторів.

Дослідження трудових вимог не можна обмежувати якісним описом. Потрібен ретельний аналіз праці з подальшим експериментальним обґрунтуванням особливостей поставлених вимог. Аналіз конкретної діяльності має бути спрямований на дослідження психологічних процесів, що відбуваються під час діяльності оператора.

Спеціалісти, які досліджують, наприклад, діяльність оператора за пультом керування, повинні звертати увагу на такі запитання:

- ❖ Які сигнали та скільки їх за одиницю часу має приймати людина;
- ❖ Як відбувається керування робочими операціями;
  - ❖ В яких точках виникають рішення;
  - ❖ Як поводить себе людина в складних ситуаціях;
  - ❖ Які умови впливають на неї особливо тяжко.

У результаті такого психологічного аналізу можна скласти каталог імовірних трудових вимог.

Найбільш складною проблемою є правильне визначення необхідних особливостей особистості оператора. Тому доцільно скласти картотеку робочих місць із професійними вимогами для різних видів діяльності. У цю картотеку мають бути внесені, наприклад, такі компоненти:

- ❖ Робоче місце та знаряддя праці;
- ❖ Вид діяльності й робочого процесу (одно- або багатроверстатна праця, одноманітна або перемінна праця, темп);
- ❖ Необхідні знання;

- ❖ Потрібна освіта;
- ❖ Вид і ступінь фізичного навантаження;
- ❖ Вплив факторів навколишнього середовища (температури, освітлення, шуму тощо);
- ❖ Вимоги, що ставляться до розумових здібностей;
- ❖ Точність і швидкість виробничих рухів;
- ❖ Вимоги до готовності до дії та надійності, а також до почуття відповідальності;
- ❖ Необхідні якості особистості.

На основі встановлених професійних вимог мають бути розроблені або обрані відповідні діагностичні методи дослідження придатності оператора для тієї чи іншої діяльності.

Методика дослідження професійної придатності операторів полягає ось у чому. Спочатку необхідно зробити аналіз трудових вимог шляхом вивчення даної роботи. Потім за допомогою обраних психологічних методів треба дослідити групи людей різних професій, визначивши спочатку їх професійні успіхи. Після цього необхідно порівняти результати експериментальних досліджень з відповідним критерієм, встановленим статистичними методами.

Досліджуючи професійну придатність, треба відповісти на такі запитання:

- ❖ Яке співвідношення між наявною та необхідною здібностями оператора виконувати дану роботу;
- ❖ Як відбувався попередній розвиток оператора (аналіз біографії та оцінка наявних документів);
- ❖ Які прогнози подальшого розвитку;
- ❖ Як має здійснюватись підготовка, щоб забезпечити професійний успіх.

У багатьох випадках психологічне дослідження професійної придатності доповнюється лікарським обстеженням.

Щоб відповісти на питання, чи виправдані витрати, пов'язані з дослідженням професійної придатності операторів, звернемося до такого прикладу. На одному з підприємств Будапешта у двох рівнозначних цехах працювало по 700 чоловік. В обидва цехи потрібні були ще по 300 робітників. Ергономісти встановили, що навчання професії на цьому підприємстві тривало три місяці, потім місяців зо два люди на практиці оволодівали своєю справою. За рекомендацією ергономістів в один цех людей набрали без відбору. В другий цех ергономістів відібрали 300 кандидатур з 500. через шість місяців провели контрольне обстеження. І що ж виявилось? У першому цеху половина новачків кинула підприємство. Збитки цеху від цього становили 800 тис. форинтів (один форинт дорівнює 7,6 коп.). У другому цеху пішли тільки 4 чоловіки, а решта після закінчення навчання зразу ж почали наполегливо працювати і швидко стали повноцінними робітниками.

### **6.3. Структура діяльності операторів**

Ергономічні вимоги до організації діяльності включають комплекс вимог, які обумовлюють, в основному, інформаційну взаємодію людини – оператора з

технічною частиною системи ЛМС (вимоги до алгоритму і структури діяльності, до інформаційних моделей, до спеціальної та експлуатаційної документації).

Ергономічні вимоги до структури й алгоритму діяльності – це не кінцеві вимоги, а система правил і положень, які необхідно враховувати при проектуванні. Структура діяльності є логічною та просторово-часовою організацією дій чи операцій, які виконує людина-оператор ізольовано або разом із машиною з метою досягнення певної трудової мети в заданих умовах. За ГОСТ 26387-84 алгоритм діяльності – це припис, що визначає зміст і послідовність дій оператора в системі ЛМС. Розробка (проекування) алгоритму та структури діяльності є необхідним етапом при вирішенні більшості ергономічних питань у процесі проектування системи ЛМС і ергономічної оцінки (експертизи) її на стадіях розробки.

Структура діяльності людини-оператора включає вирішення (виконання) кінцевого завдання (циклограма діяльності на загальносистемному рівні), часткових завдань на під системному (технологічному) і на психологічному рівнях.

Із призначення системи в цілому, її організації, властивостей впливає перший клас вимог до структури діяльності «людина-оператор-системні вимоги». Найзагальнішими вимогами цього класу є необхідність пристосування структури діяльності людини до виконання тих функцій системи, які призначені для оператора. Такі показники, як час переведення системи із одного стану в інший, ефективність, надійність, ремонтоздатність, належать до часткових вимог. Особлива група системних вимог пов'язана з груповою взаємодією і груповою сумісністю колективу операторів.

Структура групової діяльності визначає, з одного боку, розподіл функцій між операторами, а з іншого – соціально-психологічну організацію групи. Соціально-психологічні вимоги необхідно враховувати і при формуванні структури діяльності окремого оператора. Як правило, оператор взаємодіє з іншими операторами, причому ця взаємодія має не тільки операторський, а й особистий характер. Системні вимоги до структури діяльності оператора в багатоопераційних системах включають необхідність визначення галузей і рівнів відповідальності операторів – узгодження індивідуальних алгоритмів діяльності та засобів їх реалізації з метою спільного вирішення завдань.

Другий клас вимог до структури діяльності визначають психофізіологічні й фізіологічні закономірності поведінки активності людини-оператора. Ці вимоги є основою, на якій будують конкретний проект діяльності або за допомогою якої виявляють реальну структуру діяльності в конкретних системах ЛМС. Структура й алгоритм діяльності мають забезпечувати вирішення завдання в усіх передбачених умовах з необхідною ефективністю за показниками діяльності та з допустимою фізіологічною напруженістю людини-оператора.

Діяльність може включати в себе автоматизовані (стереотипні) дії, які виконують як цілісний акт, і відкриті репродуктивні, котрі здійснюють як усвідомлені послідовні кроки перетворення інформації за певною логічною схемою.

До діяльності належать також закриті репродуктивні дії. Їх внутрішню структуру визначити точно – складно. Тут може допомогти список логічних умов (значень сигналів), які повинна враховувати людина під час прийняття

рішення. Для творчих (продуктивних) дій можна подати тільки список можливих ситуацій. При паралельному і послідовному виконанні розрізняють суміщені та несуміщені одна з одною дії. Одне й те ж саме завдання в різних умовах може бути вирішене за допомогою різних, потенційно можливих дій. Діяльність також включає дії, які виконують після первинного навчання (малодосвідченим операторам) або після великої кількості аналогічних реалізацій (досвідченим оператором), а також паузи, призначені для переключення уваги, спонтанного періодичного відвернення, виконання надситуаційних дій, відпочинку, очікування змін ситуації, виконання операцій машиною або іншим оператором.

Структура діяльності не має суперечити психологічним і фізіологічним характеристикам людини та закономірностям її діяльності. Враховується вплив умов діяльності на структуру діяльності з боку мотивів, установок, психічних і фізіологічних станів і чинників середовища.

Характерною рисою діяльності оператора є те, що він позбавлений можливості безпосередньо спостерігати за об'єктами, якими управляє, і за зовнішнім середовищем, а також змушений користуватися інформацією, яка потрапляє до нього каналами зв'язку. Діяльність оператора здійснюється не з реальними об'єктами, а з їхніми заміниками або імітуючими їх образами, які називають інформаційними моделями—умовними відображеннями інформації про стан об'єктів діяння системи «людина—машина» і способів управління ними (ГОСТ 26387-84). Інформаційна модель є тим джерелом інформації, на основі якого оператор формує образ реальної обстановки (концептуальну модель), здійснює аналіз та оцінку ситуації, що склалася, планує управлінські дії, приймає рішення, які забезпечують правильну роботу системи і виконання покладених на неї завдань, а також спостерігає й оцінює результат їх реалізації.

#### **6.4. Визначення психофізіологічної придатності людини до роботи в системі**

Жодна система «людина – машина – середовище» не може ефективно функціонувати, якщо в ній працює людина, професійно непридатна або яка взагалі не знається на цій справі. Адже ми маємо змогу впливати, змінювати технічний елемент системи та певною мірою елемент «середовище». Проте ми не можемо перебудувати людину: її можна навчити новим прийомам роботи, але, наприклад, зробити такою, що без додаткових засобів зможе перебувати у відкритому космосі, – ні. Тому стосовно працівників при побудові нової чи вдосконаленні діючої системи варто говорити про відповідність характеристик людини вимогам і умовам трудової діяльності в системі, тобто про професійну придатність.

Відповідність означає, що даний індивід із властивими лише йому характеристиками та якостями зможе ефективно освоїти й використати професійні знання, вміння, зможе швидко набути необхідних навичок і продуктивно працювати в стандартних умовах даного виду професійної діяльності.

Більшість науковців визначає професійну придатність як сукупність психічних і психофізіологічних особливостей людини, потрібних для досягнення

певного рівня ефективності у професійній праці. Відповідно до цього визначення, базовим для оцінення придатності людини до роботи в певній системі є психофізіологічна її придатність. Пояснюється це просто. Психічні та психофізіологічні властивості відповідають за освоєння людиною певних знань, навичок, умінь та формування адекватних дій у стандартних умовах, тобто вони є важелями, які можуть сприяти повній реалізації потенціалу людини в певних умовах, що дозволить їй ефективно працювати.

Професійна придатність є оцінкою відповідності майбутнього працівника даної системи щодо:

- фізичних даних – низка професій може висувати до кандидатів суворі вимоги щодо стану здоров'я, наприклад, не кожна людина може керувати літаком або працювати в дитячих установах; водночас стан здоров'я свідчить про потаємні страхи чи пристрасті людини, про її темперамент тощо. Так, якщо людина хворіє на гіпертонію, то швидше за все вона має низьку адаптивність до стресів, звикла приховувати гнів;

- властивостей нервової системи – всі вони є вродженими та суттєво впливають на формування характеру. Властивості нервової системи – реакції збудження та гальмування – визначають рівень конфліктності особи, її активність і комунікабельність;

- акцентуованих рис особистості – акцентуація характеру певною мірою впливає на поведінку людини, отже, можна прогнозувати дії, що зробить людина за тих чи інших обставин;

- стилю інформаційного взаємного обміну – характеризує стиль і методи спілкування, механізми аналізу та прогнозу інформації й способи прийняття рішень;

- менталітету – будь-яка особа має певні схильності до роботи й методів її виконання, а ментальність відіграє роль регулятора адекватності сприйняття загальнолюдських цінностей, правил, норм.

Крім того, серед професійно важливих ознак трудової діяльності, що визначатиме придатність особи до роботи в системі, виділяють такі.

Сенсорна діяльність у різних видах праці може відрізнитися навантаженням на той чи інший аналізатор: зоровий, слуховий, тактильний, м'язово-суглобний, інші, а також на комплекс аналізаторів. Існують професії, де головним аналізатором є слуховий, в інших важливу роль відіграють смакові, органи нюху. Крім аналізаторів, враховують характер самого сприйняття.

Професійні особливості мислення є обов'язковим компонентом праці. Мислення як професійну ознаку виділяють у тих професіях, де необхідно оцінювати будь-яку ситуацію, що вимагає прийняття рішення залежно від обставин. НТП постійно підвищує вимоги до мислення. У деяких професіях важко розділити фізичну та розумову діяльність. Так, у цілій низці робіт руками часто має місце наочно-дійове мислення, проте є види трудової діяльності, де інтелектуальний компонент підвищується (в автоматизованих системах).

Сенсомоторна діяльність викликається сенсорним компонентом, і реалізація цієї дії контролюється цим же компонентом. За сенсорномоторною координацією професії дуже різняться між собою. Є професії, де компонент дії має

простий характер: відповідь на ситуацію, що виникла, виконання ручних дій – поворот важеля, натискання кнопки. У багатьох професіях важливу роль відіграє швидкість реакції, але дії лишаються простими.

Увага виконує функцію контролю діяльності, невід'ємно від сприйняття та мислення є постійною складовою діяльності. У різних професіях окремі властивості уваги мають різні значення. Деякі професії вимагають тривалої уваги, інші – періодичної концентрації уваги.

Пам'ять необхідна незалежно від виду трудової діяльності. Значними є навантаження на пам'ять під час навчання певному виду праці, коли ще не сформовані трудові навички, а після навантаження на пам'ять знижується. Деякі професії вимагають короткочасної чи оперативної пам'яті як важливої професійної ознаки.

Емоційно-вольова сфера також присутня в будь-якій діяльності, адже робота викликає емоції у людини, формує певне ставлення до праці, пов'язане з мотивами та потребами людини.

Водночас якщо розглядати категорію професійної придатності як оцінку відповідності людини її посаді, то варто згадати про таку ознаку придатності як рівень професійної підготовки.

Як бачимо, основні критерії та ознаки, що характеризуватимуть особу як цілком придатну чи непридатну до того чи іншого виду діяльності, пов'язані з психофізіологічними та психічними якостями, параметрами людини. Щоб оцінити ступінь професійної придатності людини до певного виду трудової діяльності, користуються кількома методами. Зміст більшості зводиться до того, щоб виявити професійно важливі якості, ступінь їх необхідності (важливості) та особистісні властивості.

Найпоширенішим нині методом визначення професійної придатності є метод інженерно-психологічного аналізу.

Зміст методу полягає у побудові психологічного еталону спеціальності (далі ПЕС). З цією метою розробляють алгоритм рішення задач – виконання обов'язків відповідним спеціалістом, та на основі спостережень, інтерв'ю, хронометражу діяльності будується психограма, тобто визначається, які психофізіологічні функції, та особистісні характеристики забезпечують кожну складову алгоритму. Відтак за допомогою порівняння показників даного еталона з характеристиками претендента (особистісні характеристики, що дозволяють виконувати завдання, зазначені в алгоритмі) визначається його відповідність, тобто придатність або навпаки.

Достовірність такого визначення дуже залежить від низки суб'єктивних чинників: чим вищий рівень професійної майстерності фахівців, що розробляли психограму та будували алгоритм професійної діяльності (й відповідними будуть методи діагностики претендентів), тим достовірнішим буде результат. Крім того, даний метод має ряд об'єктивних недоліків:

- відсутність коректної шкали рівня необхідності тих чи інших професійних якостей для даної спеціальності;
- відсутність шкали рівня недопущення тих чи інших професійних якостей для даної спеціальності;



- відсутність організації предметної області «професійна психодіагностика», тобто нівелювання цілої низки властивостей у рамках одного класу.

Через названі недоліки унеможлиблюється процес визначення ступеня придатності претендента, набір професійно важливих якостей стає некоректним. Якщо не виявити якості, неприпустимі для даної професії, то це може завадити у практичній діяльності, особливо, якщо робота пов'язана з потенційно небезпечними технологіями. У разі недостатнього ступеня розвитку їх можна компенсувати іншими властивостями, проте компенсувати неприпустимі для спеціальності властивості практично неможливо.

Не менш поширеним на практиці методом професійного відбору працівників, визначення їх придатності є метод класифікації видів діяльності. В основі даного методу – принцип систематизації через зменшення кількості спеціальностей і, відповідно, кількості психологічних еталонів через їх укрупнення. Як свідчить світовий досвід, уніфікація спеціальностей виявилася необґрунтованою через те, що не було запропоновано єдиних критеріїв класифікації спеціальностей. Розроблені критерії виявилися занадто узагальнюючими, тобто нівелювалися важливі властивості в рамках класу, крім того, не розроблено коректної шкали рівня необхідності та недопущення тих чи інших професійних якостей для даної спеціальності.

Метод «пілотажного обстеження». Основою даного методу є гіпотеза: якщо по кожній спеціальності обрати експертами 5–6 осіб, ефективність діяльності яких незаперечна, та обстежити їх за широким спектром властивостей, то отримані результати дадуть комплексний портрет, який і буде психологічним еталоном професії.

Нині науковцями вже доведено, що визначені таким методом ПЕС не завжди будуть коректними, оскільки ефективність діяльності спеціаліста не гарантує його психологічної відповідності спеціальності. Компенсаторні властивості організму людини майже необмежені, що часто приводить до того, що людині вдається компенсувати свою професійну непридатність. Зрозуміло, що робота в такому режимі пов'язана із значними енергетичними й емоційними витратами, що рано чи пізно призводить до незворотних зрушень у соматичі, тобто до хвороби. Крім того, отримані дані нестабільні, оскільки можуть існувати працівники з кращими характеристиками, адже ми порівнюємо властивості претендентів з ознаками вибраних людей, а не з еталоном професії.

Метод контрастних пар. Даний метод передбачає реалізацію такої технології:

- побудова психологічного еталону спеціальності;
- підбір діагностичних методик;
- визначення діапазону відхилень, що є прийнятним по кожній з діагностичних методик;
- тестування претендентів;
- оцінка міри придатності претендента.

Перший етап реалізується за допомогою анкетування. Для анкетування обираються групи спеціалістів, які досягли значних успіхів у даній сфері трудо-

вої діяльності, та тих, що не змогли себе реалізувати. Набором критеріїв визначення успішності або навпаки є формальні ознаки, як-от подяки тощо. Кожна група має налічувати не менше 50 осіб, щоб урахувати статистичні вимоги до аналізованих фактів, а також вона має бути репрезентативною. При цьому визначається такий спектр властивостей:

- сенсорно-перцептивні (сприйняття форми та простору, рухів і кольору, слухове сприйняття, виявлення змінених характеристик зовнішнього середовища, сприйняття часу та тексту, зорова працездатність);
- мнемічні (запам'ятовування мимоволі, короткотермінова та оперативна пам'ять, образна пам'ять, збереження даних у довгочасній пам'яті, здібності до навчання)
- атенційні (стійкість, концентрація, розподіл уваги, її перемикавання та вибірковість);
- імажинитивні (маніпулювання уявленнями, чіткість уявлень);
- мислення (репродуктивне, продуктивне, образне мислення, креативність, мовні властивості);
- нервової системи (сила нервової системи, її рухомість і лабільність);
- когнитивного стилю (полenezалежність – полезалежність, рефлексорність імпульсивність, аналітичність – синтетичність, образність – вербальність, інтерферентність (захищеність від перешкод), гнучкість – ригідність когнитивного контролю, толерантність до нереального досвіду);
- психомоторні (швидкість і точність реакцій, силова характеристика рухів, просторово-часова характеристика рухів, моторика пальців, координація рухів);
- особистісні (емоційно-вольова стійкість, самооцінка, рівень домагань, комунікативність, відповідальність, емпатія (здатність співчувати), організаторські здібності, соціальна чуттєвість, лідерство, мотивація досягнень, схильність ризикувати, адаптаційний потенціал, поведінкова регуляція, моральна нормативність, конформізм – нонконформізм, конфліктність, компромісність, агресивність);
- функціонального стану (непродуктивне нервово-психічне напруження, стан вегетативної нервової системи).

На другому етапі всі результати тестування групуються і ранжируються. При цьому ранжирування проводиться за визначеною шкалою необхідності чи неприпустимості тієї чи іншої ознаки, й, отже, формується усереднене значення характеристик, що відповідає портрету професії. Порівнюючи створений портрет професії з характеристиками претендента (за тією самою схемою), визначають міру придатності кандидата.

Проте метод має недолік: велику витратність, а також можливість включення до групи експертів невідповідних людей (психологічно непридатних до даної діяльності).

В останні роки дедалі більше підприємств користуються методом двох портретів. Даний метод передбачає виявлення певних психологічних еталонів спеціальності й реальних психологічних портретів претендентів. Завдання по-

лягає у виборі методу порівняння ПЕС і портрета претендента для визначення ступеня їх схожості.

На основі визначення базових необхідних властивостей – ознак професії та людини (див. метод контрастних пар) проводиться експертна оцінка певних властивостей (ПЕС). До участі в експертизі обов'язково залучаються найдосвідченіші спеціалісти у відповідній професійній сфері.

Для побудови психологічного еталону спеціальності кількість експертів повинна становити від 5 до 10 осіб, як правило, їх число має бути непарним. Робота одного експерта триває не більше 30 хвилин. Відповідаючи на запитання, експерт користується шкалою:

Якості необхідні	+ 3 бали
Якості обов'язкові	+ 2 бали
Якості бажані	+ 1 бал
Якості не мають значення	0 балів
Якості небажані	1 бал
Якості протипоказані	2 бали
Якості неприпустимі	3 бали.

Значним позитивним моментом цього методу є те, що використання оцінки експертів дозволяє уникнути суб'єктивності оцінок та автоматизувати процес діагностики. Крім того, даний метод дозволяє доповнити портрет професії якостями, що характеризують соціальний, професійний, освітній статуси, медичними нормами тощо.

Реальний портрет претендента будується на підставі аналізу якостей і характеристик людини за схемою вищезгаданих властивостей – ознак професії, що дає можливість порівнювати отримані результати з еталоном професії. Порівняння портрета й еталона дозволяє визначити показники резерву (перевищення рівня розвитку властивостей у реальному психологічному портреті претендента над вимогами психологічного еталона спеціальності), дефіциту (перевищення вимог психологічного еталона спеціальності над рівнем розвитку властивостей у реальному психологічному портреті) і відповідності посаді (відношення резерву до дефіциту).

Отже, професійно придатною особою можна вважати людину, яка отримала оцінку із зазначенням відповідності або резерву даній професії.

## **6.5. Надійність оператора. Тренування та навчання операторів**

Двадцять перше століття переповнює людину потоком інформації. Особливо важко доводиться операторам. В Англії, наприклад, оператор стає непрацездатним у 40 – 45 років. Тому перед дослідниками стоїть завдання вивчення надійності оператора і підвищення його стійкості під час функціонування в комплексі «оператор – людина – середовище».

Під *надійністю* оператора слід розуміти його властивості виконувати функції, продиктовані йому в даній системі, без помилок протягом певного часу в заданих умовах.

У технічних системах надійність кількісно оцінюють за параметрами (напрацюванню, напрацюванню до відказу, сумарному напрацюванню і т. ін.) та ймовірнісними характеристиками (ймовірністю безвідмовної роботи, ймовірністю відмов, інтенсивністю відказів і т. ін.). Найважливішим у теорії надійності є поняття відмови – повної чи часткової втрати здатності виконувати задані функції. В оператора відмовами є помилка під час сприймання інформації, прийняття рішень, виконанні керуючих дій і припиненні робіт під впливом стресових дій, а також порушення часових режимів роботи тощо.

Деякі характеристики надійності оператора, як показав В. Д. Небиліцин, можуть залежати від довгочасної витривалості, витривалості до екстреного напруження і перенапруження, завадостійкості, спонтанного відвернення, стійкості до дій різних факторів середовища.

У науково-дослідному інституті психології Академії педагогічних наук СРСР встановлено, що в складних, наприклад, аварійних, ситуаціях, що вимагають великої активності, успішніше діють особи із сильним типом вищої нервової діяльності. Їх доцільно використовувати як диспетчерів. Проте для виконання монотонної роботи, виявляється, більше придатні особи з слабким типом вищої нервової діяльності.

Відома не одна спроба кількісно визначити надійність оператора. Але всі вони поки що закінчувались невдало. Тому навряд чи можна розраховувати на те, що коли-небудь буде одержано якийсь «абсолютний коефіцієнт надійності оператора».

Часто до питання визначення надійності оператора підходять потехнічному, розробляючи математичний апарат для розрахунку безвідмовної й безпомилкової роботи оператора, причому останнього розглядають як кібернетичний «чорний ящик». Внутрішні ж характеристики, особливості та властивості цієї живої ланки в розрахунок не беруться. І не випадково, що це призводить до великих прорахунків і навіть до явних нісенітниць. Так, професор Б. Ф. Ломов описує випадок, коли визначена таким чином надійність оператора виявилась більшою 100 %, хоч оператор і допускав помилки.

Щоб судити про надійність оператора, треба, крім його «наявних» властивостей, знати потенційні якості, які, до речі, безперервно змінюються в процесі життєдіяльності. Відомо, наприклад, що оператор, знайшовши новий спосіб дії та змінивши ставлення до завдання, може істотно підправити свій коефіцієнт надійності.

Імовірність помилкових дій оператора визначається дуже різноманітними причинами. Припускаючи, що оператор найкращим чином може діяти за так званих оптимальних умов, види його діяльності можна розподілити так (від найвищої до найнижчої надійності):

- ❖ Проста дискретна реакція на одиничний дискретний сигнал;
- ❖ Проста, але змінна реакція на послідовність одиничних сигналів;
- ❖ Одиночна дискретна реакція на багатозначні сигнали, що вимагають вибору, оцінки й прийняття рішення;
- ❖ Послідовні незалежні реакції на багатозначні сигнали, що вимагають вибору, оцінки та прийняття рішень;

- ❖ зв'язані реакції на сигнали, що випадково змінюються і вимагають екстраполяції, тлумачення й прийняття рішення;
- ❖ комплексна реакція на складні сигнали, що включає узгодження з діями іншого оператора.

Надійність оператора значною мірою залежить від виду і характеру інформаційної моделі системи; вирішення її сенсорного і сенсомоторного полів; просторово-антропометричної, біофізичної та техніко-естетичної сумісності оператора і машини; стресових навантажень на оператора; наявності негативних або позитивних емоцій; ступеня професійного тренування; взаємодія та психофізіологічної сумісності членів екіпажу, режимів праці й відпочинку. Необхідно враховувати також вплив мотивації: задачі повинні належною мірою мобілізувати увагу оператора, але не викликати в нього замішання. Не можна, нарешті, забувати й про те, що в діях оператора час від часу бувають помилки, причини яких іноді зовсім не можна пояснити. У зв'язку з цим конструктор повинен створювати машину так, щоб її недоліки і зовнішні умови не були первинними факторами зниження надійності оператора.

Взагалі в сучасній техніці гострою є проблема оцінки ступеня надійності та ефективності роботи оператора, об'єктивного контролю за його станом та регулювання останнім. У принципі можна створити пристрій, який розпізнавав би стан оператора і, в залежності від результатів пізнання, перерозподіляв функції між ним і машиною, змінював потік інформації, адресованої людині, впливати на неї в потрібному напрямку.

Проблеми, пов'язані з *тренуванням* операторів, посідають одне з головних місць в ергономіці. Відомо, що чуттєві, обчислювальні та моторні можливості людини не є незамінними, раз і назавжди даними величинами, а залежать від багатьох причин і змінюються згідно з набуттям практичного досвіду. Так, досвідчений льотчик за звуком визначає швидкість обертання вала турбіни з точністю до 1 – 2 %, а звичайний – з точністю до 8 – 10 %; у тренуваного дишефрувальника розв'язуюча здатність ока при бінокулярному зорі становить кілька кутових секунд, а у звичайного – одну хвилину; досвідчений текстильник розрізняє майже сто відтінків чорного кольору, а звичайний цього зробити не може.

Тренування операторів – це довгий і дорогий процес, особливо в тих випадках, коли машина створена без точного врахування психофізіологічних можливостей оператора. Наприклад, тривалість навчання одного американського льотчика-винищувача становить четверту частину строку його служби і коштує 50 тис. доларів.

Тренажери поділяються на статичні й динамічні. Статичні тренажери, як правило, використовують для тренування операторів, які мають працювати на порівняно нескладних машинах.

Тренажери створюють і для льотчиків, і для космонавтів, і для водіїв тролейбусів і тепловозів. Ними користуються оператори, які готуються стати диспетчерами; керуючими енергетичними системами; рухом поїздів, системами регулювання повітряним рухом тощо.

Для ефективного використання тренажерів велике значення має сама методика навчання на них (систематичність, поступовість, повторюваність і періодичність тренувань). Дуже важливо при цьому визначити час, необхідний для тренування оператора, і схопити той момент, коли в оператора вже сформуються професійні навички.

Використовуючи тренажери, можна науково обґрунтувати тривалість чергування, розподілити навантаження за часом, організувати відпочинок тощо. При цьому можна розробити й рекомендації, як зняти напруженість і підвищити увагу, пильність, надійність. Не останнє місце належить тренажерам і в розв'язанні питання про інтенсифікацію навчального процесу, оскільки обсяг навчального матеріалу з року в рік зростає.

Спеціалісти з ергономіки можуть надати велику допомогу методистам у підвищенні ефективності навчаючих машин. Вони повинні сказати своє вагоме слово щодо питання про функції цих машин і межі «відтиснення» оператора, який навчас, від навчання та щодо багатьох інших нерозв'язаних проблем у цій новій галузі людських знань.

### ***Запитання для самоперевірки:***

- 1. Дайте загальну характеристику властивостям оператора.*
- 2. Які професійні якості повинні бути притаманні оператору?*
- 3. Розкрийте структуру діяльності оператора.*
- 4. Як відбувається тренування та навчання операторів?*

Література [1, 2, 9].

## **Тема 7. Економічна та соціальна ефективність системи «людина – машина – середовище»**

### **План**

- 7.1. Чинники, що впливають на ефективність системи «людина-машина-середовище».*
- 7.2. Соціальне й економічне значення впровадження ергономіки у практику.*
- 7.3. Розрахунок економічної ефективності ергономічних заходів.*

### **7.1. Чинники, що впливають на ефективність системи «людина – машина – середовище»**

Визначення ефективності системи «людина – машина – середовище» – важливе практичне завдання, яке доводиться вирішувати як на етапах розробки системи, так і її експлуатації. На основі результатів оцінки ефективності приймають рішення про виготовлення чи про модернізацію системи. Результати

оцінки ефективності вирішальним чином визначають весь комплекс питань, пов'язаних із соціально-економічними програмами розвитку народного господарства в цілому.

Зараз нагромаджено вже немалий досвід системних досліджень. Не викликає сумнівів те, що пошук методів оцінки ефективності систем слід проводити відповідно до цілей і завдань системи. Такий підхід дозволяє перетворити оцінку ефективності в робочий інструмент проектування системи, тому що вона орієнтує розробників на конкретне урахування чинників, що впливають на ефективність системи. Треба мати на увазі, що на загальну ефективність системи впливає ряд чинників, які не належать безпосередньо до діяльності операторів. Із них можна виділити такі основні чинники втрати ефективності:

- організаційно-структурні чинники, які визначають оптимальність структури системи і вибраних режимів її функціонування (наприклад, централізований, децентралізований та змішаний режими; наявність необхідного зворотного зв'язку та ін.);
- неякісна вхідна інформація (недостатність або невпорядкованість показників, що характеризують об'єкт управління або зовнішнє середовище, випадкові або навмисні перешкоди та ін.);
- недосконалі машинні алгоритми розв'язування задач (надмірна складність і неекономічність, нераціональна організація обчислювальних процесів і процесів обробки інформації тощо);
- недостатня надійність технічних засобів (апаратури збирання, зберігання, обробки, відображення й передачі інформації);
- недостатній рівень організації та забезпечення діяльності операторів, керівного і обслуговуючого персоналу.

На практиці може мати місце кожний із названих чинників втрат, хоч ці втрати можуть бути невеликими. Втрати виникають неодноразово, і людина може коригувати або зовсім не допускати втрат ефективності, що викликані відмовою апаратури, неякісними машинними рішеннями, неякісною вхідною інформацією тощо.

Зараз ресурси, які можна виявити у зв'язку з урахуванням «людського чинника», тобто ресурси, спрямовані на зменшення втрат ефективності й оптимізацію діяльності операторів у системах «людина – машина – середовище», є досить значними. Виявлення і використання цих ресурсів у багатьох випадках є економічно доцільнішим, ніж спроби зменшити втрати ефективності за рахунок інших чинників.

Для того, щоб в'яснити природу і структуру згаданих чинників, необхідно вибрати основні, опорні показники ефективності діяльності операторів будь-якого профілю. До таких показників слід віднести точність, своєчасність (оперативність) і надійність виконання покладених на операторів функцій.

Сукупність цих трьох характеристик діяльності має бути основою оцінки ефективності не тільки діяльності людей, а й функціонування систем ЛМС у цілому.

На опорні показники – точність, оперативність і надійність вирішення завдання або окремих операцій, – які складають процес вирішення, впливають такі групи чинників:

а) структура (або алгоритм) операторської діяльності, у т. ч. тип і характер виконуваних функцій, характер розподілу функцій, ступінь напруженості, спосіб організації колективної роботи та ін.;

б) експлуатаційні якості обладнання, що забезпечує операторську діяльність (розміщення, конструкція і зручність користування апаратурою, засобами індикації й органів управління);

в) умови зовнішнього середовища (температура й інші параметри мікроклімату, шум, вібрація, освітлення тощо);

г) режим діяльності (тривалість змін, організація відпочинку та ін.);

д) рівень професійної підготовки оператора (його знання, навички, досвід тощо);

е) індивідуальні особливості людей (психофізіологічні й антропометричні характеристики, інтелектуальні особливості, емоційна й мотиваційна стійкість та інші риси психологічного складу особистості).

Очевидно, що проблема оцінки ефективності системи була б вирішена, якщо б вдалося пов'язати або навіть розрахувати сукупний вплив перелічених чинників.

Для аналізу вказаних чинників використовують методи фізичного моделювання. При можливості варіювання значеннями змінних ці методи можуть дати найкращі результати, тому моделі оцінки ефективності, на основі яких можуть бути одержані кількісні значення, розглядають як перспективні засоби аналізу.

Традиційні експериментальні методи й методи професіографічного обстеження також можуть дати багато для виявлення залежності опорних показників від чинників, що впливають на них.

При виборі змінних, відповідно до яких мають проводити аналіз чинників втрат ефективності, слід користуватися певною концептуальною схемою. За основу такої схеми беруть уявлення про засоби діяльності операторів. Так, при врахуванні чинників, що впливають на ефективність роботи з інформаційними моделями, потрібно брати до уваги:

- відповідність інформаційної моделі методам розв'язування задачі операторами;
- раціональне сенсорне завантаження операторів;
- найкраще поєднання інтегральних і детальних інформаційних моделей, а також засобів відображення колективного й індивідуального користування;
- раціональний розподіл інформації за каналами сприйняття операторів;
- найкращі умови подання інформації;
- оптимальність темпу оновлення інформації.

При створенні робочих місць та органів управління таке врахування має включати:



- оптимальне розміщення (компонування) зон індикації та сигналізації й операційних полів на панелях і пультах робочих місць;
- оптимальний розподіл органів управління на операційному полі пульта;
- раціональне розміщення робочих місць у оперативних приміщеннях;
- дотримання всіх антропометричних, гігієнічних та інших ергономічних вимог із метою забезпечення комфортних умов роботи операторів;
- зручність тренажу і підготовки операторів на робочих місцях.

При підготовці операторів та організації їхньої діяльності мають бути передбачені:

- чітка класифікація професійного профілю операторів з уточненням специфічних вимог до знань, навичок та особистих якостей операторів;
- проведення (за необхідності) спеціального психофізіологічного відбору і спеціальної підготовки операторів;
- раціональні режими діяльності.

Для широкого кола операторських функцій у системах «людина – машина – середовище» важливий вплив на ефективність діяльності оператора (і на ефективність усієї системи) мають чинники, що викликають стрес, – порушення діяльності через надмірну психологічну або психофізіологічну напруженість.

До таких чинників-стресорів належать:

- дефіцит часу для розв'язування задачі;
- сенсорне перевантаження або недовантаження;
- психологічна несумісність у групі;
- екстремальний вплив чинників навколишнього середовища;
- недостатній рівень професійної підготовки;
- фальшива мотивація або установка і багато іншого.

Підвищення ефективності системи «людина – машина – середовище» можна добиватися за такими основними напрямками:

- раціональний розподіл функцій між людиною і технічними засобами, а також між операторами;
- узгодження інформаційних і алгоритмічних можливостей машин із психофізіологічними й інтелектуальними можливостями людини;
- підвищення рівня професійної підготовки операторів;
- створення нормативів діяльності, що відповідали б найкращим комфортним умовам діяльності, на основі виконання комплексу ергономічних вимог і норм.

Глибоке проникнення в психологічні механізми операторської діяльності, визначення й аналіз їхніх кількісних характеристик і взаємозалежностей дозволять суттєво підвищити рівень ефективності систем та максимально наблизити його до потенційного.

## **7.2. Соціальне й економічне значення впровадження ергономіки в практику**

Упровадження досягнень ергономіки у практику має не тільки економічне, а й соціальне значення. Основними соціальними цілями ергономічних дос-

ліджень є всебічний розвиток людини; розвиток і удосконалення відносин, що виникають у процесі праці; охорона праці та здоров'я працюючих. Кардинальний шлях досягнення соціальних цілей – підвищення культури виробництва.

Поняття культури виробництва включає три складові:

- технічну культуру на підприємстві, яка визначається умовами розвитку техніки і технології виробництва, рівнем його механізації й автоматизації, якістю продукції;
- загальну культуру на виробництві, що складається з умов праці та культурно-побутового обслуговування працюючих;
- особисту культуру працюючого, яка визначається його відношенням до праці, професійною підготовкою, взаєминами у виробничому колективі.

Оцінка соціальної ефективності ергономічних досліджень проводиться за допомогою кількісних показників, які використовують для оцінки ефективності впровадження ергономічних заходів.

Вихідною передумовою для визначення економічного ефекту від упровадження ергономічних розробок є концепція запобігання втратам. Згідно з цією концепцією величина ефекту оцінюється як сума втрат для суспільства, які вдалося відвернути завдяки впровадженню ергономічних заходів. Але для вивчення впливу людського чинника на ефективність ергономічних заходів використовують два напрями:

1. Визначення втрат для суспільства, пов'язаних з дією на людину несприятливих чинників, що виникають при експлуатації техніки;
2. Визначення впливу людського чинника на продуктивність праці й ефективність експлуатації техніки.

Таким чином, важливим методологічним питанням є вибір показників і критеріїв для економічної оцінки ергономічних рекомендацій. При цьому можливі два підходи.

Перший підхід пов'язаний із розробкою принципово нових критеріїв і показників, наприклад, таких, як задоволення працею, час відновлення працездатності після роботи, використання фонду робочого часу, використання можливостей системи ЛМС. Другий ґрунтується на використанні існуючих критеріїв і показників визначення економічної ефективності науково-технічних розробок. Це річний економічний ефект, термін окупності та коефіцієнт економічної ефективності. Специфіка ергономічних розробок у даному випадку полягає у виявленні можливих джерел економії та методу її визначення для різних типів систем. Тут важливо враховувати дві обставини. По-перше, витрати, направлені на вирішення соціальних завдань, не завжди мають окупності у визначений термін. Тому при економічній оцінці слід, як правило, використовувати лише показник річного економічного ефекту. По-друге, якщо для розробок, пов'язаних з урахуванням людського чинника, все ж виникає необхідність визначити термін окупності, то за рекомендацією науково-дослідних інститутів він має встановлюватися тривалістю 12 років.

Економічна оцінка системи «людина – машина – середовище» дозволяє:

- обґрунтувати доцільність упровадження ергономічних розробок;

- визначити вплив ергономічних та інженерно-психологічних заходів на загальну економічну ефективність цієї системи;
- порівняти конкуруючі варіанти побудови системи ЛМС за економічними показниками;
- обґрунтувати темпи зростання продуктивності праці;
- оцінити діяльність підрозділів і окремих спеціалістів, які займаються ергономічними дослідженнями й розробками;
- обґрунтувати форми морального та розміри матеріального заохочення за розробку і впровадження ергономічних заходів.

Комплексний підхід до нової техніки як системи «людина – машина – середовище» дозволяє одержати суттєвий економічний ефект за рахунок повнішого врахування і використання діючих чинників виробництва.

Нагромаджені дані свідчать про високу економічну ефективність ергономічних та інженерно-психологічних розробок, що впроваджені в різних галузях народного господарства у колишньому СРСР. Використання рекомендацій авіаційної ергономіки при розробці кабіни одного з літаків у конструкторському бюро генерального конструктора О. К. Антонова дозволило збільшити час, який має екіпаж на пілотування, на 30–60 %, підвищити оперативну готовність літака на 15–20 %, зменшити ймовірність помилкових дій пілота, поліпшити умови роботи і різко підвищити безпеку польотів.

Значний економічний ефект був досягнутий при ергономічній оптимізації робочого місця оператора в промисловості. За даними промислових міністерств, упровадження типових проектів організації робочого місця для масових професій дозволило підвищити продуктивність праці на 1,2–1,3 %.

Статистика ергономічних досліджень показала, що 8–10 % працюючих на транспорті й у промисловості не відповідає за своїми психофізіологічними характеристиками вимогам професії. Цим зумовлено більше 40 % автомобільних пригод, 65 % виробничих травм і нещасних випадків, 80–90 % порушень режиму роботи.

За спрямованістю ергономічні рекомендації поділяють на такі класи, як: комплексна оптимізація, оптимізація навчання, врахування різних психологічних чинників, оптимізація темпу швидкісних операцій, оптимізація структури діяльності, оптимізація режиму праці та ін.

### **7.3. Розрахунок економічної ефективності ергономічних заходів**

Економічна оцінка ергономічних розробок включає кілька етапів:

- визначення видів систем ЛМС;
- визначення можливих джерел економії;
- вибір базового варіанта;
- уточнення вихідних даних;
- розрахунок річної економії;
- визначення економічного ефекту.

У практиці розрахунків економічної ефективності ергономічних розробок, заходів і рекомендацій використовують існуючу методика економічної

оцінки капітальних вкладень і нової техніки. Ця методика допомагає визначити вплив ергономічних досліджень і розробок на технічні та соціально-економічні показники системи «людина – машина – середовище».

Підвищення якості системи ЛМС можливе за рахунок проведення досліджень за такими основними напрямками:

а) поліпшення організації праці, куди входять розподіл функцій між людиною і технічними засобами, розподіл функцій у колективі, визначення чисельності персоналу;

б) організація діяльності людини-оператора шляхом проектування алгоритмів діяльності оператора, опису структури діяльності, розробки і створення інформаційної моделі, розробки методів навчання операторів, організації психофізіологічного відбору, організації режимів праці та відпочинку;

в) визначення вимог до технічних засобів діяльності, таких як елементи робочого місця, конструкція робочого місця, апаратура для навчання і тренувань;

г) визначення вимог до придатності для проживання в даному середовищі з урахуванням фізичних (освітленість, температура, вологість, вібрація, випромінювання), хімічних (загазованість атмосфери, забруднення води й ін.) і біологічних (концентрація різних мікроорганізмів) чинників.

Усі ці напрями досліджень характерні для різних видів систем «людина – машина – середовище» і ведуть до поліпшення таких технічних і соціально-економічних показників, як підвищення продуктивності праці, зниження собівартості, зменшення чисельності персоналу, зниження травматизму і захворювань, зменшення плинності кадрів, підвищення надійності системи, збільшення терміну її служби, підвищення кваліфікації персоналу, зниження втрати.

При проведенні ергономічних досліджень і розробок оцінка економічної ефективності базується на обґрунтуванні доцільності проведення досліджень і розробок, визначенні впливу впровадження результатів розробок на результуючу ефективність системи ЛМС і на порівняння економічних показників двох або більше варіантів системи.

Із комплексу економічних показників, що характеризують ефективність системи, найдоцільніше вибрати такі:

➤ умовно-річну економію впровадження результатів дослідження або розробок;

➤ річний економічний ефект впровадження;

➤ термін окупності капітальних витрат.

Визначення економічної ефективності проводять як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації системи. Економічну ефективність на стадії проектування називають очікуваною, а на стадії експлуатації – фактичною.

Умовно-річну економію, яку одержують за рахунок упровадження результатів ергономічних досліджень і розробок, визначають за формулою:

$$\Delta E = E_n - E_b,$$

де  $\Delta E$  – умовно-річна економія;  $E_n$  – річна економія від впровадження нової системи ЛМС;  $E_b$  – річна економія, яка визначається для базової системи.

Річний економічний ефект, зумовлений впровадженням ергономічних заходів, визначається з урахуванням затрат за формулою:

$$E = \Delta E + Z,$$

де  $E$  – річний економічний ефект;  $\Delta E$  – умовно-річна економія;  $Z$  – затрати, пов'язані з проведенням і впровадженням результатів ергономічних досліджень і розробок. Визначаються таким чином:

$$Z = C + E_n \times K,$$

де  $C$  – постійні експлуатаційні затрати;  $K$  – одноразові капітальні затрати;  $E_n$  – нормативний коефіцієнт капітальних вкладень (становить 0,15).

При визначенні економічної ефективності розробок, розрахованих на багаторічну реалізацію, чинник часу враховується шляхом приведення капітальних вкладень до одного моменту часу.

Для різних систем ЛМС залежно від спрямованості ергономічних та інженерно-психологічних досліджень і розробок умовно-річна економія  $\Delta E$  визначається різними чинниками:

а) при проведенні дослідницьких робіт – скороченням розробки системи ЛМС, зменшенням вартості розробки, підвищенням ефективності системи;

б) при модифікації існуючих систем – збільшенням обсягу реалізації (зниженням собівартості продукції), зниженням експлуатаційних затрат (витрат на освоєння, підготовку виробництва, заробітну плату та інших витрат).

Загальна річна економія від ергономічних й інженерно-психологічних досліджень і впровадження їх результатів, які призначені для розробника системи ЛМС і для користувача (експлуатаційника), може бути представлена формулою:

$$\Delta E_{\text{заг}} = \Delta E_p + \Delta E_k,$$

де  $\Delta E_{\text{заг}}$  – загальна річна економія;  $\Delta E_p$  – річна економія розробника за рахунок зменшення затрат на проектування (розробку);  $\Delta E_k$  – річна економія користувача при експлуатації системи ЛМС.

Більшість розрахунків економічної ефективності ергономічних досліджень пов'язана з етапами виготовлення і експлуатації техніки. Такий стан пояснюється тим, що в цьому випадку дані про вартість до і після впровадження розробок більш доступні ніж на етапі раннього проектування. Але є всі підстави вважати, що якраз на ранніх стадіях проектування і розробки систем «людина машина» ергономічні дослідження можуть дати найбільший техніко-економічний ефект, тому що на цих стадіях можна не допустити багато неправильних проектувальних рішень і усунути необґрунтовані з ергономічної позиції вимоги на збільшення капіталовкладень.

#### **Запитання для самоконтролю:**

1. Охарактеризуйте показники ефективності діяльності операторів.
2. Які чинники впливають на ефективність діяльності операторів?
3. Розкрийте значення впровадження ергономіки в практику.
4. Які існують напрями визначення економічної оцінки ергономічних рекомендацій?
5. На які класи можна поділити ергономічні рекомендації?
6. Розкрийте етапи економічної ефективності ергономічних заходів.

Література [1, 4, 5, 6, 7].

# Тема 8. Ергономічна експертиза та стандартизація в ергономіці

## План

8.1. *Проектування ергономічної експертизи.*

8.2. *Зміст і сутність стандартизації.*

8.3. *Основні ергономічні стандарти.*

### 8.1. Проектування ергономічної експертизи

Якість проектування та ефективність експлуатації систем «людина – машина – середовище» значною мірою залежить від постійного моніторингу показників ергономічності системи, факторів впливу на її функціонування. Проведення такого моніторингу та аналіз отриманих даних називають ергономічною експертизою.

Мета ергономічної експертизи – підвищення соціально-економічної ефективності функціонування системи «людина – машина – середовище», її комфортності та визначення відповідності нормам і стандартам, прийнятим для даних систем.

Об'єктом ергономічної експертизи може бути як сама система в цілому, так і її складові елементи; можуть досліджуватися як реальні прототипи систем, так і їх моделі (проекти).

Відповідно до мети ергономічна експертиза проводиться за такими напрямками (завдання ергономічної експертизи):

- вивчення внутрішніх взаємозв'язків системи й визначення рівня їх щільності, взаємовпливовості;
- дослідження функцій елементів системи і визначення ступеня раціональності поділу функцій між ними;
- аналіз якостей кожного елемента системи та факторів, що впливають на ефективність їх функціонування;
- пошук потенційних резервів системи та шляхів їх реалізації;
- визначення відповідності системи сучасним стандартам (співвіднесення з ними або розробка нових) і ступеня врахування показників інтегральної характеристики системи;
- моделювання нестандартних ситуацій та визначення надійності роботи кожного елемента і системи в цілому в критичних ситуаціях;
- розрахунок соціально-економічної ефективності системи.

Ергономічна експертиза, як правило, проводиться за допомогою таких методів:

- ✓ експериментальних (за допомогою засобів вимірювання);
- ✓ розрахункових (базуються на обчисленні певних параметрів);
- ✓ експертних (базуються на опитуванні, спостереженні, врахуванні думки експертів).

Залежно від характеру дослідження доречним буде ґрунтувати висновки на результатах, отриманих певним методом. У разі дослідження простих машин доцільно провести ергономічну експертизу за допомогою експериментальних методів. Якщо аналізується складний комплекс систем з великою кількістю персоналу, можливо використати експертний та розрахунковий методи.

Ергономічна експертиза проводиться у кілька етапів.

**Перший етап** передбачає постановку цілей експертизи, визначення об'єкта дослідження. Даний етап дуже важливий, адже від того, наскільки коректно буде поставлено цілі, настільки якісним буде кінцевий результат дослідження. Маємо усвідомлювати, що розроблені рекомендації будуть даремними, якщо дослідник не зможе чітко сформулювати, а отже, зрозуміти, що саме замовник хоче вивчити, про що дізнатися.

**Другий етап** – планування. На цьому етапі дослідник визначає послідовність робіт, строки виконання та етапність робіт, коло необхідної інформації та засобів дослідження (вимірювальні пристрої, організаційне оснащення тощо), методи дослідження, вартість роботи та її етапів.

Практично, даний етап є підготовчим, коли дослідник разом із замовником домовляються про проведення ергономічної експертизи за розробленим планом, обговорюють усі деталі роботи, щоб вчасно внести корективи відповідно до цілей експертизи. Дослідник на даному етапі має зібрати максимально повну інформацію про систему. При цьому селекція та систематизація даних має здійснюватися постійно.

**Третій етап** характеризується тим, що проводиться сама експертиза системи. Тобто за необхідності дослідник організовує експерименти або експертні опитування тощо; обробляє отримані дані та аналізує і синтезує їх.

**На четвертому етапі** дослідник формує висновки та складає звіт з ергономічної експертизи.

Зазначимо, що проводиться ергономічна експертиза не лише наявних систем, а й на стадіях проектування нових і техніки як базового їх елемента. У даному разі вихідними даними для експертизи будуть не результати оцінки функціонування системи, а конструкторські документи, технічне завдання на розробку системи, матеріали захисту проекту на попередніх стадіях розробки, зразки системи та її складових.

На різних стадіях розробки проектів зміст ергономічної експертизи такий: на стадії формування технічного завдання аналізуються розподіл функцій між елементами системи та між працівниками в системі, кількісний та якісний склад персоналу системи, умови праці, фактори впливу на ефективність системи, характеристики та номенклатура технічних засобів; на стадіях ескізного проекту проводяться дослідження в лабораторних чи виробничих умовах з метою уточнення алгоритмів роботи та ергономічних вимог, попередня оцінка ступеня реалізації ергономічних вимог аналітичними методами дослідження; на стадії складання технічного проекту проводиться остаточний розподіл функцій між елементами системи та її працівниками і розробляється алгоритм роботи людини, оцінюються ергономічність робочого місця, відповідність показникам інтегральної характеристики технічних засобів та зовнішнього середовища то-

що; на стадії розроблення робочого проекту оцінюється ергономічність нової моделі системи в реальних умовах експлуатації і висувуються пропозиції щодо підвищення якості техніки та вдосконалення технологічного і трудового процесів, а також відповідність ергономічних вимог інструкціям з експлуатації та обслуговування систем.

Уже не секрет для кожного, що ергономічна експертиза є важливою передумовою поліпшення якості життя людей, саме тому до професії ергономіста висувуються високі вимоги – до професійних, особистісних якостей людини.

Світова практика свідчить, що ергономічну експертизу можуть проводити лише сертифіковані спеціалісти, які дотримуються етичних норм професії. Важливість сертифікації фахівців зумовлюється намаганням професійних ергономічних союзів у промислово розвинутих країнах забезпечити високий статус і престиж професії ергономіста. Так, ергономічне товариство в Австралії та Новій Зеландії розробило та затвердило до виконання відповідний документ – «Програму сертифікації професійних членів». У документі розкрито такі питання, як вимоги до організації та наукового супроводження виконуваних робіт фахівцями, визначення характеру взаємодії із замовником, споживачами, колегами, а також норми етики ергономіста.

Важливим моральним підґрунтям у роботі ергономістів є положення про те, що фахівець у жодному разі не має права зашкодити людям, іншим елементам і системі в цілому. Практично, як і до медиків, професія висуває ряд вимог, пов'язаних із загальнолюдськими цінностями – добротою, любов'ю до людства тощо. До того ж, ергономіст має бути об'єктивним і чесним у своїй професійній діяльності. Із професійних позицій кожен фахівець має усвідомлювати межі своєї компетенції та методів досліджень, які застосовує. Тобто, людина не повинна обіцяти більше, ніж може зробити, переоцінювати свої можливості. Професія ергономіста також висуває етичні вимоги щодо послідовності та дотримання професійної обережності, спиратися лише на фактично існуючі знання у своїх професійних узагальненнях, намагаючись уникати сенсаційності, поверховості, перебільшення.

Зазначимо, що тенденція щодо прийняття етичних кодексів ергономістів простежується по всьому світі. Наприклад, члени Російської Асоціації прикладної ергономіки офіційно проголосили, що вони керуються у своїй діяльності триєдиною настановою: високий професіоналізм, інтелігентність, порядність. У 90-ті роки в багатьох країнах створюються системи сертифікації ергономістів, які включають вимоги до представників даної професії, процедури оцінки відповідності їм фахівців і видачу посвідчення. Взагалі, виділяють американську, європейську та японську системи сертифікації ергономістів. Американська формулює основне завдання ергономістів як забезпечення достатньої кількості кваліфікованих інженерів у суспільстві. Інші системи також розвиваються в напрямі гармонізації, досягнення високої професійної майстерності фахівцями. Важливим завданням є підвищення соціального статусу спеціалістів з ергономіки, їхньої ролі у виконанні економічних та соціальних завдань суспільства.

Отже, ергономічна експертиза – складний процес, пов'язаний з проведенням організаційно-технічних, науково-дослідних заходів, що вимагає від фахів-



ця високої професійної майстерності. Гарантією професійної майстерності, а отже, якості ергономічної експертизи може біти сертифікація працівника з ергономіки.

В Україні, на жаль, поки що не проводиться сертифікація фахівців. До того ж, більшість нової продукції, наявні системи чи їх моделі не проходять ергономічної експертизи взагалі, а якщо проходять, то таку експертизу проектів проводять спільні групи, що складаються лише з фахівців, як правило, інженерів та дизайнерів.

## 8.2. Зміст і сутність стандартизації

Науково-технічний прогрес несе не лише позитивні моменти, на жаль, людина дедалі більше підпадає під інформаційну атаку, стає менш захищеною від техногенного фактора. Це вимагало винаходу певного захисту інтересів простого споживача та виробника продукції. Таким захистом стала стандартизація вимог до продукції, виробництва тощо.

Стандартизація – повторювальна діяльність, спрямована на виконання завдань у сферах науки, техніки та економіки для досягнення оптимального ступеня впорядкування в певній галузі. Завданням стандартизації є створення систем нормативно-технічної документації, які визначають прогресивні вимоги до продукції та її розробки, виробництва й застосування. Назване завдання впливає з мети стандартизації – прискорення науково-технічного прогресу, підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

У свою чергу, ергономіка є джерелом інформації для встановлення стандартів, з одного боку, і сферою їх прикладання. У сучасних умовах уже годі уявити подальший розвиток ергономіки без стандартизації. Використання стандартів в ергономіці передусім пов'язано з гарантуванням безпечних умов праці, підвищенням точності та надійності результатів ергономічних досліджень і роботи систем, безпеки та комфортності праці.

Основними функціями стандартизації в ергономіці є такі:

- ✓ регулююча – визначення основних параметрів системи, що мають забезпечити їх уніфікацію, безпечність і надійність;
- ✓ захисна – визначення параметрів системи, які забезпечують урахування потреб як виробників (власників систем), так і споживачів (користувачів систем);
- ✓ економічна – полягає у забезпеченні економічної ефективності систем, які проектуються;
- ✓ соціальна – полягає у тому, що стандарти є бар'єром для неякісної продукції (послуг), дозволяють уникати ризиків техногенних катастроф, фізіологічних і психологічних зрушень, зниження працездатності людини тощо.

В Україні правові засади стандартизації, зокрема ергономічної, її економічні основи та організаційна структура визначені відповідним декретом Кабінету Міністрів (1993 р.). Законодавче визначення робить стандарти обов'язковими для виконання по всій території України.

Розрізняють державні стандарти України, що діють на території країни; галузеві стандарти – діють у межах галузі; стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок – обов'язкові для науково-дослідних установ, та регіональні, національні стандарти інших країн, що застосовуються в Україні відповідно до її міжнародних договорів.

Входження України до світових ринків вимагає дотримання нею міжнародних стандартів. Найважливішою міжнародною організацією, що впливає на створення національних стандартів більшості європейських країн, США, Японії, є Міжнародна організація стандартизації (ISO). Наприклад, стандарти ISO серії 9000, що визначають основні поняття у сфері управління та забезпечення якості, прийнято як національні у більше як 50 країнах, зокрема в ЄС, Європейській асоціації вільної торгівлі, США, Японії. Крім того, з метою усунення бар'єрів у торгівлі, утворення єдиного ринку були створені європейські організації із стандартизації; Європейський комітет із стандартизації, Європейський комітет із стандартизації в електротехніці, Європейський інститут із стандартизації в галузі телекомунікації. Відомою з питань стандартизації електротехніки є Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК). Україна з 1993 року є членом ISO та МЕК.

Для будь-якої полісистеми важливими є стандарти ISO серії 9000. Вони гарантують найвищу акредитацію організації на світовому ринку.

Стандарти даної серії складаються з п'яти основних частин. ISO 9000 «Управління якістю та стандарти гарантії якості» та ISO 9004 «Управління якістю та елементи системи якості» містять лише рекомендації щодо застосування стандартів у виробничому процесі, а стандарти ISO 9001, 9002, 9003 визначають конкретні вимоги до процесів поставки, виробництва, встановлення, обслуговування:

ISO 9001 – модель гарантії якості в проектуванні, монтуванні, обслуговуванні;

ISO 9002 – модель гарантії якості процесів виробництва та встановлення (монтажу);

ISO 9003 – модель гарантії якості на заключних етапах виробництва, контролю.

Зміст стандартів даної серії розкривається такими елементами:

- адміністративна відповідальність – означає, що має бути визначено конкретну особу, яка відповідатиме за якість роботи, продукту, крім того, важливо чітко дотримуватися задекларованих характеристик, показників якості;
- забезпечення якості – означає, що фірма має підготовлений кваліфікований персонал для роботи в системі й виготовлення необхідної продукції, має жорстку структуру управління й систему управління якістю;
- контроль виконання зобов'язань – організація постійно простежує стан виконання взятих зобов'язань, рівень задоволення потреб і вимог споживача;
- контроль ресурсів – завдання забезпечення виконання зобов'язань на належному рівні вимагає застосування якісних ресурсів, відповідного нала-

годження обладнання, забезпечення відповідності функціональних можливостей системи вимогам до неї;

- інформаційне забезпечення – будь-який працівник системи повинен мати вільний доступ до документації щодо функціонування обладнання, технології виробництва продукції тощо;
- постачання – робота системи має бути налагоджена так, щоб забезпечити постійність роботи, відсутність простоїв через брак якісної сировини, інших ресурсів;
- ідентифікація продукції – означає, що організація гарантує використання для виготовлення продукції лише сертифікованих матеріалів, визначених технічною документацією;
- контроль технологічного процесу – виготовлення продукції має здійснюватися з дотриманням вимог, визначених відповідною документацією, що регламентує технологічний процес;
- первинне тестування продукції – перевірка якості елементів складної продукції, що забезпечить якість виробу в цілому;
- своєчасність метрологічних заходів – означає, що організація дбає про використання обладнання, інструментів для тестування, які пройшли спеціальну сертифікацію;
- корекція продукції – у разі виявлення пошкоджень працівник повинен знати, що робити з такою продукцією – забракувати чи виправити дефект;
- забезпечення збереження, пакування, транспортування продукції – організація має нести відповідальність і забезпечувати збереження, пакування й у разі потреби транспортування готової продукції до замовника;
- звітність – організація має вести чітку звітність, що дозволить спланувати майбутні обсяги робіт, потреби;
- підготовка персоналу – персонал, що виконуватиме певну роботу, повинен мати відповідні знання, навички, вміння, тобто кваліфікацію;
- гарантійне обслуговування – у разі, якщо продукт має пошкодження, він має бути замінений або полагоджений;
- динамічність методів дослідження – організація проводить постійний моніторинг якості продукції та змінює методи дослідження якості відповідно до змін у виробничому процесі, вимог ринку.

Стандарти якості зазначеної серії є важливою частиною ергономічних стандартів і нормативів.

Узагалі, у світі спостерігається тенденція до зростання кількості стандартів та іншої нормативної документації у галузі ергономіки. Спеціалізований міжнародний симпозіум «Ергономіка і стандарти» у своїх рекомендаціях наголосив на важливості та необхідності подальшого розвитку робіт зі стандартизації в ергономіці як на національному рівні, так і міжнародному, обґрунтовуючи це тим, що організація робіт за основними напрямками науково-технічного співробітництва між державами забезпечуватиме ефективніше використання науково-технічного потенціалу і результатів досліджень.

- У світовій практиці існують чотири види ергономічних стандартів:
- ✓ базові, які включають основні характеристики людини (антропометричні, сенсорні, моторні тощо);
  - ✓ функціональні – включають ергономічні вимоги до технічних засобів, процесів, промислових виробів, систем;
  - ✓ зовнішнього середовища – стандарти, які включають показники фізичних, хімічних, біологічних факторів навколишнього середовища, що діють на людину;
  - ✓ організаційні – включають стандарти, що визначають вимоги до процедур і методів ергономічних досліджень.

Вагомість стандартизації в ергономіці зумовлена й тим, що остання знаходить у стандартизації ефективний засіб управління проектуванням та створенням нової техніки, що дозволяє уникнути багатьох проблем, пов'язаних із забезпеченням нормальних умов праці, гуманізацією і безпекою праці, збереженням здоров'я та високої працездатності за максимальної трудової віддачі. Застосування нормативної документації на практиці дозволяє максимально врахувати ергономічні принципи в процесі конструювання та оцінювання техніки. Проте стандартизація – не панацея від усіх бід, адже уніфікація прийомів і методів, їх закріплення на незмінному рівні стримуватиме розвиток техніки, шкодитиме ефективній творчій праці.

Отже, щоб стандарт був гарантією достовірності та надійності ергономічних даних, він має відображати останні досягнення науки та практики; до розробки стандартів мають бути залучені лише висококваліфіковані спеціалісти. Принципом стандартизації в ергономіці має стати систематизація та узагальнення надійних і достовірних матеріалів теорії та практики.

Упровадження досягнень ергономіки в практиці проектування нової техніки буде дієвим за умови використання стандартів ергономічних вимог до принципів функціонування та елементів конструкцій певних типів технічних систем. Щодо стандартизації діяльності людини в системах управління, то слід достатньо чітко регламентувати функції людини, машини в системі «людина – машина – середовище», вказувати параметри ефективності діяльності людини, машини та системи в цілому, а також її вихідні дані, які необхідно враховувати під час її проектування.

### **8.3. Основні ергономічні стандарти**

Як уже зазначалося, базовими ергономічними стандартами вважають стандарти якості. Проте значну роль відіграють і спеціальні нормативні документи.

До спеціальних нормативних документів, що застосовуються в ергономіці, належать посібники з розробки техніки та ергономічного її проектування, державні стандарти, галузеві стандарти, стандарти підприємств, нормативні, організаційні документи для керівництва.

Закладення основних вимог таких документів пов'язане з розробленням:

- стандартної термінології у сфері ергономічних вимог до техніки;
- повнішої номенклатури ергономічних вимог і показників;
- методів вибору груп вимог до технічних пристроїв різних класів і типів;
- методів вибору працівників, їх підготовки;
- оцінки рівня ергономічних показників якості технічних засобів;
- оцінки чинників впливу зовнішнього середовища на інші *елементи* системи;
- методів оцінювання надійності системи «людина – машина – середовище» у цілому;
- принципів стандартизації методів отримання експериментальних даних, що розкривають зміст людського фактора в системі з метою підвищення їх надійності та достовірності;
- підсистеми довідкових даних із людського фактора у системі.

Усі нормативні документи з ергономіки в Україні умовно можна поділити на кілька груп за ознакою того, які об'єкти вони регламентують; технічні, безпеки праці, організації праці та загальні.

До загальних належать ті, що описують основні терміни, поняття, сфери застосування тощо. Технічні регламентують вимоги до проектування техніки, її встановлення, експлуатації, наприклад, вимоги щодо розміщення елементів робочого місця оператора, вимикачів, перемикачів, штурвалів, пультів управління, а також вимоги до окремих технічних засобів – крісла оператора, мнемосхем тощо. Документи з організації праці визначають характер організації праці операторів, користувачів систем, наприклад, організації робочого місця оператора, робочого середовища на робочому місці оператора, тренажерів. Документи з безпеки праці регулюють нормативи умов праці – гранично допустимі рівні чинників навколишнього середовища на робочому місці оператора; визначення небезпечних і шкідливих виробничих факторів; вимоги щодо безпеки по відношенню до ультразвуку, шуму, іонізуючих випромінювань, вібрації, біологічних загроз, встановлення вентиляційних систем; регламентації параметрів просторової організації робочих зон, вимог до сигнальних кольорів і графічних знаків безпеки тощо.

Стандартизація як елемент ергономіки вже давно почала впроваджуватися у практику. Особливо яскравим є приклад стандартизації одягу. На основі статистичних даних щодо антропометричних характеристик чоловіків і жінок було розроблено стандарти одягу, які є прийнятними для більшості населення (близько 85 %). Передбачалося, що інша частина покупців має «підганяти» одяг на себе після купівлі стандартної моделі. При цьому первинний підхід, коли за основу в конструюванні одягу було обрано стандартну фігуру (розмір 48, зріст IV), не дав бажаного результату, оскільки класичні пропорції тіла людини визначають досконалішу форму, а це зустрічається вкрай рідко. Тому статистична обробка даних дослідження антропометричних характеристик населення була хоч і витратнішою, але доцільнішою в моделюванні стандартних манекенів для пошиття одягу. Крім того, антропометричні стандарти розроблялися з урахуванням так званих «інтервалів байдужості», які встановлюються з

урахуванням здатності людини відчувати зміни розміру одягу, черевиків, тобто специфічного порогу чуттєвості. Ця різниця, яку людина не відчуває, і називається «інтервалом байдужості». Такі інтервали згодом дозволили практично цілком задовольнити потреби населення в одязі різних розмірів.

Ергономічні вимоги дістали втілення в більшості стандартів на промисловій виробі, елементи системи.

Базовим стандартом у приладобудуванні «Єдина система стандартів приладобудування» (ГОСТ 26.001-80) зазначено сферу поширення норм даного документа: система поширюється на засоби вимірювань та автоматизації, що виготовляють і застосовують у різних сферах економічної діяльності для потреб наукових досліджень і які виконують одну чи кілька функцій зі сприйняття, перетворення, вимірювання, оброблення, передачі, зберігання, відображення і використання інформації та допоміжні функції.

Стандарти системи розробки і поставки продукції на виробництво та стандарти єдиної системи конструкторської документації визначають порядок ергономічного забезпечення проектування систем і її елементів у загальному вигляді.

Останніми роками дедалі більше робіт у системах пов'язано з використанням відеотерміналів. Розроблено цілу групу стандартів, що регламентує функціонування систем, де використовують відеотермінали. Ці стандарти в повному обсязі представлені міжнародними стандартами ISO серії 9241. В Україні на сьогодні переведено та діє три стандарти даної групи. Стандарти «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі» (ДСТУ ISO 9241-1:2003, ДСТУ ISO 9241-3:2001, ДСТУ ISO 9241-10:1996, IDT) визначають загальні положення роботи з відеотерміналами, вимоги до відеотерміналів і принципи діалогу.

Розглянемо детальніше зміст стандартів на прикладі, Інструкцію щодо застосування згаданої групи стандартів подано в ISO 9241-11. Дана частина дає настанови щодо принципів придбання, проектування, використання відеотерміналів і застосування зазначених показників та критеріїв у системі управління якістю. Також у цій частині розкрито зміст інформації, необхідної для визначення та оцінки використання робіт користувачами для задоволення їхніх потреб; роз'яснено, як характеристики кожного елемента впливають на підвищення загальної якості системи.

Стандартом ISO 9241-11 подано основні дефініції, що використовуються у проектуванні, придбанні, експлуатації відеотерміналів. Ці категорії можна застосовувати й в інших ситуаціях. Отже, основні терміни:

**застосовність** – ступінь використання пристрою користувачем, що дозволяє досягти поставлених цілей з максимальними ефективністю, продуктивністю та задоволенням;

**якість роботи системи** – ступінь, з яким можна досягти поставленої мети за заданих ефективності, продуктивності, задоволеності;

**ефективність** – точність і завершеність у досягненні поставленої мети;

**продуктивність** – обсяги ресурсів, що використовуються для досягнення згаданих цілей;

**задоволення** – комфорт і прийнятність для користувача;

**система використання** – включає користувачів, цілі, завдання, обладнання (апаратні засоби ЕОМ, програмне забезпечення та матеріали), а також фізичне та соціальне середовище, де виріб експлуатується;

**робоча система** – система «людина – машина – середовище», що складається з користувача, обладнання, фізичного та соціального довкілля, що пов'язані єдиними завданнями, з метою досягнення специфічних цілей;

**користувач** – людина, яка взаємодіє з виробом;

**мета** – зазначена ціль;

**завдання** – необхідні дії, що дозволяють досягти мети;

**виріб** – частина обладнання (апаратні засоби ЕОМ, програмне забезпечення та матеріали), для якої застосовність має бути визначеною чи оціненою.

Як визначено у стандарті, використання системи, де елементом є відеотермінал, передбачає розробку відповідної документації – опису користувачів, опису обладнання, опису зовнішнього середовища, опису цілей, опису завдань. Опис користувачів повинен містити основні характеристики, які мають бути притаманними людині, що працюватиме у певній системі: знання, навички, досвід, а також фізичні ознаки, зміст моторних і сенсорних здібностей, освіти, необхідності додаткового навчання чи тренування. Крім того, в описі можливо виділити групи користувачів, наприклад, за рівнем досвіду чи виконання різних функцій.

Опис обладнання – зазначення всіх доречних параметрів та характеристик обладнання. При цьому опис апаратних засобів ЕОМ, програмного забезпечення та матеріалів може містити параметри і характеристики специфікації, використання, оцінки якості чи набір ознак і характеристик самих функцій (роботи) апаратних засобів ЕОМ, програмного забезпечення та інших матеріалів.

Опис зовнішнього середовища передбачає розкриття таких аспектів:

1) характеристики технічного навколишнього середовища (наприклад, локальної мережі);

2) параметри фізичного навколишнього середовища (наприклад, робочого місця, меблів);

3) умови праці (температура, вологість);

4) специфіка соціального та культурного зовнішнього середовища (наприклад, методи роботи, організаційна структура, соціально-трудова відносина).

Опис цілей має бути лаконічним, чітким, без подвійного трактування. До того ж, цілі можуть бути поділені на підцілі, які визначають критерії задоволення мети, формувати складові компоненти загальної мети. Наприклад, загальною метою «телефонного» менеджера є обслуговування замовлення клієнта. Підцілями такої мети будуть:

- формування точного звіту про всі замовлення, розміщені клієнтом;
- швидке забезпечення клієнта інформацією – відповіддю щодо його запити.

Зазначимо, що загальна мета відображає граничні можливості системи щодо виконання певних робіт, а підцілі – ресурси, необхідні для виконання функції (роботи).

Опис задач містить перелік і деталізацію основних дій щодо використання системи, обладнання. Вони повинні обов'язково розкривати зміст розподілу функцій між людськими та технологічними ресурсами системи, бути пов'язаними із загальною метою та підцілями.

Не менш важливими нормативними документами є спеціальні інструкції. Вони розробляються для об'єктів, які не вимагають обов'язкової регламентації у державних та галузевих стандартах, містять організаційно-методологічні поради для керівників. Наприклад, документ РД 50-418-83 установлює основні положення, визначає порядок проведення оцінки відповідності виробничого обладнання ергономічним вимогам під час його проектування, виготовлення, експлуатації на підприємствах у різних сферах економічної діяльності.

Документи для керівництва (спеціальні інструкції) поділяють на п'ять груп: документи у сфері стандартизації, документи у сфері уніфікації, документи у сфері метрології, документи, пов'язані з управлінням якістю та атестацією якості. Саме останні дві групи належать до нормативних документів, пов'язаних з ергономікою. За видами спеціальні інструкції поділяють на методичні вказівки (визначають порядок організації та проведення робіт, рішення задач, розробки документів, аналізу діяльності та її результатів), методики (встановлюють правила досліджень, виконання розрахунків, обробки даних тощо), положення (визначають структуру управління підприємством, функції, права, обов'язки структурних підрозділів), інструкції (визначають спосіб та послідовність дій та правила ведення робіт, розробки документації).

Ще однією ланкою нормативних документів є стандарти підприємства. Вони розробляються і діють лише на підприємстві, де розроблені. Ними керуються у визначенні функцій, дій служби ергономічного забезпечення; управлінні системою якості; розробці типових ергономічних вимог, внутрішньої документації.

Підсумовуючи, зазначимо, що будь-які нормативні документи щодо стандартизації в ергономіці є не просто рекомендаціями, а достовірними, доречними, доцільними описами тих чи інших робіт, вимог тощо, дотримання яких дозволяє створювати конкурентоспроможний, безпечний, надійний, комфортний продукт – систему «людина – машина – середовище» світового рівня.

### ***Запитання для самоперевірки:***

- 1. Розкрийте значення проведення ергономічної експертизи.*
- 2. У чому полягають сутність і значення стандартизації?*
- 3. Розкрийте зміст стандартів якості.*
- 4. Які основні ергономічні стандарти ви знаєте?*
- 5. Які проблеми стандартизації існують в Україні?*
- 6. Яку роль відіграють міжнародні організації зі стандартизації в ергономіці?*

Література [1, 5, 6, 9].



## Список рекомендованой літератури

### Основна

1. *Поплавська О. М.* Ергономіка: Навчальний посібник. – К.: КНЕУ, 2006. – 320 с.
2. *Корольчук М. С., Крайнюк В. М.* Теорія і практика професійного психологічного відбору: Навчальний посібник. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 53 бс.
3. *Платонов Г. А.* Ергономіка на залізничному транспорті. – М.: Транспорт, 1986. – 296 с.
4. *Практикум по инженерной психологии и эргономике: Учеб. пособие / С. К. Сергиенко, В. А. Бодров, Ю. Э. Писаренко.* – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
5. *Зинченко В. П., Мунипов В. М.* Основы эргономики. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979.
6. *Зинченко В. П., Мунипов В. М., Смолян Г. А.* Эргономические основы организации труда. – М.: Экономика, 1974.
7. *Адамчук В. В., Варна Т. П., Воротникова В. В., Паутинка Т. И. и др.* Эргономика: Учебное пособие. – М.: Логос, 1999.
8. *Іваськевич І. О.* Ергономіка: Навчальний посібник. – Тернопіль: Економічна думка, 2002.
9. *Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б. Ф. Ломова.* – М.: 1982.
10. *Асеев В. Г.* Преодоление монотонности труда в промышленности. – М.: Экономика, 1974.

### Додаткова

1. *Алексеев Ю. Г.* Эргономика – наука рабочая. – М.: 1977.
2. *Мунипов В. М., Зинченко В. П.* Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. – М.: Логос, 2001.
3. *Корольчук М. С.* Психофізіологія діяльності: Підручник. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003.
4. *Войненко В. М., Мунипов В. М.* Эргономические принципы конструирования. – К.: Техника, 1988.
5. *Крылов А. А., Сочивко В. П.* Человек – производство – управление: Психологический словарь-справочник руководителя. – Л., 1982.
6. *Трофімов Ю. Л.* Інженерна психологія: Підручник. – К.: Либідь, 2002.
7. *Обухова Л. Е.* Автоматизированное производство и человек. – М.: Наука, 1984.
8. *Пятибратов А. П.* Человеко-машинные системы: эффект эргономического обеспечения. – М.: Экономика, 1987.
9. *Руководство по эргономическому обеспечению разработки техники.* – М., 1979.
10. *Эргономика и безопасность труда / Л. П. Боброва-Галикова, О. М. Мальцева, Н. А. Коханова и др.* – М.: Машиностроение, 1985.