

## **1.1 МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ. МІСЦЕ ЕРГОНОМІКИ СЕРЕД ІНШИХ ДИСЦИПЛІН. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ЕРГОНОМІКИ. ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ НАУКИ «ЕРГОНОМІКА»**

**Ергономіка** [грец. έργος — праця і νόμος - закон] — наука, яка комплексно вивчає особливості виробничої діяльності людини в системі "людина-техніка-довкілля" з метою забезпечення її ефективності, безпеки та комфорту.

Ергономіка - галузь науково-прикладних досліджень, що знаходяться на стику технічних наук, психології і фізіології праці, в якій розробляються проблеми проектування, оцінки та модернізації системи «людина - машина - середовище». У загальному розумінні ергономіка — науково-прикладна дисципліна, що вивчає техніко-інформаційні системи, якими керують люди, та систематизує досвід щодо підвищення їхньої ефективності.

**Задачі ергономіки** як сфери практичної діяльності є проектування і вдосконалення процесів виконання діяльності, а також тих характеристик засобів та умов, що безпосередньо впливають на ефективність, якість діяльності та психофізіологічний стан людини.

**Цілі ергономіки:**

1. Підвищення ефективності системи ЛТС.
2. Безпека праці.
3. Забезпечення умов розвитку особистості в умовах праці.

**Об'єктом дослідження** в ергономіці є система «людина – техніка – середовище», тобто дослідження взаємозв'язків людини з предметним середовищем в процесі трудової, і іншої діяльності.

**Предметом ергономіки** як науки є вивчення системних взаємозв'язків людини з технічними засобами, об'єктом діяльності та середовищем у процесі життєдіяльності.

Прийняття тези про триєдиний характер головної мети ергономіки дозволяє уникнути відриву ергономічних досліджень від конкретних завдань розвитку виробництва. **Головна мета ергономіки формулюється як єдність трьох аспектів дослідження та проектування:**

- 1) підвищення ефективності діяльності і відповідно функціонування людино-машинних систем;
- 2) охорони здоров'я людей;
- 3) всебічного розвитку особистості людей, що беруть участь у трудовому процесі.

Можна сформулювати і **основні завдання ергономічних розробок**, реалізовані при вирішенні будь якого ергономічного завдання.

1. Аналіз і синтез діяльності оператора в системі «людина-машина» (СЛМ). У процесі аналізу вивчається структура діяльності оператора, виявляються цілі, мотиви і способи виконання трудової діяльності, розглядаються можливі режими роботи і оцінюється їх вплив на результати

праці. На підставі цих досліджень визначаються необхідні вимоги до характеристик людини - оператора.

2. Вивчається комплекс ергономічних властивостей (характеристик) людини - оператора. Досліджується робота органів чуття людини, його центральної нервової системи, моторно-рухового апарату і т.д. Причому розглядаються тільки оптимальні значення цих характеристик, а не екстремальні.

3. Організація робочого місця оператора з урахуванням комплексу його ергономічних властивостей, визначених раніше. Розробляються вимоги, що пред'являються до робочого місця в цілому і до окремих його елементів, з метою забезпечення максимальних зручностей та ефективності роботи.

4. Професійна підготовка операторів, що включає в себе профвідбір, профнавчання, тренування і формування колективів.

5. Ергономічне проектування та оцінка СЛМ.

6. Визначення економічного ефекту ергономічного забезпечення.

Розробка методології ергономіки здійснюється відповідно трьом рівням методологічного аналізу. **В ергономіці можна розрізнити три типи методологічних засобів:**

1. Методологічні засоби світоглядного характеру;

2. Загальнонаукові методологічні засоби;

3. Спеціально-наукові або конкретно-наукові методологічні засоби.

Методологічні засоби в процесі дослідницької практики органічно злиті, включені у відповідні ергономічні подання, конкретизовані стосовно до різних сфер практичної і теоретичної діяльності. В ергономіці, враховуючи характер її виникнення, широко використовуються методологічні засоби суміжних дисциплін, особливо психології. **В ергономіці використовуються наступні основні методологічні принципи:**

1. **Принцип єдності свідомості і діяльності.** Він означає, що свідомість і діяльність не протилежні одна одній, а тотожні, й утворюють єдність. Свідомість утворює внутрішній план діяльності, її програму. Саме у свідомості утворюються динамічні моделі та образи дійсності, які дозволяють орієнтуватися людині в навколишньому середовищі і забезпечувати успішність досягнення цілей діяльності.

2. **Принцип гуманізації праці** означає, що провідна, творча роль в процесі праці належить людині. При вирішенні таких найважливіших практичних питань, як підвищення продуктивності, ефективності та якості праці ергономіка виходить, передусім, з вимог, що пред'являються людиною до техніки, з його можливостей і особливостей діяльності.

3. Протилежним йому є **принцип сімпліфікації (спрощення)**, при реалізації якого прагнуть до максимального спрощення діяльності людини, вихолощування з неї всіх творчих елементів, а сама людина зводиться до придатка машини, залишаючись виконавцем лише механічних дій і рухів.

4. **Принцип активного оператора.** Згідно з цим принципом при визначенні ролі людини в СЛМ дуже важливо, щоб оператор здійснював

активні дії, мав своє особисте ставлення до виконуваних дій, активно прагнув до мети. Це пов'язано з тим, що при пасивної позиції оператора його перехід до активних дій вимагає значної витрати сил, проте ефективність його діяльності при цьому може виявитися невисокою, що спостерігається, наприклад, в роботі машиніста. При активній ж позиції оператора ефективність його діяльності досягає більш високого значення, а його психофізіологічні витрати виявляються меншими. Тому необхідно вже на стадії проектування СЛМ визначити характер майбутньої діяльності та рівень активності оператора.

**5. Принцип проектування діяльності.** Проект діяльності повинен виступати як основа вирішення всіх інших завдань побудови СЛМ. При розробці СЛМ поряд з технічними пристроями повинна проектуватися діяльність оператора, який буде користуватися цими пристроями. У свою чергу, ці пристрої повинні розроблятися на основі і з урахуванням проекту майбутньої діяльності оператора. Таким чином, до технічним пристроям потрібно підходити як до засобів свідомої діяльності людини-оператора.

**6. Принцип послідовності і безперервності урахування вимог ергономіки.** Облік ергономічних вимог повинен пронизувати всі етапи існування СЛМ: проектування, виробництва і експлуатації. Реалізація даного принципу на практиці означає впровадження системи ергономічного забезпечення СЛМ на всіх етапах її існування.

**7. Принцип комплексності.** Вже у самому визначенні ергономіки як наукової дисципліни передбачається реалізація даного принципу. Він забезпечує комплексне вивчення людини (групи людей) в конкретних умовах його (їх) діяльності, пов'язаної з використанням машин. Це досягається розвитком міждисциплінарних зв'язків ергономіки, взаємодією її з іншими науками про людину і техніці.

Основою для практичної реалізації розглянутих принципів є застосування системного підходу, який утворює методологічну базу ергономіки. Ідеї системного підходу визначають вихідні установки і теоретичні положення ергономіки: прагнення до цілісного розгляду людино-машинних систем, системно-динамічний погляд на їх структуру, включення діяльності людини в предмет наукового розгляду, тенденція до наукового синтезу різних аспектів дослідження, прагнення виявити можливі наслідки діяльності людини. Застосування системного підходу до СЛМ дозволяє виявити різні характеристики зв'язку людини і машини в конкретних умовах їх взаємодії. Складність цього полягає в тому, що людина-оператор, будучи сам складної специфічної системою, функціонує у більш складній системі, що складається з ряду підсистем зі складними взаємозв'язками між ними і своїми внутрішніми протиріччями. Таким чином, системний підхід дозволяє по-новому ставити і вирішувати багато завдань ергономіки.

Методологічне значення має також ряд теоретичних положень, розроблених або безпосередньо в ергономіці, або в суміжних з нею дисциплінах і органічно увійшли до її складу: відмінність корективної і проективної ергономіки; гіпотеза ієрархічної організації діяльності оператора;

гіпотеза оперативного образу та ін.. У ергономічних дослідженнях широко використовуються методи (і конкретні методики), сформовані в ергономіці, а також в інших, суміжних з нею дисциплінах (в соціології, психології, фізіології та гігієни праці, кібернетиці, математиці та ін.)

Отже, **методи дослідження** в ергономіці умовно можуть бути розподілені на дві групи: аналітичні (чи описові) і експериментальні. В більшості досліджень вони тісно переплетені між собою.

Емпіричні способи отримання наукових даних. До окремої групи відносяться спостереження і самоспостереження; експериментальні методи, діагностичні методики (тести, анкети, інтерв'ю и бесіди); прийоми аналізу процесів і продуктів діяльності (хронометрія, циклографія); моделювання (предметне, математичне).

Обробки даних і способи їх інтерпретації. До цих методів відносяться різні способи кількісного і якісного опису даних.

**Зв'язок з іншими дисциплінами.** Ергономіка так чи інакше пов'язана з усіма науками, предметом досліджень яких є людина як суб'єкт праці, пізнання і спілкування. Найближчою для неї галуззю психології є інженерна психологія, завданням якої є вивчення та проектування зовнішніх засобів і внутрішніх способів трудової діяльності операторів. Для оптимізації керованих людиною систем ергономіка використовує результати досліджень в психології, фізіології (особливо нейрофізіології), гігієни та безпеки праці, соціології, культурології та багатьох технічних, інженерних та інформаційних дисциплін.

Деякі терміни ергономіки стали широко вживатися в побуті, наприклад **людино-година** (міра тимчасової ємності діяльності). В даний час відкриття ергономіки використовуються не тільки на виробництві, але також в побуті, в спорті і навіть в мистецтві.

**Науково-технічні умови виникнення.** Ергономіка виникла у зв'язку зі значним ускладненням технічних засобів і умов їх функціонування, суттєвими змінами трудової діяльності людини. За цих обставин різко зросла «вартість» помилки людини при управлінні складними системами. Тому при проектуванні нової модернізації існуючої техніки особливо важливо враховувати можливості і особливості людей, які будуть її використовувати. Вирішуючи задачі такого типу, необхідно узгоджувати між собою окремі рекомендації психології, фізіології, гігієни праці, соціальної психології та пов'язувати їх в єдину систему вимог до того чи іншого виду трудової діяльності людини. У західній літературі також не існує єдиного визначення категорії «ергономіка». Іноді цю категорію замінюють синонімами — інженерна психологія, проектування людських факторів, антропологія, біомеханіка, індустріальна ергономіка, фізіологія. Так, наприклад, Р. Спенсер розглядає ергономіку як дисципліну, яка охоплює частину психології, фізіології та анатомії, що дозволяє проектувати робочі місця, машини, виробниче середовище.

Термін «ергономіка», запропонований ще в 1857 польським натуралістом В. Ястшембовський, отримав широке поширення після 1949, коли група англійських учених на чолі з К. Марелла організувала Ергономічне

дослідницьке товариство, з яким зазвичай пов'язують формування ергономіки як самостійної наукової дисципліни. Тривалий час функціонували різні назви, зокрема "ергологія" (СРСР), "антропотехніка" (Німеччина); у США на позначення науки використовують термін "людські фактори".

В 1961 г. створюється Міжнародна ергономічна асоціація (МЕА). Ціль МЕА — сприяти розвитку ергономічних знань, практики, обміну інформацією и передачі технологій. Раз в три роки проводяться конгреси МЕА, які представляють найбільш значні події в організації в діяльності організації. В 1996 г. членами асоціації були учені і спеціалісти 45 країн. Видають офіційний журнал "Ергономіка". МЕА приділяє багато уваги підготовці кадрів з ергономіки.

Передумовами виникнення і розвитку ергономіки послужили проблеми, пов'язані з впровадженням і експлуатацією нової техніки і технології на сучасному етапі науково-технічної революції і що виявилися не вирішуваними засобами тільки технічних і медичних наук. Необхідно було погоджувати рекомендації психології, фізіології, гігієни праці, дизайну і об'єднати їх в загальну систему вимог до змісту і характеру праці в СЛТС. На основі теорії і методології такого об'єднання і виникла ергономіка.

Першою, найбільш істотною проблемою є недостатня ефективність СЛТС, яка часто виявляється нижче розрахунковою, очікуваною. У багатьох випадках людина-оператор не в змозі повністю використовувати весь потенціал СЛТС з таких причин:

- неузгодженість параметрів устаткування і можливостей людини працювати в умовах дефіциту часу і інформації,
- могутньої дії зовнішніх чинників (шум, вібрація, випромінювання, мікроклімат і ін.);
- недооцінка зацікавленості людини у використанні нової техніки, рівня його інтелектуального і етичного розвитку і ін.

Незнання або ігнорування розробником і конструктором цих причин, створюючих людський чинник, приводило до того, що продуктивність нових СЛТС в 70-х — початку 80-х років підвищувалася не більше ніж на 25-30%. В результаті виникло значне відставання зростання продуктивності праці від зростання потужності вживаної техніки. покращення технічних параметрів самі по собі ще не гарантують підвищення ефективності техніки; вони реалізуються тільки в тому випадку, якщо людина, що взаємодіє з нею, хоче, уміє, може і встигає управляти нею.

Другою проблемою СЛТС є феномен зростання травматизму людей, що взаємодіють з технічними системами на виробництві, транспорті і в побуті.

Третя проблема трудової діяльності людини в СЛТС пов'язана з дуже високою текучістю кадрів.

Четверта проблема сучасних СЛТС пов'язана із зростанням числа нервово-психічних захворювань, викликаних так званим «індустріальним стресом».

**Еволюція теоретичних поглядів.** Розвиваючись, ергономіка пройшла дві стадії становлення, які умовно називають корективним та проєктивним

етапами. Сучасний стан ергономіки можна назвати перехідним (третім), що пов'язаний зі зміщенням наголосів від пристосування людини до техніки, техніки до людини до зручності спілкування, формування симбіозу людина — машина.

Перша стадія — корективний етап — характеризувався тим, що ергономіка виконувала завдання пристосування людини до техніки, зовнішнього середовища та техніки до параметрів людини. Важливою особливістю цього етапу було те, що людина в системі не вважалася визначальним елементом, вона лише доповнювала своєю працею роботу машин. Тому основним напрямом удосконалення системи була механізація, автоматизація праці. (Фредерік-Він-слоу Тейлор) Підвищення ефективності системи Тейлор також вбачав у науковому відборі кадрів на відповідні професії, пристосуванні можливостей людини до наявних робочих місць, а також через удосконалення системи стимулів. Індивідуальні особливості працівників підлягали нівелюванню з метою максимального наближення їх суб'єктивного впливу на виробничий процес, базований на об'єктивних засадах наукового знання.

Отже, принципи управління, розроблені Тейлором і його послідовниками, були досить жорсткими щодо робітників, оскільки система Тейлора була розрахована на першокласних, висококваліфікованих працівників. Роботи Тейлора продовжив Ф. Гілберт. Він висунув ідею універсальних мікрорухів (терблівів), з комбінації яких може бути представлена будь-яка виробнича операція. Крім того, він обґрунтував необхідність вивчення трудового процесу до його початку, тобто його проектування. Ці ідеї використав Г. Форд.

Зміст організаційно-управлінської системи Г. Форда (1863— 1947) полягає у тому, що кожен робітник виконував одну просту операцію, що складалася лише з кількох чи одного трудового руху, тому від більшості працівників практично не вимагалася кваліфікації (у ті часи відбувалася конвеєризація виробництва). Конвеєр потребував надмірного нервового і фізичного напруження сил, а примусовий за суттю ритм праці призвів до заміни відрядної форми її оплати погодинною, що породжувало невдоволення робітників, їх виступи за свої права та інтереси.

Серед радянських учених, які не відкидали ідеї Тейлора, був О. К. Гастєв. Аналізуючи трудову діяльність, він розглядав її як певну трудову технологію. Проте на відміну від Тейлора, стандартизуючи раціональні прийоми трудової діяльності, він враховував біологічні та психологічні особливості людини. Гастєв розробив концепцію «трудової настанови», яку розумів як спосіб організації рухів, що спрямовує та стабілізує «ланцюг» реакцій. Розвивав ідею соціальної інженерії.

Як бачимо, підхід до раціоналізації та проектування системи «людина — машина» передбачав або оптимізацію діяльності кожного окремого фактора, або орієнтацію на машину. При цьому питання оптимізації системи в цілому не ставилося, людина була лише простою ланкою системи. До того ж, більшість рекомендацій мала ідеалізований характер, що не дозволяло повною мірою їх реалізувати на практиці, оскільки в системі могли виникати конфлікти.

Завданням першого етапу стало підвищення продуктивності праці. Людина розглядалася як певного виду ресурс. Завдання полягало в найбільш повному використанні його можливостей для даного технологічного процесу і в відсіви непридатних для даної роботи. Основний зміст ергономічної роботи на першому етапі полягало в тому, щоб з'ясувати, володіє чи не володіє дана людина можливостями для виконання даної роботи і якщо має, визначити, наскільки інтенсивно його можна експлуатувати. Звідси і основні проблеми: стомлюваність, індивідуальні відмінності, відбір, профорієнтація і т.п.

Спочатку розглядаються ергономіста характеристиками були прості психологічні, психофізіологічні і біомеханічні властивості: час реакції, сприйняття кольорів, довжина руки і т.п. Далі розвиток ергономіки йшло шляхом захоплення все більш складних властивостей людини. З одного боку, це більш складні психічні функції - пізнавальні здібності (когнітивна ергономіка), розумові здібності. З іншого боку, це цілісні характеристики поведінки: стрес, психічне здоров'я, задоволеність працею - напрямок, який одержав назву гуманізація праці. Ергономіка починає усвідомлювати, що вона вступає в новий етап свого розвитку, коли вона стає «необхідним і основним компонентом планування та розробки проектів, які пов'язані із взаємодією людей і машин».

Друга стадія становлення ергономіки отримала назву проєктивного етапу, оскільки характерним у вивченні та оптимізації системи став підхід «від людини до машини», тобто максимізація врахування людських параметрів під час проєктування виробничих процесів, техніки. Система розглядається з позицій ефективного використання її елементів і можливих наслідків впливу системи на людину, зовнішнє середовище.

На противагу попереднім теоріям концепції, які можна віднести до другого етапу розвитку ергономіки, вдосконалення трудової діяльності в системі вбачали в урахуванні потреб, мотивів людей (наприклад, школа «людських факторів»). Представником цього етапу був Е. Мейо (1880—1949). Він розглядав соціально-економічні, трудові відносини на виробництві як міжособові зв'язки. Мейо започаткував такий напрям в організації праці як «гуманізація праці». Важливим було те, що він уперше наголосив на важливості врахування психологічних і моральних стимулів для організації праці. До теоретиків другого етапу розвитку ергономіки можна віднести Г. Мюнстберга, який одним з перших виконав роботи з визначення професійної придатності людини; Курта Левіна — засновника теорії групової динаміки (досліджував мотивацію, вивчав психологію груп).

На даному етапі розвитку ергономіки чимало досліджень проводилося з метою винаходу шляхів уникнення монотонності (одноманітності) праці.

Як зазначалося раніше, нині ергономіка перебуває на третьому етапі розвитку (стадії становлення). Умовно його можна назвати адаптивним, тобто на даному етапі створюються передумови й основи функціонування симбіозу людини та машини в певному середовищі. Цей етап характеризується тим, що дослідники, поглиблюючи знання щодо трудової діяльності системи й

ураховуючи динаміку розвитку техніки, намагаються створити такі системи, які б максимально розкривали та використовували потенціал кожного елемента системи з тим, щоб раціональніше використовувати всі ресурси, зокрема часу, енергії. Особливістю цього етапу також є те, що поряд із спрямуванням ергономічних досліджень на досягнення певного економічного ефекту ставиться завдання задовольнити потреби людини, досягти комфортності роботи людини в системі.

**Сучасні ергономічні напрями.** До кінця ХХ ст. виділились три головних напрями ергономіки:

1. Ергономіка фізичного середовища, що розглядає питання, пов'язані з анатомічними, антропометричними, фізіологічними і біомеханічними характеристиками людини, що мають відношення до фізичної праці. Найбільш актуальні проблеми включають робочу позу, обробку матеріалів, розлади опорно-рухового апарату, компоновку робочого місця, надійність і здоров'я.

2. Когнітивна ергономіка пов'язана з психічними процесами, такими як, наприклад, сприйняття, пам'ять, ухвалення рішень, оскільки вони роблять вплив на взаємодію між людиною і іншими елементами системи. Відповідні проблеми включають розумова праця, ухвалення рішень, кваліфіковане виконання, взаємодія людини і комп'ютера, акцент робиться на підготовці і безперервному навчанні людини при проектуванні соціо-технічної системи.

3. Організаційна ергономіка розглядає питання, пов'язані з оптимізацією соціо-технічних систем, включаючи їх організаційні структури і процеси управління. Проблеми включають розгляд системи зв'язків між індивідуумами, управління груповими ресурсами, розробку проектів, кооперацію, групову роботу і управління.

**Розділи ергономіки.** Ергономіка вивчає дії людини в процесі роботи, швидкість засвоєння ним нової техніки, витрати його енергії, продуктивність і інтенсивність при конкретних видах діяльності. Сучасна ергономіка підрозділяється на мікроергономіку, мідіергономіку і макроергономіку.

**Мікроергономіка** (іноді її невірно згадують як *мініергономіку*) займається дослідженням і проектуванням систем "людина - машина". Зокрема, проектування інтерфейсів програмних продуктів знаходиться у веденні мікроергономіки.

**Мідіергономіка** займається вивченням і проектуванням систем "людина-колектив", "колектив - організація", "колектив - машина". Саме мідіергономіка досліджує виробничі взаємодії на рівні робочих місць і виробничих завдань. До відання мідіергономіки, зокрема, відноситься проектування структури організації та приміщень; планування та встановлення розкладу робіт; гігієна і безпека праці.

**Макроергономіка** досліджує і проектує систему в цілому, враховуючи всі чинники: технічні, соціальні, організаційні; як зовнішні до системи, так і внутрішні. Метою макроергономіки є гармонійна, погоджена, надійна роботи всієї системи і всіх елементів системи.

**Види сумісності середовища "людина-машина".**



**Антропометрична сумісність** - врахування розмірів тіла людини (антропометрії), можливості огляду зовнішнього простору, положення оператора при роботі.

**Сенсомоторна сумісність** - облік швидкості моторних операцій людини і його сенсорних реакцій на різні види подразників.

**Енергетична сумісність** - облік силових можливостей людини при визначенні зусиль, докладених до органів управління.

**Психофізіологічна сумісність** – вивчення та облік реакцій людини на колір, колірну гамму, частотний діапазон подання сигналів, форму та інші естетичні параметри машини.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Поняття ергономіки як науки. Об'єкт, предмет, завдання, цілі та методи ергономіки.
2. Науково-технічні умови виникнення ергономіки. Проблеми, що стали передумовою розвитку ергономічних знань.
3. Стадії становлення ергономіки як науки.
4. Зв'язок ергономіки з іншими дисциплінами.
5. Сучасні напрями розвитку ергономіки.
6. Основні завдання ергономічних розробок.
7. Розділи ергономіки.

## **1.2 РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ. ПРОБЛЕМА УЗГОДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЛЮДИНИ ТА ТЕХНІКИ В ЕРГОНОМІЦІ.**

Нині поряд з основними показниками розробки та експлуатації технічних систем (продуктивність, надійність, економічність) різко зросло значення таких показників, як ергономічність, екологічність, естетичність, котрі забезпечують досягнення соціальної ефективності нової техніки. Використання досягнень ергономіки при проектуванні техніки й умов її функціонування сприяє підвищенню ефективності і якості праці, зручності експлуатації та обслуговування техніки, скороченню термінів її освоєння, поліпшенню умов праці, економії витрат фізичної і нервово-психічної енергії працюючої людини, підтриманню її високої працездатності.

Участь людини-оператора у функціонуванні СТЛС зумовлює наявність специфічних властивостей, які визначають інтегральні характеристики зв'язку людини і машини в конкретних умовах зовнішнього середовища. **Сукупність цих специфічних властивостей, котрі забезпечують можливість динамічної взаємодії людини з технічними засобами з метою виконання системою поставлених завдань у заданих умовах експлуатації, можна назвати ергономічністю системи.** Ця інтегральна характеристика забезпечується певними інженерно-психологічними властивостями системи, зокрема швидкодією, точністю, надійністю і напруженістю діяльності оператора.

Науково-технічний прогрес вносить принципові нововведення в усі сфери матеріального виробництва, впливає на умови та безпеку праці. Так, атомна енергія, автоматизація й електроніка, хімізація, кібернетика, комп'ютеризація докорінно змінюють засоби і предмети праці, технологію, методи управління, а також умови праці. Процес поступової заміни природних функцій людини засобами техніки досяг особливої важливості в період сучасної науково-технічної революції. Впровадження дистанційного управління внесло новий елемент у взаємовідносини людини і техніки, який полягає в можливості винесення управління виробництвом за межі технологічного процесу та заміні безпосереднього нагляду за виробничим процесом контролем за станом сигнальних систем на пульті управління. А при застосуванні ЕОМ взагалі відпадає необхідність у спостереженні за сигнальними пристроями, оскільки вона сама аналізує сигнали надходження і дає вказівки виконавчим органам. Такий поділ оператора і реального стану технологічного процесу, заміна його системою кодів привели до того, що оператор, на думку психологів, діє в реальному і водночас віртуальному світі — світі знаків, кодів, моделей, символів. Він позбавлений можливості реально сприймати керовані об'єкти, оскільки вони віддалені від нього або небезпечні для безпосереднього нагляду. Оператор несе реальну відповідальність, у нього виникають реальні емоційні хвилювання, але джерелом цих хвилювань є не реальний світ, що впливає безпосередньо на нього, а деяка інформаційна модель даного світу. Науково-

технічний прогрес відбувається шляхом створення та впровадження принципово нових засобів праці, матеріалів і технічних процесів, що переважають за своїми техніко-економічними показниками попередньо створені, а також шляхом заміни в широких масштабах ручної праці машинами. У більшості галузей промисловості науково-технічний прогрес викликає поліпшення умов праці, ліквідацію на багатьох підприємствах важкої ручної праці, впровадження нових ефективних засобів захисту на підприємстві. Інтенсивно розвивається інженерна психологія, що вивчає зв'язки конструкцій пультів управління важливими народногосподарськими об'єктами (атомними, гідроелектростанціями, аеропортами, енергосистемами і т. д.) з особливостями сприйняття і переробки інформації операторами. Разом з тим, недостатнє використання можливостей науково-технічного прогресу, відсутність раціонального управління ним призводять іноді до погіршення умов праці й підвищення небезпеки. Застосування досягнень науки і техніки в промисловості, виробництві за рахунок механізації, електрифікації та автоматизації виробничих процесів, використання програмних пристроїв, лічильно-обчислювальних і електронно-обчислювальних машин, автоматизованих систем управління (АСУ) змінюють умови і характер праці людини. Все це безповоротно тягне за собою комплекс проблем у взаємовідносинах людина з технікою. Тому існує низка проблем при використанні результатів науково-технічного прогресу. Передусім потрібні висококваліфіковані, знаючі свою справу працівники. Сучасному виробництву необхідно все більше кваліфікованої робочої сили. Навчання робітника стає все складнішим, довготривалішим і дорожчим. Крім того, кількість одночасно керованих об'єктів потребує збільшення обсягу інформації, значно ускладнює аналіз і оцінку виробничого стану, призводить до підвищення нервово-психічних навантажень. Твердження про те, що механізація й автоматизація трудових процесів полегшують фізичну працю, нині потребує певної конкретизації. Безумовно, якщо оцінювати важкість праці лише за величиною енерговитрат, то праця людини, яка обслуговує сучасні машини, складні технічні комплекси, конвеєрні лінії, різні види транспорту, може вважатися легкою. Але високомеханізована праця здійснюється в умовах обмеженої рухомості, пов'язаної з тривалою м'язовою напругою, а це викликає сильну втоми. Праця в умовах надзвичайно нервового напруження й тривалого статичного навантаження з обмеженою рухомістю людини призводить до виникнення неврозу, нервово-психічних і серцево-судинних захворювань. У період переходу від часткової механізації до комплексної значного поширення набула конвеєрно-поточна організація праці, пов'язана з монотонністю, що призводить до втоми, зниження уваги, а отже, до зростання травматизму і захворюваності. Науково-технічному прогресу притаманне також збільшення видів і числа небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зокрема широке застосування в різних сферах діяльності токсичних речовин, велика кількість яких (до 500 і більше) щорічно синтезується. Більшість з цих речовин має значну біологічну активність. Підвищення технічного рівня виробництва тісно

пов'язано з широким використанням радіоелектроніки, радіозв'язку, телебачення, оптичної квантової електроніки та оптичних квантових генераторів. Усі ці пристрої, як і установи, що генерують електромагнітні поля, є джерелами електромагнітного вимірювання. Коло осіб, що підлягає впливу такого випромінювання, весь час розширюється. Збільшення потужності та швидкості роботи обладнання, заміна традиційних технологічних процесів новими (електрохімічними, електрофізичними, ультразвуковими) спричиняють зростання впливу на працівників таких шкідливих факторів, як шум, вібрація, ультразвук. Крім того, створення таких великих сучасних об'єктів, як атомні електростанції, транснаціональні нафтопроводи, морські бурові установки, хімічні комбінати, поряд із значними економічними витратами може призвести до масштабних негативних наслідків у випадку виходу їх з ладу. Людство не може відмовитися від досягнень цивілізації, але воно має запобігати катастрофі або зменшувати її наслідки шляхом ефективного використання сучасних методів і засобів, одним з яких є контроль і технічна діагностика. Протягом останнього десятиліття досягнуто високого ступеня розвитку науки та техніки, і чим складніші, наукоємніші виробництва створюються, тим більше вони є небезпечними в разі їх неконтрольованості.

**Питання ергономіки в останні роки набули важливого значення і до деякої міри стали визначальними в розвитку техніки й особливо при конструюванні, виробництві й експлуатації машин і складних систем керування. Це зв'язано з тим, що в умовах бурхливого розвитку науково-технічного прогресу і появи нової техніки трудова діяльність людини стає усе більш складною і напруженою. За даними статистики надійність виконання людиною-оператором все більше ускладнених функцій зменшується, тому підвищення надійності технічної частини системи втрачає зміст, тому що надійність усієї системи «людина-машина» лімітується також надійністю людини.**

Зміни умов трудової діяльності, за яких не встигає біологічна перебудова організму людини, обумовлюють виникнення цілого ряду негативних явищ. Працюючи іноді на межі психофізіологічних можливостей і в несприятливому виробничому середовищі, людина допускає помилки, «ціна» яким у сучасному виробництві різко зросла. У більшості випадків дії операторів є неправильними не через низьку їхню кваліфікацію, а через невідповідність конструктивних особливостей техніки можливостям людини.

За наявними даними на частку людського фактора зараз приходиться від 40 до 70% усіх відмовлень технічно складних систем. Згідно з світовою статистикою 80% катастроф в авіації і 64% на морському флоті відбуваються в результаті помилок, які називають логічними і моральними. Про високі навантаження на психіку і загальний стан операторів складних систем свідчать такі дані. На передпосадочному зниженні в командира авіалайнера частота переносу погляду на прилади коливається від 100 до 200 за хвилину. Тривалість фіксації погляду на кожному приладі складає 0,66 с; доводиться виконувати

руками близько 30 рухів за хвилину. В результаті – пульс при посадці 150 ударів за хвилину, кров'яний тиск 200 мм рт. ст.

З наведених прикладів видно, що якою б не була досконалою техніка, її ефективне і безпечне використання в остаточному підсумку залежить від того, наскільки повно погоджені конструктивні параметри з оптимальними умовами роботи людини, з його психофізіологічними можливостями й особливостями. Тому і виникає необхідність вивчення роботи машин (систем) і діяльності операторів у єдиному комплексі «людина-техніка-середовище».

### **Соціально-економічна та біологічна сутність трудової діяльності.**

Підвищення ефективності суспільного виробництва неможливо без подальшого прискорення науково-технічного прогресу, впровадження у виробництво нової техніки і технології. **Основою будь-якого виробництва є поєднання живої праці з предметами і засобами праці.** Підвищення продуктивності і якості праці є одним з найважливіших засобів досягнення високої ефективності виробництва. Праця є явище соціальне. В основі будь-якої праці лежать психологічні і фізіологічні процеси функціонування організму людини. З розвитком виробництва змінюються умови, методи й організація трудової діяльності людини, перетерплюють істотних змін функції, роль і місце людини в процесі праці [1, 2]. Можливості людини збільшуються за рахунок розвитку засобів праці. При цьому відкриваються більш широкі можливості для полегшення праці людини, звільнення її від виконання одноманітних, трудомістких ручних операцій. Однак, одночасно з цим розвиток виробництва також призводить до удосконалення параметрів машин і механізмів, підвищення рівня автоматизації технологічних процесів, що зумовлює появу нових факторів, які несприятливо впливають на організм людини. Це змушує людину іноді працювати на межі функціональних можливостей. Треба зазначити, що у системі, де людина і машина утворюють єдиний контур регулювання, людська ланка є найбільш складним і найменш вивченим компонентом [2]. Вплив зовнішніх факторів зумовлює витрати праці людини, що пов'язані з пристосуванням до середовища в межах функціональних норм і динамічних обмежень [2, 3]. Ці фактори, що визначають умови праці, впливають на стан здоров'я, працездатність і продуктивність праці людини. Це пов'язано з обмеженням загальної рухливості, нерівномірністю м'язового навантаження і підвищенням напруженості праці, що зумовлено одноманітністю виконуваних дій при високих вимогах до рівня психічної активності людини [3]. Оптимальними є умови, за яких окремі органи й організм людини в цілому працюють в оптимальному режимі [1]. За відсутності можливості пристосувати людини до умов праці необхідно умови праці пристосувати до людини [1, 2]. Внаслідок цього, необхідно узгодження параметрів технічних пристроїв з можливостями людини. Оптимізація трудової діяльності можлива лише за умови, якщо працездатність людини оцінювати не тільки за кількісними та якісними показниками виконання трудових завдань, але й за психофізіологічними порушеннями в організмі, що дозволяє судити про те, яким внутрішнім напруженням досягнуте це виконання. Надмірна

напруга в процесі виконання трудової діяльності призводить до захворювань, що виникають як віддалені наслідки впливу умов праці на працюючих. Виявити роль праці в їх виникненні досить складно. Це утруднює усунення причин порушення здоров'я і розробку заходів профілактики [1, 3]. Здоров'я - стійка форма життєдіяльності, що забезпечує економічні оптимальні механізми пристосування до навколишнього середовища і яка дозволяє мати функціональний резерв, що використовується для її зміни. Оцінити стан здоров'я людини можливо через адаптивні можливості організму, що оцінюються за даними змін функцій і структур у певний момент при взаємодії з факторами зовнішнього середовища. Це визначає можливі стани організму [2]:

- здоров'я (зовнішні впливи не призводять до стійких патогенних структурних змін);
- преморбідний стан (напруга механізмів адаптації, збільшенні ентропії, початкові структурні порушення);
- хвороба (структурні порушення, стійкі зміни реактивності, формування нових патологічних функціональних систем);
- екстремальний стан (виражені структурні порушення, гранична напруга регуляції);
- термінальний стан (грубі структурні порушення, зривши синхронізації регуляції на міжсистемному рівні).

Як найбільш оптимальну методологію охорони здоров'я, відповідно зі стратегією Всесвітньої Організації Охорони здоров'я, розглядається своєчасна корекція функціонального стану. Показники фізичного середовища на виробництві, в установах, кабінах літаків, тракторів і т. д. (освітленість, склад повітря, атмосферний тиск, шум і т.п.) також повинні бути узгоджені з психофізіологічними можливостями й особливостями людини. Тільки тоді можна розраховувати на високу ефективність і якість праці людини при одночасному збереженні її здоров'я.

### **Психофізіологічна суть і структура трудової діяльності.**

**З позицій ергономіки трудова діяльність розглядається як процес перетворення інформації та енергії, яка відбувається у системі "людина - знаряддя праці - предмет праці - навколишнє середовище".** Отже, ергономічні дослідження рекомендації повинні ґрунтуватися на з'ясуванні закономірностей психічних і фізіологічних процесів, що лежать в основі певних видів трудової діяльності, з предметом праці і навколишнього фізико-хімічної та психологічної середовищем.

В останні роки багато нових ідей виникло з зв'язку з розглядом трудової діяльності як процесу взаємодії людини з машиною і більш складними системами управління. Деякі з цих ідей конструктивні в сенсі переходу від якісних до структурно-кількісним уявленням в розробці теорії діяльності. Значний внесок у розуміння психофізіологічного змісту трудової діяльності внесли дослідження з фізіології праці.

**Діяльність** - це реалізація особистісних властивостей людини. Ці властивості мають також певну структуру, розглядається в теоріях особистості.

Навколишнє середовище та сама діяльність можуть приводити до зміни стану людини. Процес тривалості регулюється не тільки внутрішніми, але і зовнішніми чинниками, до яких відносяться взаємодіє суб'єкт (чи колектив) і сам предмет праці. В якості взаємодіючого компоненту діяльності може виступати і знаряддя праці, якщо воно відноситься до класу автоматичних пристроїв.

У більш формалізованому вигляді трудову діяльність можна уявити як динамічну структуру, що здійснює перетворення інформації та енергії.

Працююча людина має трудову мету, тобто суб'єктивну модель стану предмета праці, в яке необхідно перевести цей предмет з вихідного стану у вигляді трудових - інформаційних і енергетичних впливів. Ці впливи людина може здійснювати безпосередньо на предмет праці або через проміжне пристрій - знаряддя праці. При цьому людина сприймає інформацію через сигнали від предмета праці, проміжного пристрою та середовища. Мета праці у людини формується на основі мотивів, потреб, установок (своїх чи одержуваних ззовні).

Сприймана і видобувають із пам'яті інформація перетвориться по одному з тих типів переробка інформації людиною: прямого замикання (пряма, закріплена асоціативний зв'язок, автоматизоване дія), репродуктивного мислення (прийняття рішення шляхом покрокового перетворення інформації з відомими правилами), Продуктивного (або творчого) мислення. За допомогою цих перетворень формується прогнозований результат трудового впливу і програма (план, стратегія) дій для його досягнення.

Істотний вплив на характер протікання процесів, сприйняття, мислення, відтворення відомостей (енграм) у пам'яті надають активаційні впливи, обумовлені рівнем неспання, емоційним і вольовим напруженням, функцією уваги. В основі інформаційних та енергетичних перетворень, що представляють собою суть трудового впливу на предмет праці, лежать фізико-логічні процеси. В цілому вся описана функціональна структура являє собою систему "людина - знаряддя праці - середовище".

### **Питання для самоконтролю:**

1. Що таке ергономічність системи?
2. Соціально-економічна та біологічна сутність трудової діяльності.
3. Психофізіологічна суть і структура трудової діяльності.
4. Як розглядається трудова діяльність з позицій ергономіки?
5. Надати визначення поняттю «діяльність».

### 1.3 ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ЛЮДИНА-ТЕХНІКА-ВИРОБНИЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

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

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

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

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

**4. Резервування.** Особливістю резервування в людини є можливість компенсації непередбачених відмов, дії за яких заздалегідь не відомі. Природно, що можливості резервування заміщенням, тобто виконанням роботи замість елемента технічного засобу, що відмовив, у людини обмежені її фізичними можливостями. Однак функціональне резервування можливе в широких межах. Добре навчений, емоційно стійкий оператор контролює роботу автоматичних пристроїв і ліквідує відмови техніки, тим самим підвищуючи надійність системи.



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

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

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

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

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

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

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

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

**1. З простою машиною,** в якій відбувається перетворення інформації з елементарної лінійної програми (передача від людини частини реакцій прямого

замикання). Зворотна інформація від предмета праці надходить майже цілком до людини, і вона сама вносить корективи до програми машини.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Питання для самоконтролю:**

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

## **1.4 ПОКАЗНИКИ СИСТЕМИ ЛТС І РІВНІ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ГРУПОВИМИ ПОКАЗНИКАМИ. СХЕМА ЗНАХОДЖЕННЯ РІВНЯ ОЦІНКИ ЛТС ЗА ДОПОМОГОЮ ГРУПОВИХ ПОКАЗНИКІВ**

Взаємовідносини людини, техніки і середовища на всіх етапах історичного розвитку настільки тісно зв'язані й доповнюються одне одним, що вони разом утворюють єдину систему, що може бути позначена як «ергономічна система». Дане поняття означає, що людина, застосовуючи те чи інше знаряддя чи обслуговуючи те чи інше виробниче устаткування, стає ланкою системи, наприклад, «людина-машина». Нерозривність і єдність цієї системи обумовлюються тим, що без людини неможливі ніякі види знарядь праці і виробничого устаткування, що знаряддя праці виникли одночасно з людиною і розвивалися разом з нею. Це перша характерна риса ергономічної системи й ергономіки в цілому. Друга риса – постійний розвиток, що прискорюється, ергономічної системи. Третьою характерною рисою є обов'язковість відповідності особливостей конструкції виробничого устаткування анатомо-фізіологічним і психологічним особливостям людини.

Склад ергономічної системи за останні 30 років зазнав деяких змін. В даний час більшість ергономістів вважають, що система включає три члени: «людина-техніка-середовище». Деякі вважають, що ергономічна система містить у собі людину, машину, предмет праці, навколишнє середовище, осіб, які втягнуті в систему.

При такому складі ергономічної системи важливо правильно представити класифікацію зв'язків усередині цієї системи. Вона необхідна для розуміння внутрішньої організації системи, визначення її уразливих ланок і прогнозування її поведінки в різних умовах експлуатації.

Відповідно до складу ергономічної системи в основу цієї класифікації повинні бути покладені три головних ознаки: особливості зв'язків оператора з машиною і предметом праці й умови праці оператора.

Насамперед зв'язки здійснюються через інформаційну взаємодію оператора з машиною, яку можна розділити на три етапи.

**1. Сприйняття інформації (перцепція)** або шляхом безпосереднього спостереження виробничого процесу, або шляхом спостереження за показниками контрольно-вимірювальних приладів, що відбивають параметри ходу виробничого процесу. Перцепція здійснюється за допомогою органів відчуття, звідки отримана інформація передається в центральну нервову систему людини.

**2. Переробка (трансформація) отриманої інформації**, здійснювана в центральній нервовій системі, що приводить до прийняття визначеного рішення. На характер рішення, його правильність і швидкість прийняття впливає не тільки інформація, що надходить ззовні, але і внутрішня інформація.

**3. Видача прийнятого рішення виконавчим органом і виконання цього рішення.** Даний етап називається керуванням і в системі «людина-машина» здійснюється шляхом впливу на органи керування машини з метою внесення необхідних змін у процес, що відбувається в системі. Виходом у цьому випадку є виконавчі органи людини, входом – органи керування машини.

Крім інформаційної взаємодії між оператором і машиною існують інші види взаємодії, що характеризуються робочим положенням оператора при обслуговуванні машини, зусиллями, швидкістю, кількістю рухів, що розвиваються при цьому, і т.д.

За кордоном одержала поширення «Ергономічна карта». Вона служить для систематизації й аналізу різних факторів, що впливають на трудовий процес і продуктивність, а також реакцію організму працівника на ступінь робочого навантаження. Карта містить питання, що мають значення при аналізі деяких специфічних видів робіт. Усі питання розділені на загальні і часткові. Перед початком досліджень із застосуванням ергономічної контрольної карти опитуваний повинний зробити загальну оцінку найбільш важливих аспектів свого завантаження роботою на даному робочому місці. При цьому варто відповісти на наступні питання:

- Яке завдання дане працівнику, і який обсяг інформації йому необхідний для виконання цього завдання?
- Чи вимагає виконання цієї роботи значного фізичного напруження?
- Чи вимагає робота значного емоційного напруження, швидкості чи реакції, вміння концентрувати увагу?
- Чи впливає навколишнє оточення на працівника?
- Як впливає на працівника організація праці (темп роботи, перерви)?
- Чи бажана заміна деяких операцій, виконуваних людиною на машині?
- Чи не занадто проста дана робота, чи не позбавлена вона змісту, чи не є вона неприємною чи небезпечною в такій мірі, що працівник при її виконанні відчуває її безглуздість, страх перед нею чи навіть відразу до неї?

Такий зміст і призначення ергономічної контрольної карти. Варто відмітити, що аналогічна карта (з деякими змінами) застосовується на вітчизняних підприємствах за назвою «Карта організації робочого місця».

В ергономіці застосовують більш інтегровані показники функціонування СЛМ, котрі забезпечують таку її властивість, як ергономічність.

**Ергономічність системи оцінюється за такими показниками, як керованість, обслуговуваність, освоюваність та заселеність.**

**Під керованістю розуміється такий розподіл функцій між людиною і машиною, який забезпечує в їхній взаємодії провідну роль людини з огляду на здатність останньої до випереджувальних дій і вилучення з обміну сигналів і команд, які дезорганізують функціонування техніки або людини.** З одного боку, швидкість перебігу процесів у технічних системах, точність дотримання їх параметрів, енергонасиченість машин вимагають точності, своєчасності інформації – як отриманої від машини, так і введеної в машину; а з іншого – останнє слово залишається за людиною. Випередження машиною дій

людини неодмінно призводить до втрати контролю над СЛТС, до її некерованості. Така ситуація може спричинити аварію або емоційний стрес персоналу з усіма небажаними наслідками.

**Обслуговуваність** – це просторова доступність регульованих та змінюваних елементів, таке їх розміщення, яке забезпечує раціональні дії персоналу в процесі монтування, транспортування і ремонту СЛТС. Конструктори традиційно опікуються надійністю, тривалістю, швидкодією, масою машин та ін., але через брак ергономічних рекомендацій мало цікавляться її монтуванням, транспортабельністю, ремонтпридатністю. Нерідко обладнання, що має дуже високі функціональні характеристики, вимагає від персоналу значних затрат робочої сили через невдале розміщення вузлів машини (низько, затулені іншими деталями, тісно, неможливо застосувати інструмент і т. д.). Подібні прорахунки можуть призвести до псування техніки, відмови персоналу від роботи з нею, не кажучи вже про помилки в регулюванні.

**Освоюваність** – це можливість швидкого оволодіння оператором знаннями, вміннями і навичками управління та обслуговування СЛТС, яка забезпечується об'єктивністю і оптимальною організацією надходження інструктивної інформації та адаптацією СЛТС до мінімально допустимої фізичної, психологічної, освітньої підготовки персоналу. Останніми роками нагромаджено чимало відомостей про параметри антропометричних та інших групових показників, необхідних для організації навчання операторів. Водночас перехід працівників, наприклад, від універсальних металообробних верстатів до гнучких виробничих систем натрапляє на труднощі через недостатнє освоєння нового устаткування. Програмування, електроніка, інструкції з експлуатації ускладнені, не орієнтовані на реальний рівень знань персоналу, не враховано психологічні труднощі, пов'язані з новизною технологічного процесу.

**Під заселеністю** розуміється ступінь відповідності умов праці людини біологічно оптимальним параметрам робочого середовища, які виключають надлишкову витрату робочої сили й небезпечні для її психологічного стану, соматичного здоров'я, нормального розвитку фактори. Заселеність визначають не тільки фізичні фактори зовнішнього середовища (температура, шум, загазованість та ін.), а й психофізіологічні (пропорційність інтенсивності інформації щодо можливостей аналізаторів людини), психологічні (міжособистісні стосунки, згуртованість колективу), антропометричні (робота в обмеженому, замкненому просторі, у незручній позі).

Ергономічну оцінку системи «людина-техніка-середовище» можна здійснювати диференційованим методом, при якому використовуються окремі ергономічні показники, чи комплексним методом, при якому визначають один узагальнений ергономічний показник. **Оцінку системи диференційованим методом** здійснюють за допомогою групових показників, на кожному з



розділів ергономіки: антропометричний, гігієнічний, фізіологічний, психофізіологічний і психологічний. (рис. 1.1)



Рисунок 1.1 - Розділи ергономіки

Кожний із групових показників об'єднує групу одиничних.

**Перший груповий показник, антропометричний, відбиває відповідність машини розмірам і формі тіла працюючої людини, руху частин тіла й інших параметрів. Його одиничні показники забезпечують раціональну і зручну позу, правильну поставу, оптимальну хватку рукояток, максимальні й оптимальні робочі зони рук та ніг і т.д.**

**Другий груповий показник характеризує гігієнічні умови життєдіяльності і працездатності людини при її взаємодії із системою «людина-техніка-середовище». Він припускає створення на робочому місці нормальних умов мікроклімату й обмеження впливу шкідливих факторів зовнішнього середовища. Груповий показник складають одиничні показники освітленості, вентиляції, температури, вологості, тиску, заземлення, радіації, шуму, вібрації, гравітаційного перевантаження і прискорень, сили електромагнітних випромінювань.**

**Третій і четвертий групові показники, фізіологічний і психофізіологічний, характеризують ті ергономічні вимоги, що визначають відповідність системи «людина-техніка-середовище» силовим, швидкісним, можливостям органів дотику, енергетичним, зоровим, слуховим, нюховим можливостям і особливостям людини. Так, наприклад, у процесі проектування необхідно чітко представляти вікові, психологічні та інші особливості операторів конкретної системи. Так, з віком падає чутливість до світла: потреба в освітленості в людини 30-літнього віку в два рази, у 40-літнього в три, а в 50-літнього в шість разів більше, ніж у 10-літнього.**

**П'ятий груповий показник, психологічний, відбиває відповідність машини можливостям і особливостям сприйняття, пам'яті, мислення, психомоторики, закріпленим і знову сформованим навичкам працюючої людини, ступеня і характеру групової взаємодії, опосередкування міжособистісних відносин спільною діяльністю з керування системою**

«людина-техніка-середовище». Ці особливості виступають як одиничні показники.

За допомогою цих показників порівнюють різні варіанти майбутніх СЛМ на стадіях проектування або оцінюють діючі СЛМ на стадіях експертизи.

Досягнення цілей ергономіки є дуже складною справою, тому що уже при постановці задач проектування й експлуатації системи необхідно контролювати 15 точок рівнів оцінки (рис.1. 2), кожна з яких може вирішальним чином вплинути на успішність технічної розробки. Можна оптимально зробити взаємну адаптацію людини і технічних пристроїв по 14 точках – антропометричним (точки 1–3), гігієнічним (4–6), фізіологічним (7–9) та іншим параметрам, але не додати значення точці 13 (безпека – психологічний груповий показник) – і вся розробка втратить зміст.

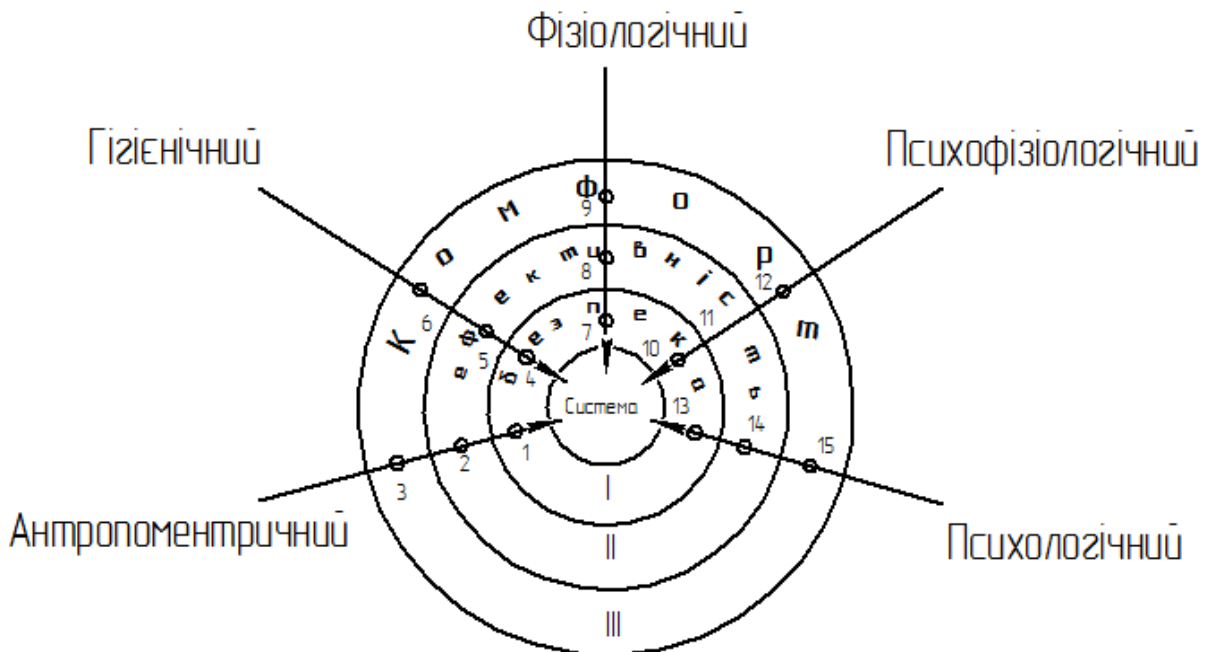


Рисунок 1.2 - Рівні оцінки системи ЛТС за допомогою групових показників

В даний час ергономіка в Україні розвивається по трьох напрямках – технічна естетика, інженерна психологія і виробнича ергономіка.

#### Питання для самоконтролю:

1. Чим обумовлюються нерозривність і єдність ергономічної системи?
2. На які етапи можна розділити інформаційну взаємодію оператора з машиною?
3. Що розуміється під керованістю, обслуговуваністю, освоєваністю та заселеністю ергономічної системи?
4. За допомогою яких групових показників здійснюють оцінку системи диференційованим методом?
5. Яких змін зазнав склад ергономічної системи за останні 30 років?

## 1.5 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ПРИ ВИКОРИСТАННІ РУЧНОЇ ПРАЦІ. РІСТ ДОЛІ РОЗУМОВОЇ ПРАЦІ ПІД ЧАС РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ. ЕРГОНОМІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОФЕСІЙ: ОПЕРАТОР ТА ІН. ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРАЦІ, ВПЛИВ ЕМОЦІЙ І ТЕМПЕРАМЕНТУ ЛЮДИНИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ І БЕЗПЕЧНІСТЬ ПРАЦІ

*Важкість* та *напруженість* праці є одними з головних характеристик трудового процесу. **Важкість праці** – це така характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність. Важкість праці характеризується фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, розміром статичного навантаження, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі.

**Напруженість праці** – характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника. До факторів, що характеризують напруженість праці, відносяться: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

В історичному аспекті розвитку трудової діяльності людини можна виділити три основні види праці: *ручну, механізовану та автоматизовану*.

**Ручна праця** вимагає значних затрат фізичної сили і є енерговитратною.

*Автоматизована і механізована праця* відрізняється зменшенням величини фізичного навантаження та збільшенням нервово-емоційного напруження, які впливають на фізичні та психічні можливості людини.

**Енергетичні витрати**, визначаючи важкість фізичної праці, прийнято вимірювати в кДж/с, кДж/хв, кДж/година; ккал/хв, ккал/година (1 ккал=4,2 кДж). Наприклад, при навантаженні 300 ккал/хв (1250 кДж/хв) максимально можлива тривалість фізичної праці складає частки секунд, при навантаженні 15 ккал/хв (63 кДж/хв) – 1 година, а при навантаженні 2,5 ккал/хв (11кДж/хв) – необмежений час. Якщо в стані спокою продуктивність (хвилиний кровообіг) серця складає 3...4 л/хв, то при інтенсивній роботі може досягати 30...35 л/хв. При цьому число серцевих скорочень може збільшуватися з 60 до 180...200 поштовхів/хв. Легенева вентиляція в стані спокою складає 6...8 л/хв, а при інтенсивному навантаженні досягає 100 л/хв.

**Статичне навантаження з енерговитратами понад 293Дж/с** відноситься до важкого. При виконанні робіт зі значною м'язовою напруженістю (грабар, вантажник, коваль, лісоруби, і ін.) енергетичні витрати за добу досягають 16,8...25,2 МДж (4000-6000 ккал). Добові витрати енергії для осіб, що виконують роботу середньої тяжкості (верстатники, сільськогосподарські

робітники та ін.) —12,5...15,5 МДж (2900-3700 ккал). Якщо максимальна маса вантажів, що піднімаються вручну, не перевищує 5 кг для жінок і 15 кг для чоловіків, то робота характеризується як легка (енерговитрати до 172 Дж/с). При виконанні однієї і тієї ж роботи енерговитрати можуть значно мінитися в залежності від пози людини. Так, при ручному зварюванні сидячи витрати енергії складають 81,0-109,6 Дж/с (1,16-1,57 ккал/хв), а при роботі стоячи і зварюванню на рівні пояса — 176,7 Дж/с (2,53 ккал/хв).

За величиною енерговитрат роботи поділяють на три категорії: *легкі, середньої важкості та важкі*, які далі поділяються на групи:

- **легка**, група **Ia** – енерговитрати до 120 кКал/год;
- група **Iб** – енерговитрати від 121 до 150 кКал/год.
- **середньої важкості**: група **IIa** – енерговитрати від 151 до 200 кКал/год;
- група **IIб** – енерговитрати від 201 до 250 кКал/год.
- **важкі**: група **III** – енерговитрати >250 кКал/год.

До **категорії Ia** відноситься сидяча робота без фізичного напруження (управління, швейні, сортувальні, годинникові виробництва і т.д) до **Iб** категорії – роботи, що виконуються сидячи, стоячи, але без напружень, до **IIa** – роботи пов'язані з ходінням і переміщенням дрібних (до 1 кг вантажів, **IIб** переміщення вантажів середньої ваги (до 10 кг), до **III** категорії – переміщення значних вантажів постійно.

Чим вища категорія виконання роботи, тим більше навантаження на опорно-рухову, дихальну та серцево-судинну системи людини. Частота серцевих скорочень, яка у стані спокою становить 65-70 скорочень на хвилину, при виконанні важких робіт може зростати до 150-170.

**Фізичне навантаження.** Фізична праця характеризується підвищеним навантаженням, в першу чергу, на м'язову систему та інші функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну, обміну речовин). М'язова робота має статичний і динамічний характер.

**Статична робота** пов'язана з фіксацією знарядь і предметів праці в нерухомому стані, а також з наданням людині робочої пози. При статичній роботі сприйняття навантаження залежить від функціонального стану тих чи інших м'язових груп. Особливістю статичної роботи є її виражена стомлююча дія, обумовлена довгостроковим скороченням і напруженням м'язів та відсутністю умов для кровообігу, унаслідок чого знижується подача кисню та відбувається нагромадження продуктів розпаду у клітинах. Тривала присутність осередку напруження в корі головного мозку, сформованого групою навантажених м'язів, призводить до розвитку стомлення (тимчасове зниження працездатності).

**Динамічна робота** — це процес скорочення м'язів, пов'язаний з переміщенням тіла чи його окремих частин у просторі. Енергія, що витрачається при динамічній роботі перетворюється в механічну і теплову. Динамічні зусилля мають переривчастий характер, що сприяє більш повноцінному кровообігу і меншій стомлюваності м'язів. Показниками фізичного навантаження можуть служити частота серцевих скорочень

(поштовхів/хв), кров'яний тиск (мм рт. ст.), розподіл кровообігу в тканинах (мол/хв на 100 м м'язової тканини), максимальне споживання кисню (мол/хв на 1кг маси тіла) і т. ін.

Науково-технічний прогрес і прискорення темпу життя неминуче призводить до необхідності опанувати більший обсяг своїх наукових та інших знань і умінь. У зв'язку з цим в усьому світі щороку збільшується число людей, котрі займаються розумовою діяльністю в усіх галузях виробництва. У наступні роки ця тенденція зберігатиметься.

Поширене хибне уявлення про розумовому праці як працю легку. Це уявлення ґрунтується на тому, що під час розумової праці енергетичні витрати (це один з головних критеріїв оцінки тяжкості праці) значно нижчі за фізичну працю.

Якщо за важкої немеханізованої праці енергетичні витрати можуть досягати 350—400 і більше ккал/ч, то, при розумовій зазвичай перевищують 150—200 ккал/ч. Однак це, не дає підстав вважати розумову працю легкою навіть у плані можливих несприятливих наслідків для здоров'я.

У разі науково-технічного прогресу, коли наука стає безпосередньою продуктивною силою суспільства, роль і значення розумової праці істотно зростають. Ще в недавньому минулому розумовою працею займалося порівняно обмежене коло осіб, у сучасних умовах вона стала органічним елементом практично всіх видів професійної діяльності.

**Розумова діяльність** людини полягає насамперед в роботі центральної нервової системи та органів чуття. На відміну від фізичної, розумова праця супроводжується меншими витратами енергетичних запасів, але це не свідчить про її легкість. Основним працюючим органом під час такого виду праці виступає мозок. При інтенсивній інтелектуальній діяльності потреба мозку в енергії підвищується і становить 15-20% від загального об'єму енергії, яка витрачається в організмі. При цьому вживання кисню 100 г кори головного мозку в 5 разів більше, ніж скелетними м'язами тієї ж ваги при максимальному фізичному навантаженні. **При читанні вголос витрати енергії підвищуються на 48%; при публічному виступі - на 94%; при роботі операторів обчислювальних машин - на 60-100%.** Під час розумової праці значно активізуються аналітичні та синтетичні функції центральної нервової системи, прийом і переробка інформації, виникають функціональні зв'язки, нові комплекси умовних рефлексів, зростає роль функцій уваги, пам'яті, навантаження на зоровий та слуховий аналізатори.

При розумовій роботі уповільнюється частота серцевих скорочень, підвищується кров'яний тиск, сповільнюються процеси обміну речовин, зменшується кровопостачання кінцівок та черевної порожнини, водночас збільшується кровопостачання мозку у 8-10 разів порівняно зі станом спокою.

Для розумової праці характерні: велика кількість стресів, мала рухливість, вимушена статична поза - все це зумовлює застійні явища у м'язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршення постачання мозку киснем, зростання потреби в глюкозі. При розумовій праці погіршується робота органів

зору: стійкість ясного бачення, гострота зору, адаптаційна можливість ока. Порівняно з фізичною діяльністю при окремих видах розумової діяльності (робота конструктора, оператора ЕОМ, учнів та вчителів) напруження органів чуття зростає у 5-10 разів, особливо органів зору та слуху.

**Завершення робочого дня зовсім** не перериває процесу розумової діяльності. Як правило, під час розумової праці важко вимкнути механізм переробки інформації навіть під час відпочинку; люди працюють не лише 8-12 годин на добу, а майже постійно з короткими переключеннями. Це і є підтвердженням так званої інформативної теорії, згідно з якою людина під час сну переробляє інформацію, отриману в період активної бадьорості.

**Розвивається особливий стан організму - втома**, що з часом може перетворитися на перевтому. Все це призводить до порушення нормального фізіологічного функціонування організму. При розумовій праці мають місце зсуви в вегетативних функціях людини: підвищення кров'яного тиску, зміни електрокардіограми, вентиляції легень і вживання кисню, підвищення температури тіла

**Після закінчення розумової праці втома** залишається довше, ніж після фізичної праці, однак навіть у стані перевтоми працівники здатні довгий час виконувати свої обов'язки без особливого зниження рівня працездатності і продуктивності.

Важливо, щоб втома, накопичуючись не перейшла у перевтому, оскільки при цьому можливі зміни в організмі людини та розвиток захворювань центральної нервової системи.

Як відмічалось вище, в історичному аспекті **виділяють три основні стадії розвитку техніки і праці або системи «техніка - людина»: ручна праця, механізована праця, автоматизована праця. Відповідно до цієї класифікації виділяють п'ять груп робітників, що розрізняються за ступенем механізації трудової діяльності.**

**Перша група** - робітники, які виконують роботу за допомогою автоматизованих апаратів і установок. Сюди відносяться робітники, що спостерігають за роботою автоматичних і напівавтоматичних блоків, агрегатів, апаратів, верстатів і т. п., що регулюють режим їх роботи, налаштовують їх. До цієї ж групи належать і робочі напівавтоматичних машин, верстатів, апаратів, якщо їх функцією також є контроль і регулювання роботи напівавтоматів.

**Друга група** - робітники, які виконують роботу за допомогою машин, верстатів, механізмів, апаратів, механізованого інструменту (верстатники, машиністи, водії, трактористи, апаратники, мотористи, забійники з відбійним молотком, газо-і електрозварники і т. п.). Для всіх цих робочих характерна передусім функція безпосереднього управління машиною, апаратом. У середині цієї групи іноді вводиться поділ на підгрупи в залежності від досконалості застосовуваних знарядь праці.

**Третя група** - робітники, які виконують роботу вручну при машинах і механізмах, що доповнюють своєю ручною працею роботу машин (підсобні робітники): вантажники при контейнерах і транспортерах; сортувальники,

фасувальники, пакувальники, мийники, розливальники та інші робітники, зайняті при машинах і механізмах. Робочі цієї групи можуть бути зайняті на абсолютно аналогічних роботах в рівній мірі як у неавтоматичних машин, так і в автоматів і напівавтоматів. Для робітників усієї цієї групи характерний малокваліфіковану, зазвичай монотонна праця.

**Четверта група** - робітники, які виконують роботу вручну або за допомогою немеханізованого інструменту, зайняті не при машинах і механізмах, тобто на чисто ручних роботах.

**П'ята група** - робітники, які виконують роботу по ремонту машин і механізмів, слюсарі, електрослюсарі, електромонтери-ремонтники, включаючи чергових. До цієї ж групи належать настроювачі верстатів, машин, установники інструменту, у яких переважає функція налагодження.

**Для цілей ергономічного аналізу в більшості випадків здійснюється більш докладний поділ професій. Так, робітники автоматизованих систем управління, або оператори (перша група), підрозділяються на п'ять видів, відповідно до яких визначають п'ять класів операторської діяльності.**

**I. Оператор-технолог.** Оператор безпосередньо включений в технологічний процес, працює в основному в режимі негайного обслуговування, здійснює переважно виконавчі дії, керуючись при цьому чітко регламентуючими дії інструкціями, які містять, як правило, повний набір ситуацій і рішень. Це - оператори технологічних процесів автоматичних ліній, оператори, які виконують функції формального перекодування і передачі інформації.

**II. Оператор-маніпулятор.** У цьому випадку для оператора основну роль відіграють механізми сенсомоторної діяльності, а також, хоча і в меншій мірі, образного і понятійного мислення. До числа функцій оператора-маніпулятора відносяться управління маніпуляторами, роботами, машинами-підсилювачами м'язової енергії. До цієї ж категорії можна віднести і діяльність оператора, обслуговуючих радіолокаційні станції - класичний об'єкт дослідження інженерної психології.

**III. Оператор-спостерігач, контролер.** Це класичний тип оператора (оператор стеження радіолокаційної станції, диспетчер транспортної системи і т. п.). Він може працювати як в режимі негайного, так і в режимі відстроченого обслуговування. Такий тип діяльності є масовим для операторів технічних систем, що працюють в реальному масштабі часу.

**IV. Оператор-дослідник.** Такий оператор в значно більшою мірою використовує апарат понятійного мислення і досвід, закладені в образно-концептуальних моделях. Органи управління відіграють для нього ще меншу роль, а «вага» інформаційних моделей, навпаки, істотно збільшується. До таких операторів відносяться дослідники будь-якого профілю - користувачі обчислювальних систем, дешифрувальники об'єктів (зображень) і т. д.

**V. Оператор-керівник.** Він керує не технічними компонентами системи або машини, а іншими людьми. Це управління здійснюється як безпосередньо, так і опосередковано - через технічні засоби і канали зв'язку. До таких

операторам відносяться організатори, керівники різних рівнів, особи, що приймають відповідальні рішення, що володіють знаннями, досвідом, тактом, волею, навичками прийняття рішень і інтуїцією.

**Психофізіологічні характеристики праці, вплив емоцій і темпераменту людини на продуктивність і безпечність праці.**

Галузь науки психології, яка вивчає психологічні особливості різноманітних видів трудової діяльності залежно від суспільно-історичних і конкретних виробничих умов, знарядь праці, методів навчання праці і психологічних якостей особистості, називається психологією праці.

**Протікання психічних і фізіологічних процесів при трудовій діяльності людини і вимоги, що висуваються до цих процесів у різних видах праці, вивчає психофізіологія праці. Останнім часом значну увагу приділяють психофізіологічним небезпекам, які виникають у процесі діяльності людини.**

Людська діяльність носить різноманітний характер і за функціями, які виконуються, поділяється на дві групи: фізичну та розумову. Фізична діяльність – це діяльність, пов'язана з конкретними предметними діями та виконанням людиною енергетичних функцій (наприклад, перевезення вантажу, інструментальне виробництво тощо); а розумова діяльність пов'язана з психічними процесами, під час яких людина планує свої дії, оперуючи образами та мовними символами. Людина в діяльності виступає як особистість, що має певні мотиви і намічені цілі.

Як було сказано раніше, будь-яка трудова діяльність характеризується двома взаємопов'язаними складовими елементами:

- фізичний (механічний) – визначається роботою м'язів;
- психічний – визначається участю органів чуття, пам'яті, мислення, емоцій, вольової активності.

Частка фізичної і психічної складових у різних видах трудової діяльності неоднакова: під час фізичної праці переважає м'язова діяльність; під час розумової – активізуються процеси мислення. Але жоден із видів праці не відбувається без регулювання центральної нервової системи. З точки зору фізіології праці, на трудову діяльність людини і її організм впливають біомеханічні й антропометричні дані; обсяг сприймання і переробки інформації; фізичне, нервово-психо-логічне, розумове, емоційне перенавантаження; ритм і темп роботи; монотонність праці.

Це дає змогу визначити ступінь і характер навантаження організму під час роботи, відповідність робочого місця і засобів праці анатомо-фізіологічним особливостям людини і розв'язати цілий ряд практичних питань: раціональні режими праці і відпочинку, організація робочого місця, проведення професійного добору та профорієнтації тощо. **Кожен вид діяльності, кожна професія, висуває особливі вимоги до психічних властивостей, станів і процесів працівників. При цьому виділяються такі особливості людини, як її темперамент, характер, уважність, сприйняття, пам'ять, мислення, емоції, психомоторика, освіта, досвід, виховання та здоров'я, які**



**визначають здібності людини до цієї діяльності, регулюють взаємовідносини між людьми і безпосередньо керують вчинками і діями.** Небезпечні фактори, що обумовлені особливостями фізіології та психології людини, називаються психофізіологічними.

Психофізіологічні небезпеки у сучасному світі є чинниками цілісності чи розладу, стійкості чи дисгармонії, спокою чи тривоги, успіху чи невдач, фізичного та морального благополуччя життя людини. До психофізіологічних факторів небезпек відносяться:

- недоліки органів відчуття (дефекти зору, слуху тощо);
- порушення зв'язків між сенсорними та моторними центрами, внаслідок чого людина не здатна реагувати адекватно на ті чи інші зміни, що сприймаються органами відчуття;
- дефекти координації рухів (особливо складних рухів та операцій, прийомів тощо);
- підвищена емоційність;
- втома (з точки зору безпеки життєдіяльності розрізняють фізіологічне та психологічне втомлення);
- емоційні явища (особливо конфліктні ситуації, душевні стреси, пов'язані з побутом, сім'єю, друзями, керівництвом);
- необережність (може призвести до ураження не лише окремої людини, а й усього колективу);
- відсутність мотивації до трудової діяльності (незацікавленість у досягненні цілей, невдоволення оплатою праці, монотонність праці, відсутність пізнавального моменту, тобто нецікава робота тощо);
- недостатність досвіду (поява імовірної помилки, невірні дії, напруження нервово-психічної системи, побоювання зробити помилку посилюють імовірність нещасного випадку).

У процесі життєдіяльності в кожній людині формуються властивості особистості – це суб'єктивні якості, що здобуваються протягом життя людини. До цієї характеристики людини відносяться її характер, темперамент, емоційність, цілеспрямованість і т.п.

Серед психічних властивостей особистості, у якості основних виділяються наступні: інтелектуальні; емоційні; вольові; моральні; трудові.

По своїй організації психічні властивості людини, як особистості, є стійкими і постійними.

На відміну від психічних властивостей, психічні стани людини відрізняються тимчасовим характером та розмаїтістю. Вони визначають особливості психічної діяльності особистості в конкретний момент чи період часу, і можуть позитивно чи негативно позначатися на плинні всіх психічних процесів.

**Виходячи з задач психології праці і проблем психології безпеки праці, весь комплекс психічних станів розділяють на наступні дві основні категорії:**

- а) виробничі психічні стани;

в) особливі психічні стани.

В основі такої класифікації лежать наступні особливості психофізіології людини. Ефективність діяльності людини залежить значною мірою від рівня психічної напруги. Ще на початку 20-го сторіччя Р. Йеркс і Дж. Додсон показали пряму залежність продуктивності, працездатності людини від ступеня її позитивної емоційної активації. Однак, психічна напруга, яка збільшується зі збільшенням позитивної активації людини, впливає на результати праці до визначеної межі. Перевищення деякого критичного рівня активації психічної напруги приводить до перенапруги нервової системи людини і, як наслідок, – до зниження інтенсивності праці аж до повної втрати працездатності людини. Унаслідок цього надмірні форми психічної напруги визначаються як позамежні.

Процес зниження працездатності людини обумовлюється тим, що позамежні рівні психічної напруженості викликають дезинтеграцію психічної діяльності, розвиток гальмових процесів.

Нормальна емоційна активація оператора не повинна перевищувати 40 – 60 % максимального навантаження, тобто навантаження до межі, при якій настає зниження працездатності людини.

Критичний рівень емоційної активації і зв'язаний з ним граничний рівень психічної напруженості є індивідуальними властивостями кожної людини.

Найбільше яскраво граничні чи позамежні рівні емоційної активації проявляються в зниженні реакції і координації дій людини, в непродуктивних формах поведінки та інших негативних явищах. Позамежні психологічні напруження, що формуються в ЦНС людини при перевищенні критичного рівня емоційної активації, розділяють на дві такі категорії:

- 1 – гальмовий психічний процес;
- 2 – збудливий психічний процес.

Гальмовий психічний процес – це процес, який розвивається на рівні центральної нервової системи і викликає скутість і сповільненість реакцій, рухів людини. Працюючий не здатний робити професійні дії з активністю, яка була у нього до розвитку гальмового психічного процесу. У людини знижується швидкість відповідних реакцій, сповільнюється розумовий процес, з'являються неуважність і інші негативні ознаки психічної організації, не властиві даній людині в нормальному виробничому психічному стані.

Збудливий психічний процес також розвивається на рівні центральної нервової системи. Він викликає гіперактивність, багатослівність, тремтіння рук, голосу. У цьому випадку працюючі, як правило, роблять значну кількість додаткових дій, рухів, що не виконуються в нормальному виробничому психічному стані.

На сьогодні складено спеціальні таблиці класифікації праці за ступенем нервово-емоційного напруження, в основу яких покладено такі показники:

- інтелектуальне та емоційне навантаження;
- тривалість зосередженого спостереження;
- кількість об'єктів одночасного спостереження, що є виробничо-важливими;

- кількість сигналів на годину;
- темп;
- нас активних дій;
- необхідність самостійного пошуку пошкоджень;
- монотонність праці;
- напруження зору;
- точність виконання роботи;
- змінність;
- режим праці та відпочинку.

Ступінь працездатності визначається також типом нервової системи. Сильний тип має найбільшу працездатність, слабкий — незначну. Працездатність залежить від таких факторів, як вік, здоров'я людини, стать, навички у роботі, санітарно-гігієнічні умови тощо. Певною мірою на неї впливають і мотивація, і моральні та матеріальні стимули.

Подовжити стійку працездатність можна за рахунок:

- оптимального рівня напруги психофізіологічних функцій;
- комфортними умовами праці;
- правильним поєднанням режимів праці та відпочинку;
- проведенням фізкультурних пауз та емоційного розвантаження;
- використання спеціальних психофармакологічних засобів чи тонізуючих напоїв;
- спеціальним інформуванням людини про результати її діяльності;
- наглядом і контролем за її роботою.

Комфортні умови забезпечують, крім високої працездатності, добре самопочуття; при цьому не виникають небезпечні напруги компенсаторних систем організму; здоров'я людини не погіршується довгий час.

Відомо, що на працездатність, продуктивність праці, на життєдіяльність загалом впливає відпочинок. Відпочинок може бути двох типів — активний і пасивний.

**Активний відпочинок** — це, наприклад, заняття спортом, туристичні поїздки, походи в ліс, подорожі, плавання в басейні тощо. Саме активний відпочинок сприяє підвищенню працездатності, поліпшенню психічного стану особистості, настрою.

**Пасивний відпочинок** — перегляд кінофільмів, слухання музики, сидючи, лежачи, читання книг тощо. Особливим, але обов'язковим, видом такого відпочинку є сон. Відомо, що неспокійні ночі, неприємні сновидіння з переживанням жахів, небезпек, страху, коли життя ніби висить на волоссю, а сили немає щоб дати відпір — все це негативно позначається на стані людини, а відповідно на активності її життєдіяльності.

На працездатність людини впливають і пори року. Наприклад, зниження працездатності спостерігається весною, особливо у працівників з нервово-емоційним перенапруженням.

### **Питання для самоконтролю:**

1. Надати визначення поняттям «важкість та напруженість праці».
2. Які основні види праці можна виділити в історичному аспекті розвитку трудової діяльності людини?
3. Якими витратами визначають важкість фізичної праці?
4. Фізичне навантаження, статична робота, динамічна робота – надайте визначення цим поняттям.
5. В чому полягає розумова діяльність людини?
6. За рахунок чого можна подовжити стійку працездатність людини?
7. Які показники покладено в основу класифікації праці за ступенем нервово-емоційного напруження?
8. Яких типів може бути відпочинок? Охарактеризуйте їх.