


**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту та будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**

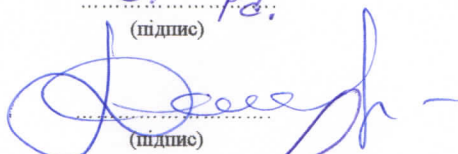
спеціальність 273 «Залізничний транспорт»
освітня програма «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

на тему: «Застосування сучасних ергатичних систем для підвищення ефективності роботи персоналу залізничного транспорту»

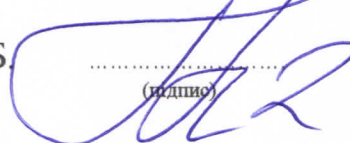
Виконав: студент групи ІБЗТ-21зм
Корольова Є.В.


.....
(підпис)

Керівник: ст.викл. Водолазський О.О.


.....
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.


.....
(підпис)

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 3 |
| 1. ВАЖЛИВІСТЬ СТАБІЛЬНОЇ РОБОТИ ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ | 11 |
| 1.1 Вдосконалення транспортних ергатичних систем | 11 |
| 1.2 Контроль і підтримка функціонального стану людини-оператора | 13 |
| 1.3 Виробниче середовище | 19 |
| 1.4 Взаємодія людини і техніки в транспортних ергатичних системах | 26 |
| Висновки по 1 розділу | 30 |
| 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ КОМФОРТУ ПЕРСОНАЛУ | 31 |
| 2.1 Особливості перевірки пропонованих сучасних ергатичних систем застосуванням систем підтримки і прийняття рішень | 31 |
| 2.2 Оптимізація комфортності персоналу на прикладі робочого місця машиніста електровоза | 51 |
| Висновки по 2 розділу | 53 |
| ВИСНОВОК | 54 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ | 55 |
| ДОДАТОК А | 58 |
| ДОДАТОК Б | 62 |

1. ВАЖЛИВІСТЬ СТАБІЛЬНОЇ РОБОТИ ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Вдосконалення транспортних ергатичних систем

Впровадження ергатичних систем перш за все залежить від можливості їх реалізації стосовно людини-оператора. Людина як психофізіологічний об'єкт вивчений недостатньо. Це підтверджується відсутністю задовільних теорій, що описують функціонування людського організму як єдиного цілого. Особливості формування стратегії для управління трудовими ресурсами на підприємствах залізничного транспорту наведено у Додатку А. Поки вельми недосконала математична модель людини, а не маючи адекватній моделі, можливості людини можна представити тільки дуже приблизно. Вони визначаються, як правило, чисто експериментальними, емпіричними методами. Та і в цілому стан вивченої ергатичних систем управління не задовольняє. Тому до першочергових завдань оптимізації реальних ергатичних систем необхідно віднести наступні.

1. Ергономічна організація праці диспетчерського апарату (ДНЦ, ДСП, ДГП і ін.):

- ✓ вивчення характеристик людини, машини (техніка) і середовища, що виявляються в конкретних умовах взаємодії;
- ✓ дослідження впливу психічної напруженості, стомлення, емоційних чинників і особливостей нервово-психічної діяльності людей, зайнятих в системах управління;
- ✓ оцінка надійності, точності та стабільності роботи людини в диспетчерських професіях;
- ✓ доцільний розподіл функцій між людиною та технікою в системах управління рухом поїздів;
- ✓ визначення критеріїв оптимізації людино-машинних систем з урахуванням можливостей і особливостей працюючої людини або групи людей;

- ✓ розробка методів обліку людських чинників при модернізації діючої та створенні нової техніки і технології в управлінні перевізним процесом, а також при проектуванні діяльності людини в системах «людина—машина».

Проектування конкретного виду діяльності передбачає дослідження внутрішніх засобів діяльності людини (його досвіду, знань, навиків, сприйняття, пам'яті, мислення і ін.) і узгодження їх із зовнішніми засобами (документами, алгоритмами ухвалення рішень, органами ручного управління та ін.) відповідно до основної мети функціонування системи. Приклад ергономічного проектування наведений у Додатках Б1 та Б2.

Ідеальна ситуація, при якій диспетчер залишається в ролі «порадника» в системі управління. Щоб підвищити готовність диспетчера до екстрених дій в такій ситуації, йому, ймовірно залишити виконання ряду функцій управління, наприклад, оцінку і прогноз поїздової ситуації або інші аналогічні, сприяючі якнайшвидшому «входженню» диспетчера в процес управління рухом поїздів функції.

Вдосконалення системи диспетчерського керівництва — це підвищення якості діяльності, що управляє, на всіх рівнях служби руху та поліпшення взаємодії між функціонально зв'язаними її органами. Прості контури систем управління з одним керівником об'єднують в полієргатичну систему— диспетчерську зміну. Якість вирішення керівником зміни управлінських завдань визначається рівнем психологічної взаємодії колективу. Важлива сторона групової діяльності — комунікабельність членів колективу, тобто їх психологічна сумісність, що обумовлюється взаєминами, які складаються в групі. Формування колективу диспетчерської зміни — відповідальний і складний процес, який відбувається постійно і служить частиною виховної діяльності її керівника. При цьому велике значення має особу керівника зміни, його авторитет. Психологічну основу авторитету складає комплекс якостей, з яких найбільш значущі ідейна переконаність, партійна принциповість, наполегливість

і рішучість при виконання службових обов'язків, вимогливість до себе і підлеглим, необхідний педагогічний такт. Важливу роль для об'єднання і організації колективу грають знання його керівником основ загальної психології і ергономіки, вміння застосовувати ці знання з практики. Всі ці якості повинні виховувати в собі керівники змін, старші диспетчери.

На сучасному етапі розвитку автоматизації та електронної обчислювальної техніки без успішного вирішення цих завдань виявиться неможливим ефективно використовувати на транспорті найдосконаліші технічні пристрої, зокрема для управління рухом поїздів. Ергономіка, теорія ергатичних систем, їх практичні, інженерні застосування дозволять принципово вирішити конфлікт між можливостями вдосконалення технічних пристроїв і їх ефективного використання. Цей конфлікт вирішить тільки розробка активних методів побудови людино-машинних систем, що володіють наперед заданими технічними характеристиками.

1.2 Контроль і підтримка функціонального стану людини-оператора

Надійність і ефективність людської ланки ергатичної системи підвищується по трьом основним напрямкам. Перше — така організація роботи, яка максимально відповідала б психофізіологічним можливостям людини: його здібностям до сприйняття інформації, що поступає, і її переробки у виконавчі (керівники) команди. Друге — вдосконалення методів навчання оператора майбутньої діяльності, пошук оптимального складу та об'єму тренувальних занять і вправ. Третє — професійний відбір осіб, найбільш придатних для даного роду діяльності. Індивідуальні особливості нервової системи, швидкість і точність реакції, емоційна стійкість в критичних ситуаціях і ін. у відомих межах можна оцінити до того, як оператора займе робоче місце. Все це, проте, не усуває можливих впливів функціонального стану людини на його власні робочі характеристики в процесі, діяльності. .

Функціональні стани людини можна розділити на дві групи. У першу входять ті, які практично вимикають людини-оператора з процесу управління, створюючи ситуацію повної відмови (сон, крайній ступінь стомлення, втрата свідомості та ін.). При виникненні і розвитку станів другої групи (емоційна напруга, відвернення уваги, помірне стомлення та ін.) оператор продовжує брати участь в процесі управління, але його робочі показники змінюються. В якості ілюстрації можна розглянути вплив емоційної напруги і уваги на якість робочих дій. Відомо, що емоції покращують характеристики функцій організму. Проте надмірне збільшення емоційної напруги може погіршити об'єктивні оцінки оператором ситуації і власних можливостей.

При високому ступені уваги оператор не пропускає значущі сигнали, реагує на них швидко і правильно. При низькому рівні нарастають помилкові дії і сповільнені реакції. Слабка сторона концентрованої уваги — небезпека пропуску значущого сигналу, на яка людина в даний момент часу не настроєний, до того ж воно швидко змінюється стомленням. Емоційну напругу організовує увага, сприяє переходу оператора в стан пильності. До недоліку цього стану можна віднести можливість помилкової реакції оператора на незначущий сигнал.

Ідеальний робочий стан людини — поєднання уваги з деяким рівнем емоційної напруги. При цьому оптимальне поєднання досягається в стані пильності, коли сумарна кількість помилкових тривог і пропусків сигналів стає мінімальною (рис. 1.1). Пониження емоційної напруги в порівнянні з оптимумом, перехід в стан концентрованої уваги на тлі відносного спокою, до дрімоти або надмірне збільшення емоцій, перехід до розподілу уваги — збільшують сумарну помилку в першому випадку — внаслідок зростання пропуску сигналів N_q , в другому — внаслідок швидкого збільшення помилкових тривог N_p . Причому в першому випадку зменшуються помилкові тривоги, а в другому — пропуски сигналів.

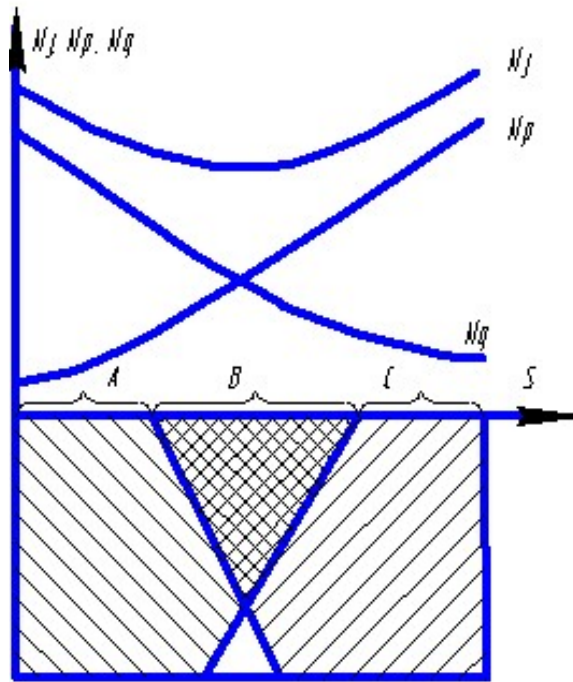


Рис. 1.1 Розподіл помилок оператора в різних функціональних станах:

I — увага, заснована на минулому досвіді; II — емоція, тривога;

A — спокій; B — пильність; C — домінанта

Тому для поліпшення динамічних характеристик автоматизованої системи «людина—машина», підвищення її надійності і ефективності замість традиційної одноконтурної схеми комплексу «Людина — машина» (рис. 1.2), слід ввести трьохконтурну (рис. 1.3). Вона відрізняється від першої контурами K2 і K3, в кожному з яких циркулює вхідна інформація, що управляє. Трьохконтурна схема включає: об'єкт управління ОУ, ергатичну систему, що управляє, з людиною-оператором АСУО, систему динамічного контролю і управління — СКУ, контур K1 (АСОУ ОУ), контур K2 (ОУ СКУ), контур K3 (АСУО СКУ). На систему в цілому і окремі її елементи впливають різні умови зовнішнього і внутрішнього середовища. Інформація про стан об'єкту управління У поступає через вимірювальні прилади і пристрої її відображення людині-операторові, яка і управляє об'єктом Х за допомогою виконавчих пристроїв. Розподіл функцій між людиною і машиною коректується за даними обміну інформацією між СКУ і

АСУО про стани людини-оператора і його робочі алгоритми. Вибору оптимальних стратегій управління система «навчається» під час тренувань.

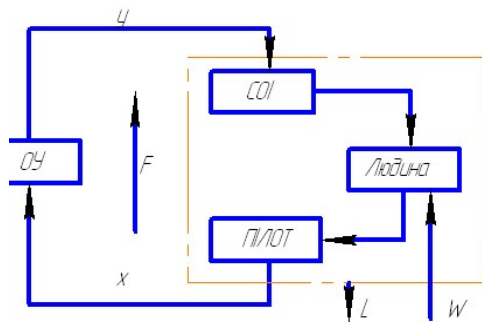


Рис. 1.2 Одноконтурна схема системи управління (пояснення в тексті)

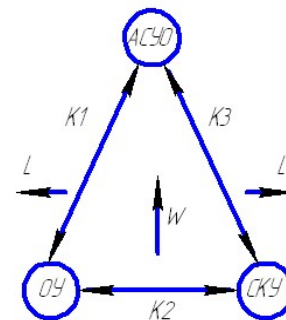


Рис. 1.3 Трьохконтурна схема системи управління (пояснення в тексті)

Відхилення функціонального стану людини-оператора від норми та зміни його робочих характеристик фіксує блок СКУ, який реалізує в контурах К2 і К3 управляючої дії, на чинники зовнішнього і внутрішнього середовища, а також на параметри і структуру операторської діяльності. Ці дії приводять або стан людини до норми, або робочий режим у відповідність психофізіологічним характеристикам оператора. Обидва типи управління можуть виконуватися одночасно. Якщо стан оператора істотно виходить за межі норми (сон, втрата свідомості, надмірний рівень емоцій і ін.), блок СКУ виключає оператора з контура К1 і передає його функції резервуючому елементу (людині-дублерові або машині).

З можливих режимів трьохконтурного комплексу слід особливо відзначити такі, як режим активного оператора, який реалізується при поточній роботі і в режимі очікування. Режим активного оператора дозволяє забезпечити оптимальну або близьку до нього взаємодію людини і машини [6]. Трьохконтурна система вимагає розробки додаткових засобів і методів прогнозу, функціонального стану людини-оператора, його контролю та управління ним.

Методи прогнозу і управління поки не розроблені, тому розглянемо лише методи контролю, засновані на аналізі результатів робочих дій, тестування та змін фізіологічних сигналів про стан оператора. Перший з них найбільш ефективний для тренувань і навчання операторів, а також для прогнозування психофізіологічних характеристик людини. Другий включає різні тести, що періодично повторюються, вимагають у відповідь довільних реакцій під час виконання основної роботи. Третій досліджує мимовільні зрушення фізіологічних функцій, об'єктивно відповідні змінам стану людини-оператора.

Розроблений комбінований метод динамічного стеження за функціональним станом людини-оператора [1]. У трьохконтурній схемі в контур СКУ АСУО поступає інформація про функціональні стани оператора і про поточні показники його діяльності. Виконавчі механізми блоку СКУ можуть видати операторові будь-який тест: зоровий, слуховий, тактильний та ін. Структура тесту і спосіб його подачі визначаються вимогами вирішуваного робочого завдання.

Деякі особливості функціонування трьохконтурних схем підтвержені експериментами — розпізнаванням і обробкою зорових сигналів, що з'являлися на тлі перешкод яскравості з частотою 3—5 в 1 год. Працездатні стани оператора тривалістю T_p в процесі достатньої монотонної діяльності епізодично змінювалися станами, пов'язаними з розвитком дрімоти (а в деяких випадках і стомлення) і відключенням уваги, тривалістю T_0 . Цим змінам відповідали тимчасові зрушення параметрів повільних коливань частоти серцевих скорочень, які зіставлялися з їх пороговим значенням, записаним в блоці СКУ. При відверненні уваги, настанні дрімоти, про що свідчило перевищення сигналом порогу, блок СКУ видавав у полі зору людини тест, що імітує елементи операторської діяльності, пов'язані з виявленням сигналу і руховими реакціями для його обробки. Якщо елементи тесту оброблялися невірною, з помилками, що фіксував блок СКУ, включалися звукові сигнали, що оповіщали про це людини-оператора і вимагали мобілізації та зосередження його уваги. Якщо людина не реагувала на них, блок СКУ або видавав аварійний сигнал на вищий рівень управління для

включення в систему дублера, або продовжував роботу, змінивши значення порогів фіксації станів. Дані, отримані при експериментах, використовуються для розрахунку коефіцієнта готовності

Аналізом експериментів в трьохконтурному комплексі відмічено збільшення коефіцієнта готовності Які на 20—25% проти його значення в одноконтурній схемі системи управління. Якість обробки оператором зорових сигналів також зросла в середньому на 25%. На рис. 1.4 приведені графіки змін за час експерименту T нормованої (по відношенню до фону перед досвідом) середньої частоти серцевих скорочень і середнього часу обробки сигналів.

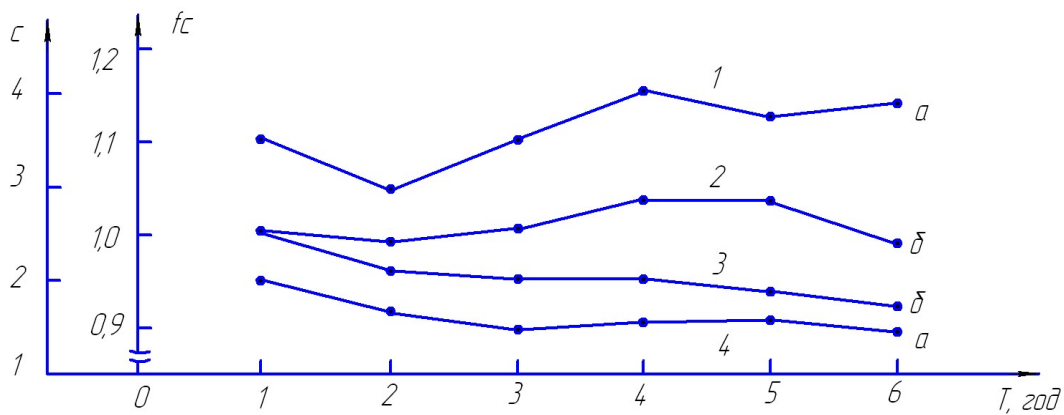


Рис. 1.4 Залежність частоти серцевих скорочень і часу обробки сигналів двома операторами (а і б) від тривалості експерименту в одноконтурній (1, 4) і трьохконтурній (2, 3) системах управління

У розрахунках використані результати роботи оператора, коли сумарні помилки обробки сигналів не перевищували встановленого заздалегідь рівня. Аналіз показує, що середній виграш в T_r для трьохконтурної системи складає 25%, причому він наростає у міру збільшення часу досвіду і ускладнення умов експерименту. Величина підтримується в трьохконтурній схемі на більш високому рівні, близькому до оперативного спокою, що свідчить про

нормалізацію та ефективніше використання фізіологічних і психологічних функцій людини-оператора в цій схемі системи управління.

1.3 Виробниче середовище

Знаходячись в динамічній рівновазі з виробничим середовищем, людина піддається дії її численних чинників. Виробниче середовище впливає на стан його психофізіологічних параметрів. Наприклад, слабка або надмірна освітленість дратує зір, швидко стомлює, веде до зниження якості продукції, до виробничих травм. Відповідне нормам освітлення не тільки благотворно впливає на центральну нервову систему та на весь організм, але і підвищує працездатність людини, піднімає його настрій.

Ергономічні вимоги до виробничого середовища полягають в забезпеченні найбільш сприятливих умов для працюючої людини, а для цього потрібно знати і враховувати зовнішні чинники виробничого середовища, або, як її часто називають, місця існування. небезпечні та шкідливі чинники виробничого середовища, що діють на людину на робочому місці, підрозділяються за своєю природою на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Група фізичних чинників ділиться у свою чергу на підгрупи: температура поверхонь устаткування, матеріалів; температура, вологість і рухливість повітря, його іонізація, запилена, загазованість; рівень шуму, вібрації, звукових коливань, ультразвуку, статичної електрики, електромагнітних випромінювань; напруженість електричного і магнітного полів; рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини; природна і штучна освітленість; пульсація світлового потоку; контрастність; рівень ультрафіолетової і інфрачервоної радіації.

Хімічні чинники по характеру дії на організм людини підрозділяються на загальнотоксичних, дратівливих, алергенних, канцерогенних та ін., а по шляху проникнення в організм — на тих, що потрапляють через дихальні шляхи, травну

систему, шкірний покрив. Група біологічних чинників включає біологічні об'єкти, дія яких на тих, що працюють викликає травми або захворювання. Психофізіологічні чинники по характеру дії діляться на фізичні перевантаження (статичні, динамічні), гіподинамію, нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Таблиця 1.1

Оптимальні норми температури, відносній вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні.

| Сезон року | Категорія робіт | Температура °С | Відносна вологість % | Швидкість руху повітря. м/с, не більш |
|--|-----------------|----------------|----------------------|---------------------------------------|
| Холодний і перехідний періоди року (температура зовнішнього повітря ніже + 10°С) | I | 20—23 | 40—60 | 0,2 |
| | II, а | 18—20 | 40—60 | 0,2 |
| | II, би | 17—19 | 40—60 | 0,3 |
| | III | 16—18 | 40—60 | 0,3 |
| Теплий /Період року (температура зовнішнього повітря +10°С і вище) | I | 22—25 | 40—60 | 0,2 |
| | II, а | 21—23 | 40—60 | 0,3 |
| | II, би | 20—22 | 40—60 | 0,4 |
| | III | 18—21 | 40—60 | 0,5 |

Багато з цих чинників, особливо біологічні і психофізіологічні, не мають чітких гранично допустимих виразів, а норми інших потребують уточнення. Слід пам'ятати, що якщо чинник не обумовлений технологічно, то його показники на робочому місці мають бути в межах оптимальних.

Одним з найбільш часто використовуваних чинників є повітря робочої зони. Як ергономічна характеристика розглядають санітарно-гігієнічні вимоги до мікроклімату та змісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Мікроклімат — це комплекс фізичних характеристик метеорологічних чинників в досліджуваному обмеженому просторі, що визначає тепловий обмін між тілом людини і зовнішнім середовищем на робочому місці, температура повітря, його вологість і рухливість, а також температура навколишніх предметів

(устаткування і конструкцій приміщення). Нормування показників мікроклімату тісно пов'язане з тяжкістю праці.

Згідно класифікації, що діє, всі роботи підрозділяються по важкості на наступні категорії. Легкі фізичні роботи (категорія I) виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою, але не вимагають систематичної фізичної напруги або підняття і перенесення важкості. Фізичні роботи середньої важкості включають два види діяльності. До категорії II, а відносяться роботи, пов'язані з постійною ходьбою, виконувані стоячи або сидячи, але не вимагаючі переміщення важкості; до категорії II, б — роботи, пов'язані з ходьбою і перенесенням невеликої (до 10 кг) важкості. Важкі фізичні роботи (категорія III) пов'язані з систематичною фізичною напругою, достоянними пересуваннями і перенесенням значної (понад 10 кг) важкості.

Відмічена залежність між параметрами повітряного середовища і виробничими травмами. Крива травматизму йде вгору як при позитивному, так і при негативному відхиленні від оптимальної температури. Приємні відчуття у людини виникають при певній комбінації температури, вологості і швидкості руху повітря. Оптимальна зона температур від +17,2 до +21,7° С. Характерно, що застосування установок для кондиціонування повітря збільшило число працівників, що скаржаться на загальну слабкість, головний біль, сонливість. Повітря приміщень, де вони працювали, було чисте, насичене киснем, температура, вологість та інші його параметри відповідали нормам. Проте аналіз показав, що кондиціонери, обробляючи свіже повітря, насичають його позитивно зарядженими іонами. У негативно заряджених іонах відчувався дефіцит, що і було причиною погіршення самопочуття людей.

Рекомендується створювати динамічний клімат з певними перепадами показників, що тренують апарат терморегуляції і тонізуючий нервову систему людини. Щадний температурний комфорт може діяти як монотонний подразник, що викликає загальмований стан. Температура повітря у поверхні підлоги і на

рівні голови не повинна розрізнятися більш ніж на 5° С. Відхилення температури повітря від нормативів на 1°С відповідає зниженню продуктивності праці на 1%.

Група хімічних чинників в повітрі робочої зони представлена шкідливими речовинами і аерозолями. Об'єм мінімально необхідного вільного повітряного простору, що доводиться на одного працівника, з урахуванням мінімальної, підвищеної та максимально допустимій концентрації шкідливих речовин відповідно 13, 20 і 30 м³. Шкідливі речовини однонаправленої дії близькі по хімічній будові і характеру біологічної дії на організм людини. При одночасному змісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин, що не володіють однонаправленою дією, їх ГДК такі ж, як і при ізольованій дії.

Наступним впливовим фактором є освітленість. Оптимальні умови світлового середовища на виробництві за ергономічними показниками повинні задовольняти трьом групам вимог:

- оптимальні функціональні характеристики зору;
- оптимальна фізіологічна дія світла на організм людини;
- позитивна суб'єктивна оцінка комфортності і естетичності середовища.

Перша група — основна і першочергова при визначенні якісних і оптимальних кількісних характеристик світлового середовища. Від освітлення виробничих приміщень залежить ефективність трудової діяльності людини. Важливо правильно вибрати систему освітлення і джерело світла, а також передбачити заходи захисту від сліпучої його дії і усунути відблиски. Необхідний достатній рівень освітленості робочих поверхонь, відповідний характеру виконуваної роботи. У виробничих приміщеннях використовують три види освітлення: природне, штучне та змішане.

Одним з факторів, на який помилково не звертають увагу ряд дослідників є шум. По характеру спектру шуми підрозділяються на широкосмугові, з безперервним спектром шириною більш за одну октаву; тональні, в спектрі яких чуються дискретні тони; по тимчасових характеристиках — на постійних, рівень

звуку яких за 8-часовий робочий день змінюється в часі не більше ніж на 5 Дб-а, і непостійні. Останні підрозділяються на що безперервно коливаються в часі; переривисті, коли рівень звуку різко падає до рівня фонового шуму, причому тривалість інтервалів, протягом яких він залишається постійним і таким, що перевищує рівень фонового шуму, рівна 1 з і більш; імпульсні, такі, що складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен тривалістю менше 1 з, при цьому рівні звуку відрізняються не менше чим на 10 дБ.

Як чинник виробничої сфери, спосіб передачі енергії та дії на оброблюваний предмет (віброуцілювання, формування, пресування, буріння та ін.) або супутній чинник пересувних і стаціонарних механізмів, що працюють на основі обертальних або зворотно-поступальних рухів, вібрація зустрічається в більшості галузей промисловості. Вібрація викликає підвищене стомлення людини, оскільки її вплив розповсюджується на багато груп м'язів. Шкода, що заподіюється вібрацією, залежить від амплітуди, частоти, енергії, швидкості і сили коливань. Для кожної частини тіла людини характерний свій особливий критичний рівень резонансу коливань. Наприклад, внутрішні органи можуть бути безпечно схильні до коливань з частотою, що не перевищує 5 Гц, хребет і ребра— 11, очі — 75, щелепа — 100 Гц. Якщо вібрація перевищує критичний рівень, орган починає безконтрольно вібрувати з небезпечно великою амплітудою коливання, що може привести до смертельного результату. Межі допустимих вібрацій, що діють на тіло людини або його окремі частини, не повинні перевищувати 2—6 Гц при робочій позі сидячи, 4—12 Гц — в позі стоячи. Вібрації, що діють на голову, не повинні перевищувати 20—50 Гц, на руки і грона рук 30— 40, на очі 60—90 Гц. Необхідно підкреслити, що існуючі нормативи у міру накопичення ергономічних даних посилюються. Йде безперервний процес оптимізації параметрів системи «чоловік — машина — виробниче середовище».

Джерелами забруднення повітряного середовища рухомого складу хімічними речовинами служать вихлопні гази тепловозів, продукти старіння і

окислення численних полімерних матеріалів, використовуваних в сучасних вагонах і локомотивах, продукти життєдіяльності людей, атмосферні забруднення, продукти термоокислювального руйнування полімерних композицій гальмівних колодок. Хімічний аналіз повітря в кабінах локомотивів і вагонах свідчить про наявність в нім окислу і двоокису вуглецю, оксидів азоту, двоокиси сірі, масляних і інших альдегідів, бензолу та інших речовин. Дотримання норм параметрів мікроклімату (табл. 1.2) забезпечує більш якісну роботу спеціалістів у розглянутій галузі.

Таблиця 1.2.

| Параметри мікроклімату в рухомому складі | | | |
|--|---------------------|--------------|---|
| Пересувний склад | Температура °С | | Різниця температур по висоті приміщення |
| | зовнішнього повітря | у приміщенні | |
| Локомотив (кабіна) | + 10 і нижче | 20—22 | 3 |
| Вагон: | Вище +10 | 22—24 | 3 |
| міжобласний | | | |
| пасажирський | + 10 і нижче | 18—22 | 3 |
| дальнього | Вище +10 | 22—26 | 3 |
| проходження | | | |
| приміський | + 10 і нижче | 8—12 | 3 |
| | Вище +10 | 22—26 | 3 |

Гігієнічну небезпеку забруднення повітря слід оцінювати за мірою перевищення гранично допустимої концентрації шкідливих речовин (ГДК) в ньому. Визначені шумовибраційні характеристики всіх типів і серій локомотивів і вагонів. Наукову основу нормування транспортних шумів і вібрацій складають обширні матеріали вивчення впливу на організм людини чистих тонів частотою 60, 125, 250, 1000, 3000 і 4000 Гц, типових для локомотивів, вантажних і пасажирських вагонів (табл. 1.3).

Єдиних же критеріїв оцінки комбінованої дії цих чинників поки що немає. Проте часто приймають до розгляду комплексну характеристику гігієнічних умов, важкості і напруженості праці. У різні сектори круга поміщають характеристики, що описують чинники зовнішнього середовища (освітленість,

шум, вібрацію та ін.), фізичні навантаження, робочу позу людини, навантаження і концентрацію уваги, об'єм короткочасної пам'яті, емоційну напругу та ін.

Таблиця 1.3

Допустимий рівень шуму (звукового тиску) на рухомому складі, дБ

| Місце вимірювання | Середньгеометрична частота октавних смуг, Гц | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Кабіни машиністів тепловозів, дизельних поїздів і автомотрис | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 |
| Приміщення: для персоналу і пасажирів у вагонах поїздів дальнього проходження, для відпочинку в багажних і поштових вагонах, службові приміщення рефрижераторні поїздів, енергопоїздів вагонів-електростанцій | 82 | 74 | 68 | 63 | 65 | 63 | 61 | 59 |
| Міжбласні вагони вагони-ресторани | 87 | 79 | 72 | 68 | 70 | 68 | 66 | 64 |
| Вагони приміські поїздів і електросекцій кабіни машиністів електросекцій | 91 | 83 | 77 | 73 | 71 | 68 | 66 | 64 |

Так будується типова картограма гігієнічних умов, важкості і напруженості праці (рис. 1.5) представників самих різних професій. Чинники вимірюють, ранжирують по чотирьох категоріях і вносять координати відповідних вимірювань до секторів картограми. Потім точки вимірювань сполучають прямими відрізками ліній, завершуючи тим самим побудову комплексної характеристики зовнішніх умов, важкості і напруженості праці. Слід зазначити, що цей спосіб є вельми наочним.

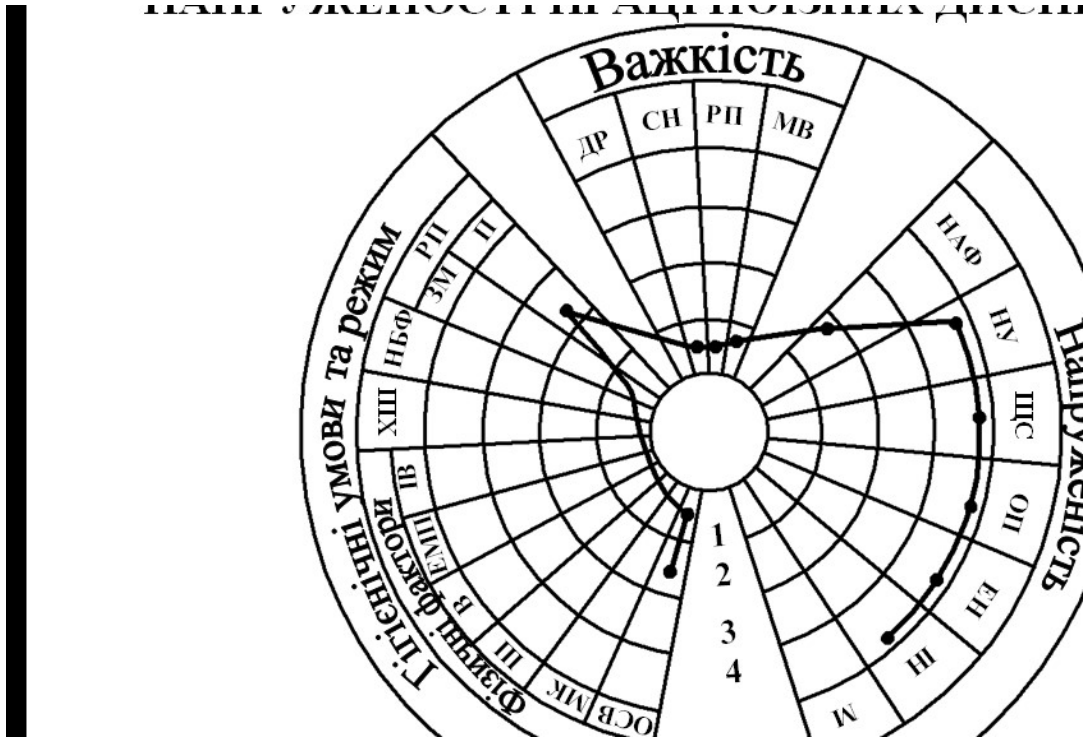


Рис. 1.5 Картограма гігієнічних умов, важкості і напруженості праці поїздових диспетчерів:

ОСВ — освітленість; МК — мікроклімат; Ш — шум; В — вібрація; ЕМП — електромагнітні поля; ІВ — іонізуюче випромінювання; ХШ — хімічні шкідливості; НБФ — негативні біологічні чинники; РП — режим праці; ЗМ — тривалість і чергування робочих змін; П — внутрішньозмінні перерви; ДР — динамічна робота; СТН — статичне навантаження; РП — робоча поза; МВ — максимальний вантаж; НАФ — напруга функцій аналізаторів; ВН — навантаження уваги; ПС — щільність сприйманих сигналів, що переробляються; ОП — об'єм оперативної пам'яті; ЕН — емоційна напруга; ІН — інтелектуальна напруга; М — монотонність роботи і виробничої обстановки розширювачів і пасажирів.

1.4 Взаємодія людини і техніки в транспортних ергатичних системах

Зміна функцій людини в транспортних ергатичних системах супроводиться появою нових особливостей діяльності, викликаних тим, що оператор все частіше управляє одночасно декількома об'єктами, вирішуючи при цьому ряд несхожих між собою завдань. Він все більше віддаляється від об'єктів управління, отримуючи інформацію про їх стан по системах дистанційної передачі даних. Інакше навантажені його органи чуття, оскільки зоровий канал

сприйняття стає основним для прийому інформації. І, нарешті, в більшості сучасних транспортних людино-машинних систем оператор діє в умовах гострого дефіциту часу, викликаного збільшеною швидкістю пересування транспортних засобів.

Таким чином, на транспорті чоловік в системі управління взаємодіє з різними машинами і механізмами, при цьому високі вимоги пред'являються не тільки до техніки, але і до людини. Адже йому взаємодія з вельми складними машинами і механізмами доводиться здійснювати в умовах напруженої діяльності, випробовувати на собі самі різні, іноді далеко не сприятливі дії навколишнього середовища, постійно бути пильним, відчувати величезну відповідальність. У цих умовах облік можливостей і особливостей людського чинника як при створенні транспортних технічних засобів, так і в організації праці залізничників набуває першорядного значення. Природно, що для людини необхідно не тільки створювати хороші умови праці на основі знання його психофізіологічних можливостей, але і забезпечити високу ефективність виробничого процесу, оскільки ця вимога не залежить від того, чи працює в системі чоловік або вона повністю автоматизована.

Слід відмітити, що на залізничному транспорті останніми роками різко зросли швидкості та інтенсивність руху, а це значно збільшує психофізіологічне навантаження людей, що виконують водійські функції. Виникають нові форми взаємодії людини і рухомого транспортного об'єкту, взаємини людей з системами, що знаходяться на об'єкті, все більш ускладнюються. В середньому із загального балансу робочого часу машиніста локомотива близько 46% часу доводиться на роботу в дорозі, 39% — на перевірку і догляд за локомотивом на стоянках, 16% — на прийом і здачу локомотива в депо і подачу його до поїзда.

Сучасний локомотив, як і інші рухомі транспортні об'єкти, відноситься до класу ергатичних систем, робота машиністів яких характеризується двома основними паралельними компонентами діяльності—управління зі своїм контуром регуляції—процесом самого водіння (управління переміщенням в

просторі) і контролю за роботою енергосистеми, підтримка її функціонування в межах норми. Значення взаємодії людини-оператора і техніки в подібних випадках подвоєння контуру управління особливо велике, оскільки при цьому зростає вірогідність відмов системи в цілому.

За даними іноземних досліджень останніми роками значно виросло число елементів індикації, що доводяться на людину в транспортних системах управління. Так, число приладів та різних індикаторів на пульті управління локомотивом збільшилося в 2 рази. Можливості ж людини по прийому інформації не змінилися. Більш того, збільшення швидкості руху привело до того, що час, який тепер має в своєму розпорядженні машиніст для ухвалення рішень і виконання необхідних операцій, скоротився майже в 3 рази.

Завантаження машиністів-операторів зросло не тільки із-за збільшення числа органів управління і засобів контролю в кабіні, їх ускладнення. Значно виріс темп обміну інформацією між рухомим транспортним об'єктом і людиною, яка їм управляє. Інформаційне навантаження машиніста залежить від складності системи управління локомотивом, поїздової обстановки, стани навколишнього середовища і із збільшенням швидкостей руху може досягти граничних значень пропускної спроможності людини. Навантаження збільшує і недосконалість локомотивної системи контролю енергетичних установок, що особливо часто виявляється при виникненні несправностей, що переривають нормальний хід робочого процесу.

Навіть добре знаючи ділянку шляху, машиніст не гарантований від непрогнозованих випадковостей, невизначеність яких (у тому числі і тимчасова) вельми велика. Неточності та помилки, що допускаються машиністом при управлінні локомотивом (пропуск значущих сигналів, неправильне сприйняття сигналів і оцінка їх значущості), в значній мірі пов'язані з дефектами суб'єктивної моделі умов Діяльності.

Аналіз особливостей робочого місця в кабіні машиніста і самій його оперативній діяльності показав, що рухи, за допомогою яких він управляє

локомотивом, нескладні і характеризуються мінімальними м'язовими зусиллями [3]. Загальна м'язова робота при швидкості руху поїзда 100—140 км/год рівна 40—50 Дж за 3—6 год роботи, протягом яких він робить приблизно 650 незначних по зусиллях рухів. У деяких ситуаціях особливого значення набуває здатність виконувати швидкі і точні дії, що управляють: при раптових змінах сигналів, появі перешкод на шляху, обривах контактного дроту, різких змінах напруги в контактній мережі і ін. Деяке збільшення м'язового навантаження спостерігається на ділянках з складним профілем шляху. Це пояснюється тим, що на спуску машиністи електровозів застосовують рекуперативне гальмування, а машиністи тепловозів гальмують склад.

Інший вид інформації, що отримується машиністом під час руху в шляху— періодичні рапорти помічника, переговори по радіо з диспетчером і машиністами зустрічних поїздів, а також сигнали, що сприймаються слуховим аналізатором, про стан двигуна локомотива і шляху. Щонайменше порушення звичного шуму сигналізує машиністові про які-небудь несправності агрегатів і окремих вузлів. Що стосується розумової діяльності, то в нормально протікаючому рейсі на добре знайомій ділянці дороги її не можна (кваліфікувати як дуже напружену, оскільки вона не пов'язана з формуванням нових творчих рішень і зазвичай обмежена лише вибором одного з невеликого числа добре знайомих рішень (рис. 1.6).

Нерідко запобігання аварійній ситуації залежить від того, наскільки точно машиніст на ходу поїзда визначить відстань до раптової перешкоди. Якщо водії інших видів транспорту при необхідності можуть об'їхати перешкоду, то у машиніста в подібній ситуації реальна тільки одна можливість уникнути аварії — зупинити поїзд. Наближаючись до станції, він зобов'язаний уникати різких поштовхів і зупинити склад в строго певному місці. В зв'язку з цим велике значення має безпосередня оцінка відстані до місця зупинки. В рівній мірі це відноситься і до перегону, де машиністові на окремих ділянках шляху необхідно відчутти час, місце і силу гальмування для зміни швидкості руху поїзда. Отже,

для успішної діяльності йому має бути властиво спеціалізоване сприйняття часу і простору.

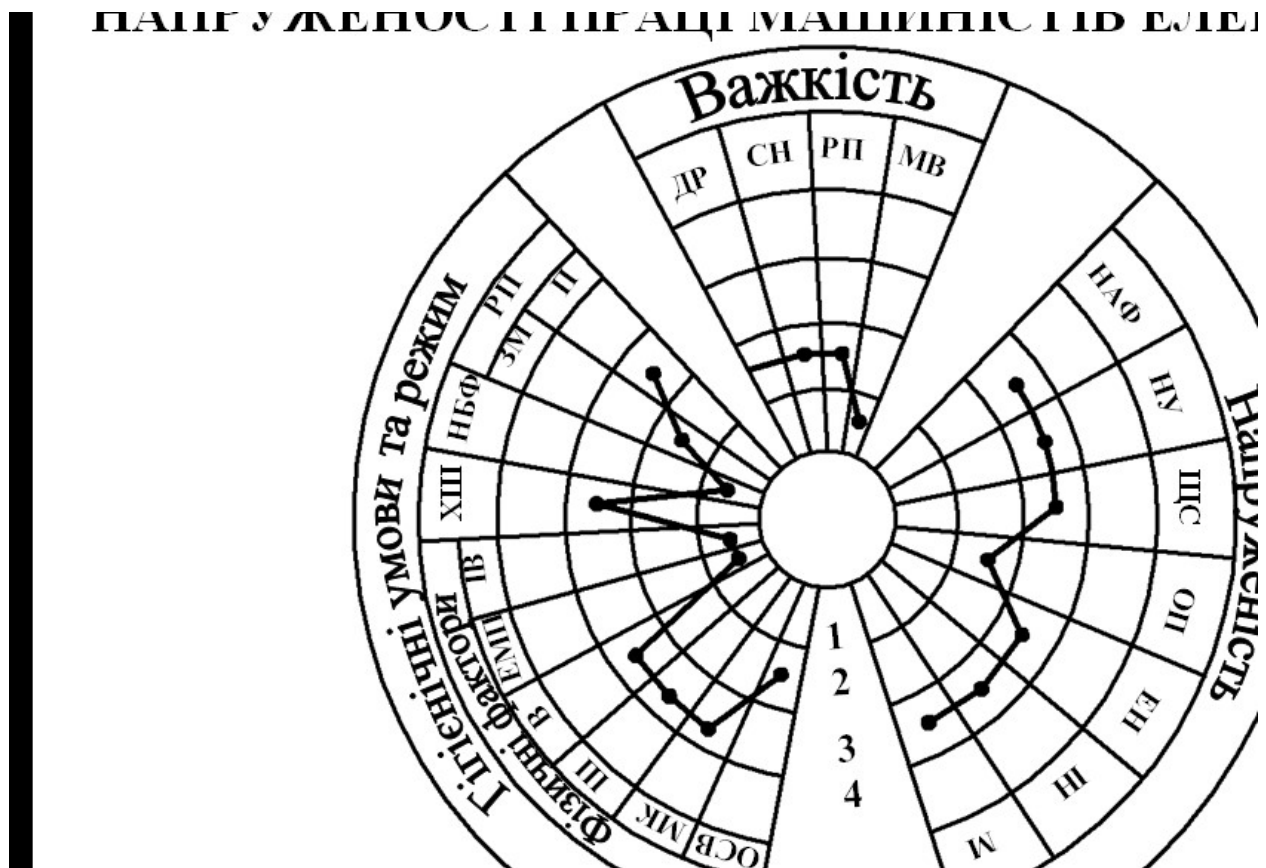


Рис. 1.6 Картограма гігієнічних умов, важкості і напруженості праці машиністів електровозів (позначення ті ж, що на рис. 1.5).

Висновки по 1 розділу

Розглянуті можливості застосування ергатичних моделей для проектування робочих місць залізничних диспетчерів. Було визначено, що ергономічне проектування повинне забезпечити підвищення ефективності і якості праці, зручність експлуатації і обслуговування, поліпшення умов праці і скорочення термінів освоєння техніки, економію фізичної і нервово-психічної енергії працюючої людини максимальним пристосуванням устаткування до його функціональних можливостей і особливостей.