

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
(назва факультету)

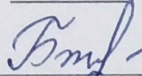
«Транспортна інфраструктура»
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

на тему: Удосконалення ергономічних умов роботи машиніста локомотива на залізницях України з урахуванням умов інтеперабельності за освітньою програмою «Інтеперабельність і безпека на залізничному транспорті»

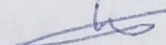
зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ПН2226


(підпис студента)

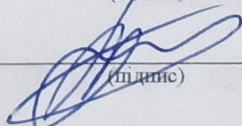
/ Микола БОГАЧУК /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

/ проф. Микола КУЗІН /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

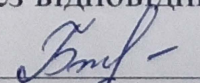
Нормоконтролер:


(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Building, architecture and infrastructure
(faculty)

Transport infrastructure
(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis
Master
(higher education degree)

on the topic: Improvement of the ergonomic working conditions of the locomotive driver on the railways of Ukraine, taking into account the conditions of interoperability

according to educational curriculum Interoperability and safety in railway transport
in the Specialization: 273 Railway Transport
(Specialization and its code)

Done by the student of the group: IH2226 / Mykola BOGACHUK /
(name, surname)

Scientific Supervisor: / Prof. Mykola KUZIN /
(position, name, surname)

Normative controller: / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /
(position, name, surname)

**Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій**

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
Кафедра: «Транспортна інфраструктура»
Рівень вищої освіти: «Магістр»
Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»
Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
«Транспортна інфраструктура»



Олексій ТЮТКІН
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Дата 26.04.2023

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

студенту Богачуку Миколі Андрійовичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Удосконалення ергономічних умов роботи машиніста локомотива на залізницях України з урахуванням умов інтероперабельності»

Керівник роботи: Кузін Микола Олегович, д.т.н., професор

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від «28» квітня 2023 р. № 360ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2024 р.

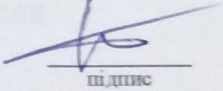
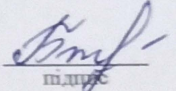
3. Вихідні дані до роботи: Результати аналізу українських та європейських нормативних документів та наукової літератури, які присвячені ергономічним умовам роботи машиністів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Сучасна законодавча база України із питань умов роботи локомотивних бригад. Розділ 2. Аналіз вимог нормативних документів ЄС до ергономічних умов роботи машиніста. Розділ 3. Світовий досвід із підвищення комфорту роботи локомотивних бригад. Розділ 4. Уніфікація технічних рішень щодо удосконалення ергономічних умов праці машиністів. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 15...20 слайдів).

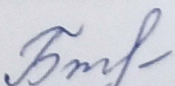
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Всі розділи	Кузін М.О., професор	 підпис 02.05.2023	 підпис 02.05.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

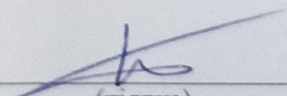
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Сучасна законодавча база України із питань умов роботи локомотивних бригад.	30.10.2023- 19.11.2023	Виконано
2	Розділ 2. Аналіз вимог нормативних документів ЄС до ергономічних умов роботи машиніста.	20.11.2023- 17.12.2023	Виконано
3	Розділ 3. Світовий досвід із підвищення комфорту роботи локомотивних бригад.	18.12.2023- 07.01.2024	Виконано
4	Розділ 4. Уніфікація технічних рішень щодо удосконалення ергономічних умов праці машиністів.	18.12.2023- 03.01.2024	Виконано
5	Висновки.	03.01.2024- 07.01.2024	Виконано
6	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024- 14.01.2024	Виконано
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	Виконано
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент


 (підпис)

 Микола БОГАЧУК
 (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


 (підпис)

 Микола КУЗІН
 (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

90 стор., 13 рис., 3 табл., 30 літературних джерела.

Об'єктом дослідження цієї роботи є вимоги нормативно-правової бази до ергономічних умов праці машиністів, що діють на території країн ЄС та України.

В магістерській роботі поданий аналіз літератури, яка присвячена ергономічним вимогам для машиністів в Україні та країнах ЄС. Встановлено, що незважаючи на певну розбіжність вимог та формулювань, стандарти України та ЄС в області ергономіки мають багато спільного, але їх узгодження на даний час є відкритою проблемою.

Метою роботи є уніфікації технічних рішень на основі запропонованого принципу «локальної модернізації» рухомого складу, який дозволяє забезпечувати узгодження принципів інтерпарабельності для окремих складових рухомого складу із мінімальними фінансовими вкладеннями, що полягає у застосуванні пасивних та активних методів зі зменшення психоемоційного навантаження на роботу локомотивних бригад.

Ключові слова: ЕРГОНОМІЧНІ УМОВИ РОБОТИ, ШУМОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ, ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1 СУЧАСНА ЗАКОНОДАВЧА БАЗА УКРАЇНИ ІЗ ПИТАНЬ УМОВ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД.....	11
1.1 Визначення терміну «ергономіка робочого місця» як фактора, що має безпосередній вплив на безпеку руху.....	11
1.2 Основні вимоги до ергономічних умов роботи машиніста.....	18
1.3 Висновки.....	26
2 АНАЛІЗ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЄС ДО ЕРГОНОМІЧНИХ УМОВ РОБОТИ МАШИНІСТА.....	28
2.1 Перелік нормативно-технічної документації ЄС щодо ергономічних умов роботи.....	28
2.2 Основні вимоги до ергономічних умов роботи машиніста.....	34
2.3 Узгодження вимог нормативних документів ЄС та України щодо ергономіки роботи машиніста.....	41
2.4 Висновки.....	59
3 СВІТОВИЙ ДОСВІД ІЗ ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТУ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД.....	60
3.1 Принцип «локальної модернізації» рухомого складу для покращення ергономіки роботи галузі.....	60

3.2	Боротьба із негативним впливом електромагнітного випромінювання.....	61
3.3	Досвід зі зменшення шумового навантаження на роботу локомотивних бригад.....	65
3.4	Висновки.....	73
4	УНІФІКАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ЕРГОНОМІЧНИХ УМОВ ПРАЦІ МАШИНІСТІВ.....	74
4.1	Пропоновані рішення щодо умов комплексного зменшення впливу антропогенних факторів.....	74
4.2	Розробка підходів щодо підвищення безпеки руху під час управління локомотивами.....	80
4.3	Висновки.....	85
	ВИСНОВКИ.....	86
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	88

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

1. СЛМ – система людина – машина
2. TSI (Technical Specification for Interoperability) - Технічна специфікація для функціональної сумісності
3. DHM (Digital human modeling) – цифрове моделювання людини
4. WHO (World health organization) – Світова організація охорони здоров'я
5. ДСН – державні санітарні норми
6. ЕРС – електрорухомий склад
7. УЗ – Публічне акціонерне товариство "Укрзалізниця", українське державне підприємство, основною сферою діяльності якого є перевезення залізничним транспортом.
8. ДСТУ – державний стандарт України.

ВСТУП

В умовах, коли проходить інтеграції залізничних транспортних систем України як в європейській, так і світовий транспортні структури, важливим є необхідність провести аналіз за якими критеріями і принципами буде проходити подальша інтеграція.

Відомо, що існує чіткий зв'язок із розвитком економіки та транспортних систем. Разом із тим, розвиток складності технічних систем, які використовуються на даний час для забезпечення процесу перевезень, накладає все більшого і більшого навантаження на операторів, що контролюють їх функціонування та безаварійну роботу.

В цьому зв'язку питання фізичного та психологічного стану операторів даних систем, швидкості та правильності прийняття ними рішень виступають на перше місце.

Залізничний транспорт також не є виключенням. Умови роботи машиністів, їх фізичний, психологічний, моральний стан безпосередньо мають вплив як на конкурентоспроможність процесу перевезень, так і на його безпеку.

Відмітимо, що в Україні існує ще від часів СРСР своя нормативна база, що визначає умови роботи локомотивних бригад, та рекомендації щодо просторового розміщення приладів керування локомотивами з метою створення максимально комфортних умов роботи машиністів та їх помічників.

В Європейському союзі склались свої вимоги щодо ергономіки роботи машиністів.

Відмінність цих вимог є деяким стримуючим фактором, який ускладнює процес імплементації технічних рішень щодо інтеграції залізничних систем України в європейській та світовий транспортний простір.

У цьому зв'язку є актуальними розробка підходів до «локального узгодження» умов функціонування окремих вузлів та деталей тягового рухомого складу УЗ та ЄС, що дозволить з одного боку несуттєво та некритично для сучасного економічного стану УЗ проводити модернізацію

рухомого складу, а з іншого - спробувати відпрацювати рішення та технології, які дозволять впровадити у практику роботи транспортних систем підходи, що попередньо пройшли свою вдалу апробацію.

1 СУЧАСНА ЗАКОНОДАВЧА БАЗА УКРАЇНИ ІЗ ПИТАНЬ УМОВ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД

1.1 Визначення терміну «ергономіка робочого місця машиніста» як фактора, що має безпосередній вплив на безпеку руху.

Згідно літературного джерела [1], термін «ергономіка» вперше був запропонований у 1857 році польським вченим Войтехом Ястшембовським.

Але як нова наукова дисципліна отримало свій розвиток у 1949 році у Великобританії, коли було засновано перше Ергономічне товариство, декларованою метою якого було об'єднання зусиль вчених та суміжних спеціальностей для ефективної трудової діяльності людини, що використовує в процесі роботи різні технічні засоби та системи.

Відмітимо, що інтенсифікація праці, яка постійно зростає, підвищення конкуренції на ринку - це основні фактори розвитку ергономіки у світі.

Перший фактор призводить до постійно підвищення стресу у працівників, зростання професійних захворювань, психологічного вигорання, а другий – вимагає з одного боку підвищення якості продукції, а з другого – здешевлення її ціни, що також неодмінно збільшення навантаження на працівників.

В цьому зв'язку предметом ергономіки є конкретна трудова діяльність людини, що використовує машини (обладнання). Тоді однією із «класичних» задач ергономіки є оптимізація умов праці конкретної людини в межах єдиної системи «людина - обладнання».

Тому ергономіку як науку можна представити у вигляді наступної структурної схеми (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Структурна схема системи «людина-машина-середовище»

Основними критеріями праці виступають наступні показники:

- продуктивність праці (кількість годин діяльності людини);
- тяжкість праці.

Згідно [1], ергономіка має вирішувати завдання раціональної організації діяльності людей у системах «людина-машина» (СЛМ-системах), доцільного розподілу функцій між людиною та машиною, визначення критеріїв оптимізації СЛМ з урахуванням можливостей та особливостей кожної конкретної працюючої людини, розробляти типології таких систем. До ергономічних завдань належить оцінка зміни функціонального стану працюючих клієнтів, множини оптимальних показників середовища СЛМ.

Певне уявлення про конкретні ергономічні завдання дає наступний їх перелік [1]:

- людина як компонент системи - перцептивні (вхідні) процеси (зір, слух та інші), процеси в центральній нервовій системі (короткочасна та довготривала пам'ять, прийняття рішень, увага і т.д.), основні моторні процеси (стеження, рухові навички, вправність та ін.), характеристика перцептивно-моторної діяльності та фактори, що впливають на неї, основні фізіологічні процеси, умови роботи (статичне та динамічне навантаження), антропометричні та біомеханічні дані, характеристики органів чуття та фактори, що впливають на їх фізіологічні та біомеханічні функції (вдома, стрес та ін.); проектування засобів взаємодії людини з машиною, умови роботи та інше;

- проектування та організація людино-машинних систем [розподіл функцій між людиною та машиною; характер та регламент роботи (темп,

тривалість робочих змін, розподіл навантажень тощо); тренування, відбір, мотивація та ставлення до роботи;

- методи дослідження та експериментальна техніка (прилади вимірювання, аналізу та оцінки даних, програми тренування, процедури відбору, тестування, методики опитування та інше; моделювання, статистична обробка даних та планування експерименту, у тому числі за допомогою ЕОМ).

Розглянемо специфіку діяльності машиніста і зміну його функціональних станів під час його роботи.

Для цього будемо використовувати літературні джерела [1 – 3].

Найбільш та особливо відповідальним компонентом праці машиніста, є процес водіння поїздів, у якому значне місце займає спостереження за рухом транспортного засобу.

Сам факт управління об'єктом є дуже значної маси, що переміщується у просторі з високою швидкістю, з урахуванням періодично чи раптово поступаючої ззовні інформації. Все це вимагає необхідності постійної уточнення та коригування рухом поїзда. Машиніст, на жаль, не може надовго планувати свої дії при керуванні поїздом. Він змушений постійно стежити за станом колії та складу, прагнучи якомога раніше помітити непередбачені, проте високозначущі для його діяльності фактори (наявність людей чи сторонніх предметів в габариті, стан рухомого складу, інформацію від диспетчерів і т.д.). Інший об'єкт управління у діяльності машиніста – енергосистема локомотива. Інформацію про роботу її блоків кожен машиніст сприймає за допомогою зору (показання приладів) та слуху (шум працюючої машини). Крім того, про роботу агрегатів він судить із вібрації корпусу локомотива.

Професійно важлива інформаційна модель для машиніста електровоза – електрична схема локомотива, зокрема схема високовольтної камери. Положення основних реле і контактів цієї схеми стають основою контролю за роботою машини. При цьому відбувається уявне відтворення об'єкта, тих предметів, яких в даний момент немає перед очима, та їх інформаційні моделі виявляються необхідними у разі різного роду неполадок та несправностей.

Оскільки без усунення несправностей не може здійснюватися саме керування, подібна діагностична операторська діяльність при управлінні складними об'єктами стає необхідним компонентом діяльності машиніста. Таким чином, машиніст як людська ланка в системі управління повинен постійно обробляти інформацію, що надходить як із зовнішнього середовища, так і від об'єкта управління, і по можливості відразу приймати «правильні», з його точки зору, рішення здійснювати управляючі впливи.

Машиніст локомотива виступає як оператор дуже складної технічної системи, яка визначає суб'єктивні труднощі, притаманні його роботі. Найважливіша з них полягає в тому, що машиніст повинен розподіляти спрямованість своїх психічних процесів на паралельне виконання декількох різних компонентів діяльності, кожен з яких, незважаючи на їх тісний взаємозв'язок, часом виступає як самостійний вид діяльності. При цьому він не може протягом тривалого часу зосередитися або тільки на процесі керування, або на обслуговуванні агрегату.

Щоб успішно виконувати окремі операції, пов'язані з керуванням локомотива, всі його технічні системи повинні бути в нормальному стані. Стежити за станом агрегату та обслуговувати його машиніст повинен, ні на хвилину не втрачаючи орієнтування у дорожній обстановці та параметрах руху складу.

Поєднання двох компонентів діяльності - дуже серйозна вимога до машиніста магістрального локомотива, що ускладнює його діяльність [1, 2].

Відомо, що у процесі роботи у машиніста в певний момент більш-менш різко знижується працездатність - настає втома.

Багаторазові дослідження точності керуючих дій - ступеня затиску ручок важелів управління, м'язових потенціалів, рівня кров'яного тиску - в умовах поїзної роботи на тому самому тяговому ділянці показали, що після 4 год роботи на підвищених швидкостях час і ступінь затиску ручок управління збільшується майже удвічі [1, 3]. З'являється багато зайвих рухів, збільшується тривалість і амплітуда електричних біопотенціалів двоголового м'яза плеча,

підвищується середній динамічний кров'яний тиск. До кінця звичайного рейсу тривалістю 6 год знижується швидкість простих і складних сенсомоторних реакцій (приблизно на 10%), точність реакції на об'єкт, що рухається, обсяг оперативної пам'яті і продуктивність розумової працездатності, а також м'язова витривалість. Частота пульсу у процесі роботи падає, знижується чи зростає артеріальний тиск (на 6—26 мм рт. ст.). Ці демонстративні показники стають більш вираженими в міру збільшення тривалості поїзної роботи до 8 год, а при більш тривалому рейсі – чіткі ознаки зміни вже не двох-трьох, а більшого числа фізіологічних показників, тобто втома виявляється у більшій кількості функцій.

У результаті втоми до 3-й години зменшуються зусилля, прикладені до важелів управління (на 10— 20% проти початковими) і прискорюються перемикання контролера на 0,1 с. Але потім сили стиснення і тривалість затискання рукояток поступово збільшуються (на 10-15% порівняно з вихідним рівнем) і одночасно уповільнюються рухові реакції - перемикання контролера. До 6-ї години роботи зусилля та час затискання рукояток збільшується ще більше: у 2—3 рази проти вихідного рівня. Так звані зайві рухи з'являються зазвичай, не раніше 4-ї години роботи, до 6-ї години вони досягають 39 в 1 год, а при швидкісному русі виникають раніше і до 6-ї години досягають 102 в 1 год.

При швидкісному русі, під час руху поїзда зі швидкостями понад 100—120 км/г подібні зрушення стають ще різкішими, явно вказуючи на надмірне психічне напруження.

Зусиллям волі машиніст ще може змусити себе продовжувати працювати. Однак така робота, як показує досвід, стає менш надійною, ніж у невтомному його стані. Під впливом втоми знижується насамперед готовність до екстреної дії – пильність та увага. А це значно підвищує ймовірність катастрофи, особливо під час водіння поїздів у нічний час. Нічна робота порушує добову періодику фізіологічних функцій, яка в ході тривалого біологічного розвитку приурочила зміну активності та відпочинку до зміни дня та ночі. Крім цього, водіння поїзда в нічний час потребує особливого напруження зору. При

зниженні видимості об'єктів посилюється стан монотонії, що призводить до розвитку сонливості. Цьому сприяє і вібрація, яка заколисує людину. Сидяча поза, малий обсяг професійно необхідних рухів, а також неоптимальний тепловий режим у кабіні не сприяють збереженню високої пильності у машиніста. Вже при температурі 24°C знижується пильність та якість виконання професійних функцій. Особливо помітним таке погіршення стає за підвищення температури вище 27°C.

Періоди втрати пильності під час тривалої їзди найчастіше мають характер короткочасних провалів свідомості. Але як би не були такі провали короткочасні, вони таять у собі велику небезпеку, якщо збігаються з аварійною ситуацією, що об'єктивно виникла. Навіть свідомість того, що машиніст перебуває в найнебезпечнішому при аварії місці поїзда, не гарантує його від короткочасних періодів зниження пильності. Аналіз подій, що трапилися з вини машиністів, підтверджує, що понад 50% допущених проїздів заборонених сигналів сталися через втрату пильності (сну на робочому місці). Для безаварійної роботи дуже важливою є здатність машиніста підтримувати необхідний рівень уваги протягом тривалого часу і водночас не концентрувати його надовго лише на одному або кількох об'єктах, а тримати в полі зору всю ситуацію в цілому.

Машиніст робить відносно небагато дій, і вони за своєю структурою нескладні. Але кожна з них є надзвичайно відповідальною, оскільки будь-яка помилка може спричинити найважчі наслідки. Саме ця відповідальність стає причиною емоційної напруги, того емоційного тла, на якому розгортається вся діяльність машиніста – управління локомотивом.

Крім того, у поїзній роботі виникають випадки, що викликають гострий емоційний стрес, наприклад, при несподіваному переході шляху, пішоходом, що застряг на переїзді транспорту, несправності, що раптово виникла, та ін. .

У зв'язку з неухильним зростанням швидкостей руху напруження психологічного характеру, що впливає на машиніста, постійно зростає. Це визначає дедалі більші проблеми адаптації людини до професійної діяльності.

Зростає і інтенсивність стресових ситуацій, які створюють додаткове емоційне навантаження і висувають певні вимоги не до окремих якостей або функцій людини, а до загальної емоційно-вольової характеристики особистості. Отже, стійкість емоційно-вольової сфери в критичних ситуаціях як професійно важливу властивість значною мірою зумовлює успішність трудової діяльності машиніста.

Незважаючи на те, що на підвищених швидкостях руху маніпуляції машиніста при виконанні різних операцій, пов'язаних з процесом водіння, істотно не змінюються, збільшення швидкості руху поїзда викликає швидку зміну обстановки. Машиністу необхідно швидше розбиратися у показаннях приладів, сигналах, різних дорожніх ситуаціях та для виконання будь-якої екстреної дії, пов'язаної з процесом керування локомотивом, у його розпорядженні залишається значно менше часу.

Підсумовуючи вищевикладене, слід сказати, що найбільш важливими і професійно значущими психічними якостями, необхідними для успішного виконання цієї діяльності, що забезпечують безпеку руху поїздів служать здатність витримувати високі інформаційні навантаження; монотоностійкість; готовність до екстрених дій; розосереджена, інтенсивна та стійка увага; емоційна стійкість; висока вмотивованість дій [1].

Разом із тим необхідно відмітити, що дані психологічні якості, які необхідні для машиністів не є «панацеєю», що дозволяє нехтувати питанням удосконалення якості робочого місця машиністів, а є лише суттєвим фактором, який має вплив на безпеку руху.

Тому питання удосконалення якості робочого місця машиністів локомотивів, що використовуються в Україні, у тому числі і з позицій безпеки руху та ергономіки, є відкритими і потребують свого подальшого вирішення.

1.2 Основні вимоги до ергономічних умов роботи машиніста

В Україні на даний момент склалась доволі цікава ситуація з позицій стандартів та нормативних документів, які регламентують ергономічні вимоги.

Так, на даний час, в Україні діють стандарти СРСР, СНД, українські стандарти та, частково, європейські нормативні документи.

У даному розділі роботи розглянемо стандарти СРСР, СНД, українські стандарти, до яких автор мав доступ.

Спробуємо відобразити їх у хронологічному порядку (від найстаршого та наймолодшого).

Спочатку відобразимо радянські нормативні документи:

1. ГОСТ 21889-76. СЧМ. Кресло оператора. Общие эргономические требования.

2. ГОСТ 22269-76. СЧМ. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.

3. ГОСТ 21753-76. СЧМ. Рычаги управления. Общие эргономические требования.

4. ГОСТ 22615-77. СЧМ. Выключатели и переключатели типа «тумблер». Общие эргономические требования.

5. ГОСТ 22613-77. СЧМ. Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования.

6. ГОСТ 22614-77. СЧМ. Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования.

7. ГОСТ 22902-78. СЧМ. Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования.

8. ГОСТ 23000-78. СЧМ. Пульты управления. Общие эргономические требования.

9. ГОСТ 12.2.033-78. ССБТ. Рабочее место стоя. Общие эргономические требования.

10. ГОСТ 12.2.049-80. ССБТ. Оборудование производственное. Общие

эргономические требования.

Тепер розглянемо нормативні документи, що прийняті в Україні.

1. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 2.3.6.037-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 37.

2. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.

3. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 39.

4. ДСТУ 3899-99 «Дизайн і ергономіка. Терміни та визначення»

5. ДСТУ 3943-2000 «Дизайн і ергономіка. Склад, виклад та зміст документації»

6. ДСТУ 4430-2000 «Дизайн і ергономіка»

Перейдемо до розгляду стандартів СНД, що діють в Україні:

1. ГОСТ 30487-97 «Электropоезда пригородного сообщения. Общие требования поездов».

Як видно, є достатнє широке різноманіття документів на території України, які регламентують вимоги до ергономічних умов машиніста локомотива.

Разом із тим, їх систематизація та «приведення» до спільного знаменника є відкритим питанням.

Розглянемо основні вимоги до ергономічних умов роботи машиніста, згідно літературного джерела [4]: для оптимізації праці машиністів та для проектування кабіни сформовані основні концептуальні принципи, які в узагальненому вигляді зводяться до наступного:

- управління локомотивом або ЕРС повинно забезпечуватися однією людиною;

- обслуговування та керування локомотивом повинно здійснюватися у вільній позі сидячи або стоячи за бажанням машиніста;

- місце керування машиніста має розташовуватися праворуч збоку від центральної осі кабіни;

- внутрішні габарити кабіни, основні розміри висот пульта, сидіння, просвітів вікон повинні встановлюватися з розрахунку охоплення 90% контингенту чоловічого населення з антропометричними характеристиками для осіб зростанням від 165 до 190 см;

- на робочому місці органи управління знаходяться навколо машиніста і крісло функціонально нерозривно пов'язане з пультом і розміщується з психологічною установкою забезпечення роботи "... за пультом, а не перед пультом ...";

- прилади інформації та органи управління повинні бути розміщені у найбільш зручних для доступу та огляду місцях;

- на пульт виносяться лише такі елементи керування та інформації, які необхідні для керування локомотивом;

- для скорочення кількості інформаційних елементів управління краща установка приладів багатоцільового призначення, які відповідають вимогам ергономіки та системотехніки;

- елементи інформації та управління мають бути об'єднані у функціональні групи на спеціальних панелях пульта;

- встановлення кутів огляду та оформлення панелей пульта має забезпечувати оптимальне зчитування інформації та зручність оперативних дій машиніста;

- інформаційна панель повинна розташовуватися перпендикулярно напрямку погляду машиніста на сигнальні прилади для виключення явищ паралаксу та відображення;

- найважливіші прилади слід розташовувати на вузькому полі огляду;

- повний поділ усіх необхідних приладів з панелей інформації та управління неможливий без деяких функціонально виправданих компромісів;

— штурвал контролера, що займає багато місця на пульті локомотива, доцільно замінити на вертикальну рукоятку-важіль, що має менші габаритні розміри і більш психологічно більш виправдану з позиції обліку збільшення або скидання навантаження тягових двигунів, а також прискорення або уповільнення швидкості руху локомотива;

— місце встановлення органів управління пневматичними та динамічними гальмами з міркувань уніфікації для підвищення безпеки руху має зберігатися зручним та досконалим з ергономічних позицій;

— кабіна має бути оснащена найдосконалішими засобами життєзабезпечення для підтримки оптимальних умов праці обслуговуючого персоналу з урахуванням сучасних вимог залізничної гігієни та безпеки руху.

Перелічені принципи з урахуванням національних традицій більшою чи меншою мірою знаходять своє відображення в ергономічних конструктивних рішеннях кабін провідних локомотивобудівних фірм світу для локомотивів та моторвагонних поїздів, що експлуатуються з традиційними та високими швидкостями руху.

Ергономічні напрацювання пульта передусім включають вибір необхідних антропометричних характеристик чоловіків віком від 40 до 50 років.

При цьому розподіл (компоновка) пульта машиніста має бути такою як показано на рис. 1.2 [4].

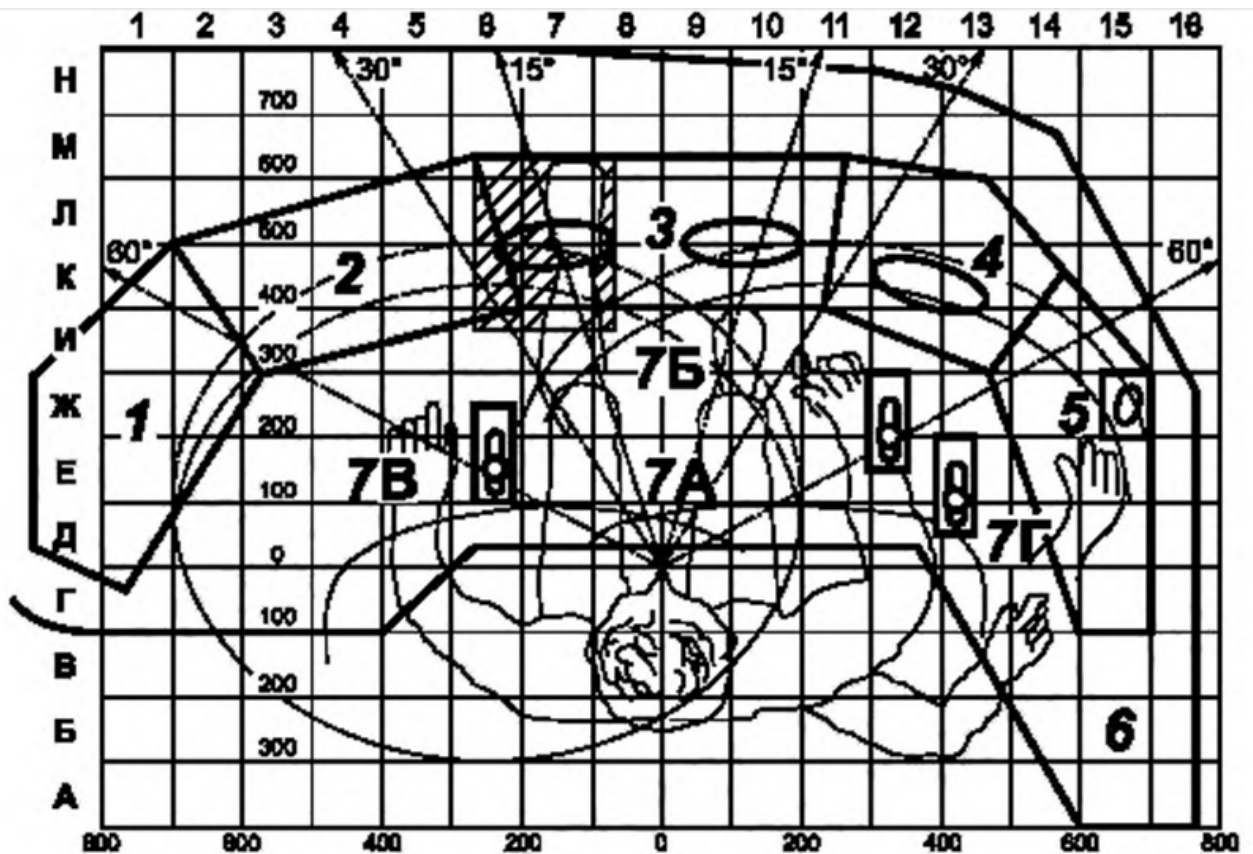


Рис. 1.2. Компоновка пульта управління: 1..5 – зони (сегменти) інформаційної панелі пульта управління, 6 – допоміжна зона, 7А...7Г – зони головних оперативних переключень.

Ергономічне оформлення робочого місця водія в кабіні тісно пов'язане з виконанням вимог щодо забезпечення необхідної зовнішньої видимості дороги (колії) попереду, сигналів і світлофорів. Так, машиніст повинен сприймати сигнали, розташовані біля землі на відстані 10 м від локомотива, а світлофори - на висоті 6,3 м на відстані 15 м [4].

Враховуючи реалізацію наведених принципів ергономіки, з метою забезпечення максимально високої працездатності водія в різний час доби організація робочого місця повинна передбачати можливість зміни робочої пози (сидячи або стоячи на запит водія).

Для роботи водія, пов'язаної з візуальним спостереженням з кабіни, важливий правильний вибір установки верхнього і нижнього країв передніх вікон від рівня підлоги. В даному випадку визначальним показником є висота очей над підлогою з урахуванням 3 см на розмір каблучка.

Тому у роботі [5], пропонується наступне рекомендоване вертикальне розміщення машиніста локомотива у кабіні, що показано на рис. 1.3.

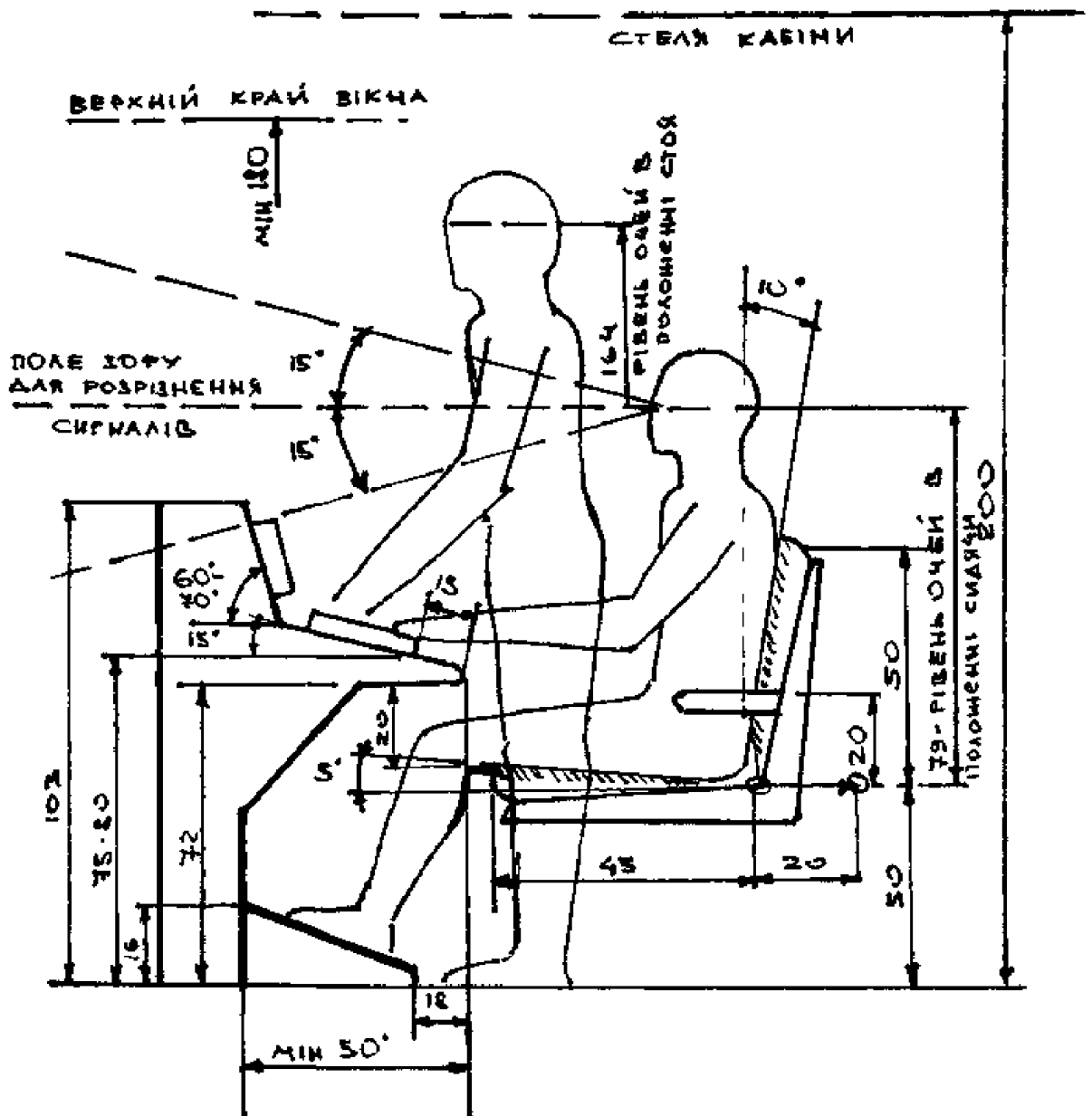


Рис. 1.3. Кабіна машиніста локомотива.

Оцінку органів керування в роботі [5] пропонують виконувати за наступною алгоритмічною схемою: найменування органів керування; призначення органів керування; кількість органів керування; розташування органів керування для лівої та правої руки; послідовність звернення до органів управління; частота використання і відповідність компоновання органів керування зонам досяжності (зонам зручності); значущість.

Після цього пропонується надавати оцінку кожному виду органів керування [4, 5].

Схеми оцінки окремих органів керування:

Вимикачі (перемикачі) клавішні та/або кнопкові: призначення; форма і розміри приводного елемента; зусилля, які прикладені до приводних елементів; наявність індикації положень «Включене», «Виключено»; кольорове фарбування приводного елемента; відстань між ближніми точками приводних елементів.

Вимикачі та перемикачі поворотні: призначення; тип і напрямок зсуву приводного елемента; форма робочої поверхні і розміри приводного елемента; зусилля, необхідні для його переміщення; кольорове наповнення приводного елемента; відстань між приводними елементами.

Важливим є також оцінка приладів відображення інформації (інформаційне табло) [5].

Тип відлікового пристрою вибирають виходячи з функціонального призначення індикатора, вимог до його класу точності та швидкості інформування, а також зовнішніх умов діяльності оператора (машиніста). Форма подачі інформації повинна виключати подання складних кількісних і логічних обчислень. Лицьова поверхня пристрою повинна бути пофарбована в чорний (чи білий) колір, що виключає блиск при допустимих кутах отримання інформації. Підсвічування пристрою повинно бути вище освітленості загального фону не менше ніж на 10 %, але не більше ніж на 300 % при контрасті не менше 0,6.

Ергономічну оцінку шкальних (аналогових або цифрових) інформаційних пристроїв проводять за наступною схемою: призначення; конструкція інформаційного пристрою; форма і оцифровка поданої шкали; форма стрілки; відстань між стрілкою та поділками; підсвічування та контраст інформаційного пристрою.

Важливим є і компоновка (компонування) робочого місця оператора (машиніста).

Робоче місце машиніста повинне забезпечувати легкість керування та обов'язково безпеку руху, тому одним з найважливіших напрямків в організації робочого місця машиніста є раціональне розміщення засобів відображення інформації й органів керування.

Також додатково розпишемо вимоги до сидіння машиніста (крісла машиніста) та санітарно-гігієнічних умов праці [5].

У конструкції сидіння (крісла), що забезпечує фізіологічно правильне і зручне положення тіла робітника, враховуються характерні особливості трудової діяльності, його антропометричні та фізіологічні дані, які отримані шляхом аналізу положення тіла при виконанні конкретного виробничого завдання (конкретної роботи).

При виборі сидіння необхідно брати до уваги не тільки анатомію людини, але також динаміку його робочих рухів. Сидіння повинне якомога більш оптимально сприяти виконанню виробничого процесу.

Конструкція сидіння (крісла) повинна дозволяти виконувати необхідні рухи під час роботи (робочі рухи), в тому числі вільні рухи ногами, щоб забезпечити зручне розміщення машиніста ніг під опорною поверхнею сидіння чи для ніг під час роботи стоячи.

До сидіння повинні ставитися наступні вимоги: бути легко пристосовані для обігріву; не подразнювати шкіру оператора; легко чиститися або митися; достатньо легко пересуватися; бути приємно оформленим з позицій урахуванням форми, кольору, матеріалу.

Розглянемо також санітарно-гігієнічні умови праці, які необхідно враховувати при ергономічному описі вимог до робочого місця машиніста [1..5].

Так, добре відомо, що прямий вплив на працездатність машиністів мають параметри виробничого середовища в кабіні локомотива.

До них відносяться шум, вібрація, наявні хімічні домішки в повітрі, температура, вологість повітря, вплив сонячних променів та ін. Для захисту машиніста від впливу сонячних променів рекомендується для лобового та бокового скла кабіни використовувати теплопоглинальні стекла.

Особливу увагу приділяють вентиляції кабіни.

Так, згідно наступних нормативних документів (ГОСТ 30487-97 «Электропоезда пригородного сообщения. Общие требования поездов»; Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.), «гранично допустимий рівень звуку під час руху вагона не повинен перевищувати в пасажирському салоні та в кабіні машиніста 75 дБл; плавність ходу має перевищувати 3,25 од.; кількість зовнішнього повітря, що подається в кабіну, повинна бути, м³/год, не менше у літньому режимі – 200 та у зимовому режимі – 60; швидкість руху повітря в кабіні машиніста на рівні робочого місця — не більше 0,2 м/с; опалювально-вентиляційна система повинна забезпечувати при температурі зовнішнього повітря -40 °С та закритих зовнішніх дверях температуру повітря, °С, не менше: у кабіні машиніста - + 22 ± 2°С; середній коефіцієнт теплопередачі кузова, Вт/м²·К, не більше для кабіни машиніста - 2,33.

1.3 Висновки

1. Проведено визначення терміну «ергономіка робочого місця машиніста» як комплексного фактора, що має безпосередній вплив на безпеку руху та ефективність роботи локомотивних бригад.

2. Проведено аналіз основних вимоги нормативних документів, що використовуються для регламентування ергономічних умов роботи локомотивних бригад.

3. Показано, що на даний час на Україні відсутні повністю сформовані вимоги щодо ергономічних вимог кабіни машиніста та розміщення приладів у ній, але є більш жорсткі вимоги щодо параметрів мікроклімату, освітлення та вібрації у кабіні машиніста.

4. Все це дозволяє говорити про те, що питання ергономіки роботи машиніста є відкритими і потребують свого подальшого розвитку та удосконалення.

2 АНАЛІЗ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЄС ДО ЕРГОНОМІЧНИХ УМОВ РОБОТИ МАШИНІСТА

2.1 Перелік нормативно-технічної документації ЄС щодо ергономічних умов роботи

Ергономіка як наука має широкий розвиток як в ЄС, так і в інших країнах світу [6, 7].

На даний час вже починає використовуватись термін DHM (Digital human modeling) – цифрове моделювання людини та її поведінки, з метою підвищення комфорту, продуктивності та безпеки праці.

Вже на рівні офіційних документів Європейського союзу та Світових організацій (типу WHO), вже починається розуміння, що правильна організація праці – це є один із ключових факторів для фінансового успіху підприємства, на якій працює даний працівник [7].

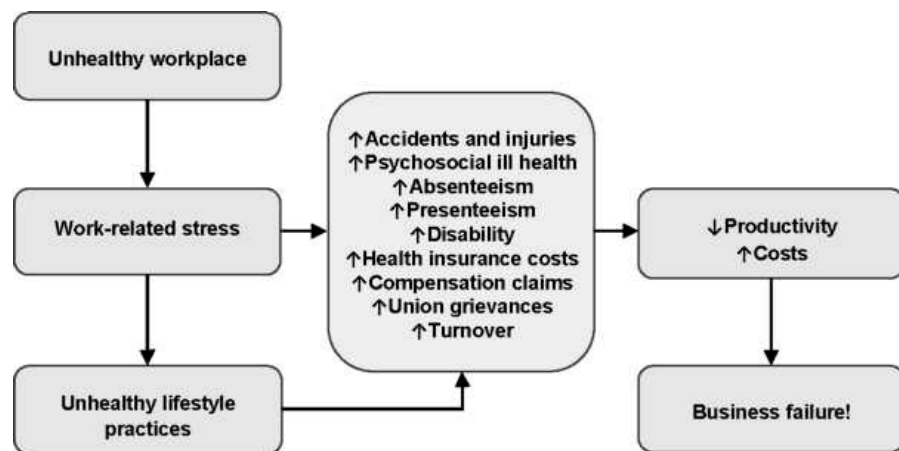


Рис. 2.1. Гігієна праці та економічне обґрунтування здорового робочого місця [7].

Проаналізуємо більш детально вимоги нормативних документів ЄС та країн ЄС щодо ергономіки робочих місць [6,7].

Згідно [7], дотримання закону є важливою причиною забезпечення здорового робочого середовища.

В ЄС країни прийняли законодавство про робоче середовище, яке вимагає від роботодавця захищати працівників від ризиків, які можуть призвести до травм або захворювань.

Крім того, багато країн мають додаткові місцеві (локальні) правила. Підприємства, які не дотримуються законодавства, ризикують бути оштрафованими або це може призвести до дорогих спорів, або, у найгіршому випадку, до тюремного ув'язнення відповідальних осіб.

Можна сказати, що законодавство про робоче середовище узагальнює норми суспільства щодо здорового робочого середовища. Законодавство спрямоване на попередження захворювань і нещасних випадків на виробництві, а також на створення приємного та розвиваючого робочого середовища.

Умови праці відрізняються в різних країнах.

Проте в ЄС існує рамкова директива про робоче середовище (Framework directive 89/391/ECC – Рамкова директива 89/391/ECC), яка поширюється на всі держави-члени. Рамкова директива встановлює мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я, а також загальні принципи Закону про робоче середовище, тобто обов'язки роботодавця та працівників і те, як має бути організовано управління робочим середовищем.

Рамкова директива формує разом із іншими окремими директивами, які зосереджуються на більш конкретних аспектах робочого середовища (90/269 ЕЕС – ручне переміщення вантажів (manual handling of loads), 89/654 ЕЕС – робочі місця (workplaces), 89/655 ЕЕС – робоче обладнання (work equipment), 89/656 ЕЕС – засоби індивідуального захисту (personal protective equipment) та 90/270 ЕЕС - обладнання для відображення (display equipment)), основу для європейського законодавства про безпеку та гігієну робочого середовища.

Окремі директиви додатково роз'яснюють принципи рамкової директиви та те, як їх слід застосовувати.

Відмітимо, що Директиви ЄС є юридично обов'язковими та мають бути включені до національного законодавства держав-членів протягом певного періоду часу.

Однак держави-члени можуть прийняти більш суворі вимоги на національному рівні, і це означає, що законодавство щодо безпеки та гігієни праці може відрізнятись в Європі. Індивідуальна директива може включати більш суворі та конкретніші правила, які потім замінюють рамкову директиву [6].

На додаток до вищезазначених директив, також існують керівні принципи, спрямовані на сприяння імплементації директив ЄС і стандартів ЄС, прийнятих європейськими організаціями стандартизації, а також політичні документи, керівні принципи та принципи підтримки гігієни та безпеки праці.

В якості підтримки в управлінні робочим середовищем існує EU-OSHA (<https://osha.europa.eu>), інформаційна агенція Європейського Союзу з безпеки та здоров'я праці. EU-OSHA надає інформацію про сферу робочого середовища, а також практичні рішення для задоволення потреб різних зацікавлених сторін у робочому середовищі.

Щоб полегшити виробникам інтерпретацію вимог директив, вони роз'яснені в різних стандартах, встановлених європейськими організаціями стандартизації: Європейським комітетом стандартизації (CEN), Інститутом телекомунікаційних стандартів (ETSI) та Європейським комітетом стандартизації електротехніки (Cenelec).

Стандарти можна описати як рішення повторюваних проблем, де рутинні процедури та прозорість полегшують країнам-членам узгодження, серед іншого, щодо якості та безпеки продукції, а також сумісності.

Наприклад, шведський закон про робоче середовище базується на Європейській рамковій директиві 89/391/ЕЕС щодо запровадження заходів для заохочення покращення робочого середовища. Закон вимагає від усіх роботодавців мати політику щодо робочого середовища та систематично керувати робочим середовищем (89/391/ЕЕС, SWEA, 2001) [7].

На даний час стандарти в області ергономіки можна умовно поділити на наступні групи [8]:

- Стандарти для керівних принципів ергономіки;

- Стандарти антропометрії та біомеханіки;
- Стандарти ергономіки взаємодії людини і системи;
- Стандарти на методи контролю та сигналізації;
- Стандарти вимог до візуального відображення;
- Стандарти ергономіки програмного забезпечення;
- Стандарти взаємодії людина-система;
- Стандарти ергономіки фізичного середовища;
- Стандарти з ергономіки теплового середовища;
- Стандарти зв'язку у шумному середовищі;
- Стандарти освітлення внутрішніх робочих систем.

Тепер розглянемо їх більш детально [8].

До стандартів в області керівних принципів ергономіки належать наступні:

EN ISO 10075-1:2017 Ergonomic principles related to mental work load —
General terms and definitions

EN ISO10075-2:2000 Ergonomic principles related to mental work load —Part
2: Design principles

ISO/FDIS 10075-3 Ergonomic principles related to mental work load—Part 3:
Principles and requirements concerning methods for measuring and assessing mental
workload

EN ISO6385:2016 Ergonomic principles in the design of work systems;

ISO/CD 20282-1 Ease of operation of every day products—Part 1: Context of
use and user characteristics

ISO/CD TS20282-2 Ease of operation of every day products—Part 2: Test
method.

До стандартів антропометрії та біомеханіки належать:

EN 1005-1:2001 Safety of machinery—Human physical performance—Part
1:Terms and definitions

EN 1005-2:2003 Safety of machinery — Human physical performance—Part
2:Manual handling of machinery and component parts of machinery

EN 1005-3:2009 Safety of machinery —Human physical performance—Part 3: Recommended force limits for machinery operation

EN 13861:2011 Safety of machinery — Guidance for the application of ergonomics standards in the design of machinery

EN 547-1:2009 Safety of machinery—Human body measurements—Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery.

Також існують стандарти ISO в області взаємодії людини і системи, контролю та сигналізації, візуального відображення інформації, та в області ергономіки програмного забезпечення.

Наведемо деякі з них [8]:

ISO 9355-1:1999 Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators—Part 1: Human interactions with displays and control actuators;

ISO 9355-2:1999 Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators —Part 2: Displays Safety of machinery;

ISO/DIS 9355-3—Ergonomic requirements for the design of signals and control actuators—Part 3: Control actuators Safety of machinery;

ISO/DIS 9355-4—Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators—Part 4: Location and arrangement of displays and control actuators.

Вимоги до ергономіки офісних робіт та візуальних дисплейних терміналів описано в стандарті ISO 9241, який має 17 частин від ISO 9241:1 до ISO 9241:17.

Стандарти ергономіки умов фізичного середовища, теплового впливу та шуму є наступними:

ISO 7243:2017 Ergonomics of the thermal environment—Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index;

ISO 7726:1998 Ergonomics of the thermal environment—Instruments for measuring physical quantities;

ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria ;

ISO 7933:2004 Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain;

ISO 8996:2004 Ergonomics of the thermal environment—Determination of metabolic rate;

ISO 9886:2004 Ergonomics—Evaluation of thermal strain by physiological measurements;

ISO 9920:2007 Ergonomics of the thermal environment—Estimation of thermal insulation and water vapor resistance of a clothing ensemble;

ISO 10551:2019 Ergonomics of the physical environment—Subjective judgment scales for assessing physical environments;

ISO 11079:2007 Ergonomics of the thermal environment—Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREC) and local cooling effects;

ISO 11399:1995 Ergonomics of the thermal environment—Principles and application of relevant International Standards;

ISO 12894:2001 Ergonomics of the thermal environment—Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments;

ISO 13731:2001 Ergonomics of the thermal environment—Vocabulary and symbols;

ISO/TS 13732-2:2001 Ergonomics of the thermal environment—Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces—Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature.

Як видно, в ЄС діє дуже багато стандартів в ергономіки, в яких ставляться дуже жорсткі вимоги щодо особливостей роботи працівників.

Разом із тим питання їх гармонічного узагальнення та взаємодії є відкритою проблемою [8].

2.2 Основні вимоги до ергономічних умов роботи машиніста

Даний розділ будемо на основі наступного документа ЄС – TSI Loc&Pas [9].

Достатні повні вимоги до вимог роботи наведені у пункті 4.2.9.1 Кабіна машиніста.

Так, у пункті 4.2.9.1.1 Загальні вимоги, написано наступне:

«4.2.9.1.1 Загальні положення

(1) Кабіни водія повинні бути сконструйовані таким чином, щоб дозволяти роботу одним водієм (машиністом).

(2) Максимально допустимий рівень шуму в кабіні становить зазначені в TSI Noise.».

Так, у пункті 4.2.9.1.2 Доступ і вихід, написано наступне:

«4.2.9.1.2.1 Доступ і вихід в робочих умовах

(1) Кабіна водія повинна бути доступна з обох сторони поїзда на 200 мм нижче верхньої частини рейки.

(2) Дозволено, щоб цей доступ був прямим ззовні, використовуючи зовнішні двері кабіни, або через зону в задній частині кабіни. В останньому випадку вимоги, визначені в цьому пункті застосовується до зовнішніх доступів, які використовуються для доступу до кабіни з обох боків автомобіля.

(3) Засоби для доступу поїзної бригади та виходу з кабіни, наприклад підніжки, поручні або відкриваються ручки, повинні дозволяти безпечно та легко використовуватись за розмірами (крок, ширина, відстань, форма) для доступу за посиланням визнані стандарти; вони повинні бути розроблені з врахування ергономічних критеріїв по відношенню до їх використання. Підніжки не повинні мати гострих країв створення перешкод для взуття поїзної бригади.

(4) Рухомий склад із зовнішніми проходами повинен бути обладнаний поручнями та опорами для ніг для безпеки водія під час доступу до кабіни.

(5) Зовнішні двері кабіни водія повинні відкриватися таким чином таким чином, щоб вони залишалися в межах передбачуваного габариту (див. пункт 4.2.3.1 цієї TSI), коли відкриті (коли локомотив зупиняється).

(6) Зовнішні двері кабіни водія повинні мати мінімум зазор 1675×500 мм, коли доступ до нього підніжки або 1750×500 мм, якщо доступні на рівні підлоги.

(7) Внутрішні двері, які використовуються бригадою поїзда для доступу до кабіни повинна мати мінімальний просвіт 1700×430 мм.

(8) Для зовнішніх і внутрішніх дверей кабіни водія двері, якщо вони розташовані перпендикулярно і проти борту транспортного засобу, це дозволено мають зменшену ширину зазору у верхній частині (кут на верхній зовнішній стороні) через розмір транспортний засіб; це скорочення повинно бути суворо обмеженим до обмеження калібру у верхній частині і повинен не призводити до ширини зазору на верхній стороні двері нижче 280 мм.

(9) Кабіна водія та доступ до неї повинні бути спроектовані щоб поїзна бригада могла запобігти кабіні доступ неавторизованих осіб кабіна зайнята чи ні, і так що пасажир може вийти з кабіни без необхідність використовувати будь-який інструмент або ключ.

(10) Доступ до кабіни водія повинен бути можливим без підключення будь-якого джерела енергії, що наявне на борту. Зовнішні двері не повинні відкриватися ненавмисно.».

Як видно із вищенаведеного фрагменту нормативного документу, доступ до кабіни машиніста має відповідати певним вимогам та має бути легким та безперешкодним для залізничного персоналу.

Так, у пункті 4.2.9.1.2.2 Аварійний вихід з кабіни водія написано наступне:

« (1) У надзвичайній ситуації евакуація поїзда екіпажу з кабіни водія та доступу до внутрішньої частини кабіни рятувальними службами можна з обох боків кабіни за допомогою один із таких засобів аварійного виходу: кабіна зовнішні двері (вхід безпосередньо ззовні, як визначено в пункті 4.2.9.1.2.1 вище) або збоку вікна або аварійні люки.

(2) У всіх випадках засоби аварійного виходу повинні забезпечити мінімальний зазор (вільну площу) 2000 см^2 з мінімальним внутрішнім розміром 400 мм, щоб дозволити звільнити людей, що там перебувають.

(3) Передні кабіни водія повинні мати принаймні внутрішній вихід; цей вихід повинен надавати доступ до області мінімальної довжини 2 метри, мінімум кліренс, ідентичний зазначеним у пункті 4.2.9.1.2.1, пункти (7) і (8), і ця область (включаючи його підлогу) повинні бути вільні від будь-яких перешкоджання евакуації водія; в вищезазначена зона повинна бути розташована на борту пристрою, і може бути внутрішньою зоною або відкритою зоною ззовні.»

Як видно із фрагмента документа, що описано вище, цей пункт характеризує особливості евакуації у випадку аварії з локомотивом.

У пункті 4.2.9.1.4 Внутрішнє планування подано наступне:

«(1) Внутрішнє планування кабіни повинно враховувати антропометричні вимірювання водія, як зазначено в Додатку Е.

(2) Свобода пересування персоналу в салоні кабіни не повинна бути ускладнена перешкодами.

(3) Підлога кабіни, що відповідає робочій зоні водія (за винятком доступу до кабіни та підставки для ніг), не повинна мати сходинок.

(4) Внутрішнє планування повинно дозволяти як сидячи, так і стоячи для керування локомотивами та вагонами, якщо ці вагони також призначені для керування машиністом стоячи.

(5) Кабіна повинна бути обладнана принаймні одним сидінням водія (див. пункт 4.2.9.1.5) і додатково сидінням, яке не вважається місцем водія для можливого супроводжуючого екіпажу.»

Розглянемо Додаток Е даного нормативного документа.

Згідно даного додатку Е “Антропометричні вимірювання водія.», вказано, що антропометричні вимірювання для машиністів наведені у Додатках Е та G Нормативного документа UIC 651 [10].

У пункті 4.2.9.1.5 «Сидіння водія (машиніста)» подані вимоги до цього обладнання на рівні компонентів:

« (1) Сидіння водія має бути сконструйовано таким чином, щоб він міг виконувати всі звичайні функції водіння в положенні сидячи, беручи до уваги антропометричні вимірювання водія, як зазначено в Додатку Е. Воно має дозволяти правильну позу водія з фізіологічної точки зору.

(2) Водій повинен мати можливість регулювати положення сидіння, щоб відповідати базовому положенню очей для зовнішньої видимості, як визначено в пункті 4.2.9.1.3.1.

(3) При проектуванні сидіння та його використанні водієм слід враховувати аспекти ергономіки та здоров'я.

Вимоги до інтеграції в кабіні водія:

(4) Встановлення сидіння в кабіні має дозволяти відповідати вимогам щодо зовнішньої видимості, як зазначено в пункті 4.2.9.1.3.1 вище, використовуючи діапазон регулювання, який забезпечує сидіння (на рівні компонента); воно не повинно змінювати ергономіку та аспекти здоров'я та використання сидіння водієм.

(5) Сидіння не повинно бути перешкодою для втечі водія в разі надзвичайної ситуації.

(6) Встановлення сидіння машиніста в локомотивах і вагонах, якщо ці вагони також призначені для керування машиністом у положенні стоячи, повинно дозволяти регулювання, щоб отримати необхідний вільний простір, необхідний для положення водія стоячи.»

У пункті 4.2.9.1.6 Кабінет водія — Ергономіка подано наступне:

«(1) Стіл водія та його робоче обладнання та засоби керування повинні бути організовані таким чином, щоб водій у найбільш часто використовуваному положенні водія міг зберігати нормальну позу, не перешкоджаючи його свободі рухів, беручи до уваги антропометричні вимірювання водія, як зазначено в Додатку Е.

(2) Щоб дозволити відображення паперових документів, необхідних під час водіння, на поверхні столу водія, перед сидінням водія має бути доступна зона читання мінімального розміру 30 см завширшки на 21 см заввишки.

(3) Елементи управління та управління повинні бути чітко позначені, щоб водій міг їх розпізнати.

(4) Якщо тягове та/або гальмівне зусилля встановлюється важелем (комбінованим або розділеним), «тягове зусилля» збільшується шляхом натискання важеля вперед, а «гальмівне зусилля» збільшується шляхом витягування важіль у бік водія.

Якщо є положення для екстреного гальмування, воно повинно бути чітко відокремлене від інших положень важеля (наприклад, порізом).»

У пунктах 4.2.9.1.7 та 4.2.9.1.8 подані відповідно вимоги до контролю «клімату» та якості повітря, а також зовнішнього освітлення.

У пункті 4.2.9.2 описані вимоги до Вітрового скла, а саме до механічних характеристик (4.2.9.2.1), оптичних характеристик (4.2.9.2.2), а також обладнання – у пункті 4.2.9.2.3.

Важливим є подані у пункті 4.2.9.3 вимоги до машинного інтерфейсу для машиніста:

«4.2.9.3. Інтерфейс машиніста

4.2.9.3.1. Функція контролю активності водія

(1) Кабіна машиніста повинна бути обладнана засобами для контролю за діяльністю машиніста та для автоматичної зупинки поїзда, коли виявлено відсутність активності машиніста. Це дає залізничному підприємству бортові технічні засоби для виконання вимоги пункту 4.2.2.9 TSI OPE.

(2) Специфікація засобів моніторингу (і виявлення відсутності) діяльності водія:

Діяльність машиніста повинна контролюватися, коли поїзд знаходиться в режимі керування та рухається (критерій виявлення руху – низький поріг швидкості); цей моніторинг повинен здійснюватися шляхом керування діями машиніста на розпізнаних інтерфейсах машиніста, таких як спеціальні пристрої

(наприклад, педалі, кнопки ...) та/або розпізнаних інтерфейсах машиніста з системою управління та моніторингу поїзда.

Якщо жодна дія не відстежується на жодному з розпізнаних інтерфейсів драйвера протягом більше ніж X секунд, має бути викликана відсутність активності драйвера.

Система повинна дозволяти коригування (як діяльність з технічного обслуговування) часу X у діапазоні від 5 до 60 секунд.

Якщо та сама дія безперервно відстежується протягом часу не більше ніж 60 секунд без будь-яких подальших дій на розпізаному інтерфейсі водія, також має ініціюватись відсутність активності водія.

Перед тим, як викликати відсутність активності водія, водію повинно бути надано попередження, щоб він мав можливість відреагувати та скинути систему.

Система повинна мати інформацію про «відсутність активності водія», доступну для підключення до інших систем (тобто радіосистеми).

(3) Додаткова вимога:

Виявлення відсутності активності драйвера є функцією, яка підлягає дослідженню надійності з урахуванням режиму відмови компонентів, резервування, програмного забезпечення, періодичних перевірок та інших положень, а також оціненої частоти відмов функції (відсутність активності драйвера як зазначено вище, не виявлено) має бути надано в технічній документації, визначеній у пункті 4.2.12.

(4) Специфікація дій, що запускаються на рівні поїзда, коли виявлено відсутність активності машиніста:

Відсутність активності машиніста, коли поїзд перебуває в конфігурації руху та рухається (критерієм виявлення руху є низький поріг швидкості) має призводити до повного робочого гальмування або застосування аварійного гальмування поїзда.

У разі застосування повного робочого гальма, його ефективно застосування повинно автоматично контролюватися, а в разі його незастосовування слідувати екстрене гальмування.

(5) Примітки:

— Дозволяється виконувати функцію, описану в цьому пункті, підсистемою CCS.

— Значення часу X має бути визначене та обґрунтоване залізничним підприємством (застосування TSI OPE та CSM, а також розгляд його чинного кодексу практики або засобів відповідності; поза сферою дії цієї TSI).

— В якості перехідного заходу також дозволяється встановити систему фіксованого часу X (коригування неможливе) за умови, що час X знаходиться в діапазоні від 5 секунд до 60 секунд і що залізничне підприємство може обґрунтувати цей фіксований час (як описано вище).

— Держава-член може вимагати від залізничних підприємств, які працюють на її території, налаштувати свій рухомий склад із максимальним обмеженням на час X , якщо держава-член може продемонструвати, що це необхідно для збереження національного рівня безпеки. У всіх інших випадках держави-члени не можуть заборонити доступ залізничного підприємства, яке використовує вищий час Z (у межах зазначеного діапазону).»

У пунктах 4.2.9.3.2 є вимоги до Індикатора швидкості, у пункті 4.2.9.3.3 до дисплею та екрану, у пункті 4.2.9.3.4 – до контрольних індикаторів, у пункті 4.2.9.3.5 – до маркування, у пункті 4.2.9.3.6 – до радіоканалу, у пункті 4.2.9.4 – до бортових інструментів та портативного обладнання, у пункті 4.2.9.5 – до приміщення для зберігання особистих речей персоналу та у пункті 4.2.9.6 – до засобів запису інформації.

2.3 Узгодження вимог нормативних документів ЄС та України щодо ергономіки роботи машиніста

Розглянемо узагальнені вимоги (що одночасно діють в ЄС та в Україні):

Загальні вимоги до кабіни машиніста.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах ЄС однакові.

Розміри кабіни та розміщення обладнання мають бути розраховані на одночасну присутність трьох осіб. У кабіні повинні бути обладнані робочі місця для машиніста та помічника машиніста. У кабіні має бути сидіння для супроводжуючої особи відповідно до вимог замовника.

Для рухомого складу, що знову розробляється та проектується, допускається вимога наявності в кабіні тільки місця для машиніста і супроводжуючої особи.

Гранично допустимі рівні звуку та звукового тиску в октавних смугах частот у кабіні машиніста подані у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Допустимі рівні шуму у кабіні машиніста

Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку, дБ, не більше
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
99	91	83	77	73	70	68	66	64	75

В Україні розміри кабіни та розміщення обладнання повинні бути розраховані на одночасну присутність трьох осіб: машиніста, помічника машиніста та машиніста-інструктора. У кабіні повинні бути обладнані робочі місця праворуч для машиніста, а з лівого боку помічника машиніста. У кабіні має бути сидіння для машиніста-інструктора.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности»; ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Параметри входу-виходу.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах ЄС однакові.

В Україні вимоги до входних дверей, перехідних майданчиків, замків та ручок дверей, пристроїв, що фіксують входні двері у відкритому положенні, підніжок та поручнів для підйому до входних дверей, пристроїв, що перешкоджають проникненню в кабінку неуповноважених людей, встановлюються ГОСТ 12.2.056-81 документами щодо вимог безпеки у кожній країні. Вимоги до поручнів та ручок дверей (в т.ч. додаткової рукоятки на входних дверях) – у СНиЭТ 6.35 або еквівалентними документами.

Висота отвору входних дверей локомотивів повинна бути не менше 1780-40 мм (за ГОСТ 12.2.056-81).

Ширина отвору входних дверей локомотивів з кузовом вагонного типу має бути не менше 530 мм, ширина дверей з кузовом капотного типу не менше 500 мм (для України допускається до 400 мм).

Входні двері на локомотивах з кузовом вагонного типу повинні відчинятися всередину тамбуру (машинного відділення). Висота отвору дверей у кабінку машиніста моторвагонного рухомого складу (СП 2.5.1198-03) – не менше 1750 мм, ширина – не менше 530 мм.

Розміри дверних отворів на локомотивах, що будуються за габаритами 01-Т, 02-Т та 03-Т за ГОСТ 9238-83, встановлюють за погодженням між розробником та замовником.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности»; ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Аварійні виходи кабінки машиніста.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах однакові.

Одне бічне вікно з кожного боку кабінки повинно мати отвір, щоб після розбиття скла (при аварії) його можна було використовувати як аварійний шлях. За стандартами в Україні отвір відкритого вікна повинен мати ширину не менше 520 мм на локомотивах з кузовом капотного типу та не менше 450 мм на локомотивах з кузовом вагонного типу. Нижня кромка вікна має бути на висоті

1000±50 мм від рівня підлоги, а на локомотивах з кузовом капотного типу – на висоті 850±50 мм.

Вимоги для моторвагонного рухомого складу визначаються технічними умовами за кожен конкретний вид моторвагонного рухомого складу під час його розробці.

Кабіна машиніста має бути обладнана пристроями, що забезпечують безпечну евакуацію локомотивної бригади на будь-який бік локомотива через бічні вікна.

Евакуація локомотивної бригади має здійснюватися через бічні вікна кабіни. Для цього необхідно передбачити допоміжні засоби (фал та інші). Ця вимога поширюється і на моторвагонний рухомий склад.

Проріз відкритого вікна повинен мати ширину не менше 520 мм на локомотивах з кузовом капотного типу і не менше 450 мм на локомотивах з кузовом вагонного типу і моторвагонного рухомого складу, а висоту не менше 500 мм. Нижня кромка вікна повинна бути на висоті 1000± підлоги, а на локомотивах з кузовом капотного типу – на висоті 850±50 мм.

Кабіна машиніста має бути обладнана пристроями, що забезпечують безпечну евакуацію локомотивної бригади на будь-який бік електровоза. Як пристрої можуть бути застосовані мотузкові сходи, фали, мотузка рятувальна, нижній ступінь яких у робочому положенні має досягати головки рейки.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности»; ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Можливість прийому та передачі службової документації машиністом.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра в усіх країнах приблизно однакові.

Повинна бути передбачена можливість прийому та передачі службової документації через бічні вікна кабіни машиніста.

В Україні бічні вікна кабіни повинні відкриватися шляхом переміщення рухомої секції у площині бічної стінки кабіни у горизонтальному або вертикальному напрямку. Нижня кромка отвору відкритого бічного вікна на локомотивах з кузовом вагонного типу має бути на висоті 1000 ± 50 мм від підлоги, а на локомотивах з кузовом капотного типу – на висоті 850 ± 50 мм. Проріз відкритого вікна повинен мати ширину не менше 520 мм на локомотивах з кузовом капотного типу та не менше 450 мм на локомотивах з кузовом вагонного типу та МВПС, а висоту не менше 500 мм.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности»; ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Оглядовість з місця машиніста.

В Україні кабіна машиніста повинна бути розташована на локомотиві таким чином, щоб з неї забезпечувалась видимість машиністом та його помічником, що перебувають у положенні сидячи та стоячи, шляхів прямування, сигналів, контактного проводу, а також огляд машиністом або його помічником у положенні стоячи вагонів при під'їзді до складу та робочої зони персоналу, що бере участь у маневрах.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности»; ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Внутрішнє планування.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах однакові.

У вимогах до внутрішнього планування кабіни враховано антропометричні характеристики машиніста (помічника). Робоче місце машиніста має забезпечувати йому зручне керування тягового рухомого складу у вільній позі сидячи або стоячи.

Додатковим є те, що взаємне розташування пульта управління та крісел машиніста та помічника машиніста повинно відповідати ГОСТ 22269 та забезпечувати зручність усіх операцій з управління електрорухомого складу як у положенні сидячи, так і стоячи. Форма і конструкція пульта управління, розміщення органів управління, засобів відображення інформації має забезпечувати свободу рухів верхніх та нижніх кінцівок машиніста та зручність одночасно спостерігати за засобами інформації та попереджувальним шляхом. Пульт управління розділений на зони: тяги, гальмування, аварійні сигналізації та допоміжні перемикачів. Прилади, що регулярно використовуються, розташовані в оптимальній зоні інформаційного поля робочого місця.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности»; ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки», ГОСТ 22269-76 «Система Человек-машина. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования».

Крісло машиніста.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах є досить однаковими. Тяговий рухомий склад повинен бути обладнаний штатними кріслами, що мають певні регулювання, необхідні для забезпечення огляду кабіни машиніста.

Додатковою вимогою є те, що крісла повинні бути жорстко прикріплені до підлоги кабіни, а сидіння матиме можливість обертатися на 360° навколо вертикальної осі опорної конструкції із забезпеченням фіксації в робочому положенні. Дозволяється за погодженням між виробником та споживачем установка без жорсткого закріплення на підлозі. Сидіння крісла повинно мати ухил у бік спинки від горизонтальної площини.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности»; ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги

безпеки», ГОСТ 22269-76 «Система Человек-машина. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования».

Ергономіка пульта управління.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах є досить однаковими. Можна виділити загальну складову для цих вимог.

Основні органи управління рухом локомотива, засобів відображення інформації (індикатори та сигналізатори агрегатів основного та допоміжного обладнання) мають бути встановлені на пульті управління у правій частині кабіни машиніста по основному ходу руху локомотива.

Форма та конструкція пульта управління, розміщення органів управління (рукояток, перемикачів, кранів), засобів відображення інформації повинні забезпечувати свободу рухів машиніста в зоні легкої досяжності з метою впливу на головні органи управління та зручність спостереження за засобами відображення інформації та попереду лежачим шляхом як у положенні сидячи так і в положенні стоячи.

Встановлюються вимоги до угруповання органів управління за функціональними ознаками, розташуванням, формою або кольором перемикачів, до застосування для органів управління рухом локомотива (контролера, електро- та пневмотормозів) як елемент управління рукоятки-важеля та зв'язку напрямку його переміщення з напрямком руху, а також засобів відображення інформації.

Органи управління на пульті мають бути на висоті 800-1000 мм від підлоги. Нижня кромка пульта має бути на висоті не менше ніж 650 мм від підлоги. Панель управління пульта управління має бути нахилена у напрямку до машиніста під кутом 6-10° від горизонтальної площини, а панель інформації – у напрямку від машиніста під кутом 30-45° до вертикальної площини.

У ГОСТі 12.2.056 також наведено вимоги до угруповання органів управління за функціональними ознаками, розташуванням, формою або кольором перемикачів, до застосування для органів управління рухом

локомотива (контролера, електро- та пневмотормозів) як елемент управління рукоятки-важеля та зв'язку напрямку його переміщення із напрямом руху, а також засобів відображення інформації.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности», ДСТУ 4493:2005 «Вагоны магистральные пассажирские дизель- и электропоездов. Требования безопасности», ГОСТ 22269-76 «Система Человек-машина. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования», Памятка ОСЖД Р №652 «Технические и гигиенические требования к кабинам машиниста тягового подвижного состава».

Мікроклімат у кабіні машиніста.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах однакові. Кабіни машиніста повинні бути обладнані засобами опалення, вентиляції та кондиціювання, що забезпечують нормальні умови роботи персоналу.

В Україні гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин (окису вуглецю, оксидів азоту, сірчистого ангідриду, акролеїну, формальдегіда, бензолу, толуолу, сажі, пилу) у повітрі кабіни машиніста тепловоза із закритими вікнами та дверима при русі повинні відповідати вимогам згідно стандартів.

Кабіна машиніста повинна бути обладнана системами для опалення та вентиляції, які повинні мати ручне (ступінчасте та плавне) та автоматичне керування температурою повітря.

Параметри мікроклімату та методика їх визначення встановлюються вимогами ДСТУ.

Ці вимоги затверджено такими ж документами як і у попередньому пункті.

Внутрішнє освітлення.

В Україні, згідно вимог нормативних документів, у кабіні машиніста повинні бути світильники загального освітлення, що забезпечують освітленість на рівні пульта управління не менше 20лк при нерівномірності освітлення 2:1,

але не більше 60лк. Схема освітлення призначена для включення яскравого світла, що забезпечує номінальну освітленість, і тьмяного світла, що забезпечує 10-15% максимальної освітленості. Світильники місцевого освітлення повинні забезпечувати освітленість 10 лк з її плавним регулюванням до 1 лк.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности», ДСТУ 4493:2005 «Вагоны магистральные пассажирские дизель- и электропоездов. Требования безопасности».

Механічні характеристики лобового вікна та скла, оптичні характеристики.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах є досить однаковими. Лобові вікна повинні мати безпечно поліроване, механічно міцне скло.

Всі скла, застосовані в кабіні, якщо їх відкрита площа перевищує 200 см² (включаючи скла приладів), повинні бути виготовлені з так званого безпечного скла і мати незмивне позначення.

Лобове скло повинно бути виготовлене з такого сорту безпечного скла, яке, якщо воно пробите або розтріскалося, повинне триматися як єдине ціле і забезпечувати машиністу достатнє укриття та огляд продовження руху.

Ступінь пошкодження лобового скла, що обумовлює втрату його прозорості та погіршення умов огляду залізничної колії, не повинен перевищувати 80% – при дії ударного навантаження з енергією 10 кДж.

Лобове скло повинно бути вологостійким і теплостійким, забезпечувати працездатність в експлуатації в умовах циклічної зміни температури скла і допускати нерівномірне нагрівання потоком теплого повітря з перепадом температури. Конкретні значення параметрів регламентуються національними нормами.

Високоміцне скло лобових вікон по динамічній міцності повинне витримувати удар предметом масою 0,5кг, що летить зі швидкістю, що дорівнює подвоєній конструкційній швидкості тягового рухомого складу. При

цьому не повинно бути наскрізного пробою. Високоміцне електрообігрівальне скло повинно бути оснащене автоматичним регулятором, що запобігає перегріву скла. Питома потужність електрообігріву повинна бути не менше 0,1 Вт/см².

Додатковою вимогою є те, що кабіна машиніста повинна мати скління, що забезпечує видимість шляху прямування та підлогових сигналів, сусідніх шляхів та складів машиністом та його помічником у положенні сидючи та стоячи. Лобове скло не повинно допускати спотворення сприйняття кольоровості сигналів, прийнятої для світлової сигналізації на залізничному транспорті за ГОСТ 24179. Коефіцієнт пропускання видимої частини спектра:

- не менше 75% для безпечного гартованого скла;
- не менше 70% для високоміцного скла

Високоміцне скло лобових вікон по динамічній міцності повинне витримувати удар каменем або пляшкою масою 0,5 кг, що летять зі швидкістю, що дорівнює подвоєній конструкційній швидкості тягового рухомого складу. При цьому не повинно бути наскрізного пробою. Високоміцне електрообігрівальне скло повинно бути оснащене автоматичним регулятором, що запобігає перегріву скла. Питома потужність електрообігріву повинна бути не менше 0,1 Вт/см².

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Електровози та тепловози колії 1520мм. Вимоги безпеки», ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки», ГОСТ 5727-88 «Скло безпечне для наземного транспорту. Загальні технічні умови».

Устаткування та обладнання.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах є досить однаковими. Можна виділити загальну складову для цих вимог.

Усі лобові вікна повинні мати: ефективні пристрої антизледення; ефективні склоочисники; протисонячні жалюзі або екрани; водорозбризувачі.

Склообладнання лобового та переднього бокового скла для видимості дзеркал заднього виду повинно забезпечувати задовільний огляд за будь-яких погодних умов.

Важелі щіток склоочисника повинні мати матову поверхню і забезпечувати прилягання щіток по всій довжині. Склоочисник повинен виконувати свою функцію за всіх умов експлуатації та погоди (рух з максимальною швидкістю, при сильному вітрі, густому снігу тощо). Привід склоочисників лобового скла повинен бути регульованим мінімум у 2 ступенях швидкості та забезпечувати цикловий режим роботи, а при відключенні повинен доводити щітки у крайнє положення (оптимально – паралельно верхній кромці вікна).

Розбризкувачі лобових вікон повинні забезпечувати ефективно розбризкування, а у взаємодії зі склоочисниками - очищення лобового скла.

На лобових вікнах локомотивів та на передньому бічному склі кабіни маневрових локомотивів повинні бути встановлені регульовані по висоті екрани, що захищають від сліпучої дії сонячних променів. Екрани мають бути виготовлені з матеріалу з коефіцієнтом пропускання світла трохи більше 0,1.

Рухливі елементи склочистителя у вимкненому положенні не повинні заважати огляду машиніста колії перед локомотивом.

На лобових вікнах локомотивів і на передньому бічному склі кабіни маневрових локомотивів повинні бути встановлені по всій ширині екрани, що регулюються по висоті (не менше 2/3 висоти від верхньої кромки вікна) і захищають від сліпучої дії сонячних променів. Екрани мають бути виготовлені з матеріалу з коефіцієнтом пропускання світла трохи більше 0,1.

За погодженням із замовником вікна можуть бути обладнані склоомивачами. Склоочисники та склообігрівачі повинні очищувати та обігрівати сектор вікна, через який забезпечуються умови видимості машиністом та його помічником, які перебувають у положенні сидячи та стоячи, шляхи прямування, підлогових сигналів, контактного проводу, а також

огляд машиністом або його помічником у положенні стоячи вагонів при під'їзді. складу та робочої зони персоналу, що бере участь у маневрах.

Рухливі елементи склочистителя у вимкненому положенні не повинні заважати огляду машиніста колії перед локомотивом.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Електровози та тепловози колії 1520мм. Вимоги безпеки», ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Вимоги до інтерфейсу машиніст-локомотив (Driver machine interface)

Функція контролю пильності машиніста (Driver's activity control function).

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах є досить однаковими. У системі 1520 мм нормативними документами регламентується наявність пристроїв контролю пильності машиніста як такого. Дані пристрої повинні бути включені до переліку пристроїв, дозволених для застосування на рухомого складу в установленому порядку.

В Україні на локомотивах і моторвагонному рухомому складі до зони досяжності моторного поля робочого місця машиніста має бути пристрій контролю пильності машиніста ПКПМ (аналог УКБМ).

ПКПМ має забезпечувати: попередня світлова сигналізація при періодичній перевірці пильності машиніста за час 7 ± 2 с до моменту включення свистка ЕПК (електропневматичний клапан автостопу).

Розрив ланцюга живлення ЕПК при постійному натисканні машиністом педалі (ПБ – педаль пильності), рукоятки (РБ – рукоятка пильності) або спеціальної кнопки пильності (КБ) протягом більше 7 ± 2 с.

Можливість підтвердження пильності натисканням рукоятки (РБ), педалі (ПБ) або кнопки пильності (КБ) за умови одноразової перевірки пильності на зміну сигнальних показань локомотивного світлофора.

Можливість підтвердження пильності під час періодичної перевірки натисканням РБ (ПБ) за світловою сигналізацією або кнопкою пильності (КБ) у будь-який момент часу до початку екстреного гальмування.

Знеструмлення ланцюга живлення ЕПК при знаходженні реверсивної рукоятки контролера в нейтральному положенні або спеціального вимикача в положенні «Стоянка» та швидкості руху вище мінімально контрольованої швидкості.

Періодичну перевірку пильності незалежно від швидкості руху та знаходження реверсивної рукоятки контролера в робочому положенні або спеціального вимикача у положенні «Рух» з такими інтервалами:

30-40 с - при "К", "КЖ", "Б" з "КЖ", "Ж" вогнях локомотивного світлофора, а також після підтвердження пильності при періодичній перевірці за звуковим сигналом ЕПК;

70-90 с - при «Б» вогні локомотивного світлофора після одночасного натискання РБ та ВК (допоміжна кнопка, у помічника машиніста) та при «З» вогні локомотивного світлофора (при швидкості руху менше 20 км/год);

90-120 с - при "З" вогні локомотивного світлофора та швидкості руху більше 20км/год при перемиканні в положення "ніч".

На новому рухомому складі застосовується автоматична локомотивна сигналізація магістральних локомотивів АЛС-МУ, яка забезпечує: прийом та дешифрацію сигналів АЛСН; індикацію машиністу сигналів світлофора; контроль та індикацію параметрів руху (фактичної швидкості, пройденого шляху, добового часу); регулярний контроль пильності машиніста за допомогою індикації та світлової сигналізації; формування та індикацію допустимої швидкості руху, залежно від конструктивних особливостей локомотива та показань локомотивного світлофора; контроль та індикацію тиску повітря у гальмівній магістралі локомотива; контроль швидкості руху та автостопне гальмування при перевищенні допустимої швидкості за показаннями локомотивного світлофора; виключення мимовільного руху локомотива (скочування); реєстрація параметрів руху в електронній пам'яті касети реєстрації.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056-81 «Електровози та тепловози колії 1520мм. Вимоги безпеки», ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки», ЦТ-ЦШ-0072 «Інструкція з технічного обслуговування локомотивних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації безперервного типу (АЛСН) та пристроїв контролю пильності машиніста на залізницях України», «Інструкція про порядок користування автоматичною локомотивною сигналізацією магістральних локомотивів типу АЛС-МУ».

Вказівник швидкості (Speed indication).

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах є досить однаковими. У системі 1520 мм нормативними документами регламентується наявність даних пристроїв. Дані пристрої повинні бути включені до переліку пристроїв, дозволених для застосування на ПС в установленому порядку.

На тяговому та моторвагонному рухомому складі України застосовуються швидкіснімери типу ЗСЛ-2М.

Технічні характеристики ЗСЛ-2М: діапазон вимірювання та реєстрації швидкості, км/год: від 0 до 150; місткість лічильника кілометрів пройденої колії, км: 999999; тривалість ходу годинника від одного повного заводу, година: не менше 30; швидкіснімери реєструють на стрічці рух локомотива "Вперед" та "Назад"; швидкісниймір працює від приводу, конструкція та монтаж якого забезпечують передачу обертання від коліс локомотива до приводного валу швидкіснийміра при температурах, °С: від -20 до +50; живлення електричної схеми швидкіснийміра постійного струму, В: 50; технічний ресурс швидкіснийміра, година: 40000; найбільша довжина шляху, що записується на одній котушці стрічки, км: 2400; реєстрована тривалість зупинки, година: 24; на новому рухомому складі застосовується автоматична локомотивна сигналізація магістральних локомотивів АЛС-МУ, яка забезпечує: прийом та дешифрацію сигналів АЛСН; індикацію машиністу сигналів світлофора; контроль та індикацію параметрів руху (фактичної швидкості, пройденого шляху, добового часу); регулярний контроль пильності машиніста за допомогою індикації та

світлової сигналізації; формування та індикацію допустимої швидкості руху, залежно від конструктивних особливостей локомотива та показань локомотивного світлофора; контроль та індикацію тиску повітря у гальмівній магістралі локомотива; контроль швидкості руху та автостопне гальмування при перевищенні допустимої швидкості за показаннями локомотивного світлофора; виключення мимовільного руху локомотива (скочування); реєстрація параметрів руху в електронній пам'яті касети реєстрації.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 23213-84 «Скоростеміри локомотивні. Загальні технічні умови», ЦТ-0073 «Інструкція з ремонту локомотивних швидкостемерів», «Інструкція про порядок користування автоматичною локомотивною сигналізацією магістральних локомотивів типу АЛС-МУ».

Конструкція та розміщення дисплея машиніста (Driver display unit and screens)

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах є різними. Виділити загальну складову цих вимог неможливо.

В Україні цей параметр не регламентується у стандартах.

Керування та індикатори (Controls and indicators).

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах однакові.

На пульті керування має бути мінімально необхідна кількість засобів відображення інформації (індикаторів та сигналізаторів).

Засоби відображення інформації постійного та періодичного користування повинні розташовуватись на пульті керування перед машиністом у межах поздовжнього розміру пульта не більше 1000 мм.

Найбільш важливі прилади повинні розташовуватись у оптимальній зоні інформаційного поля.

В Україні на пульті керування має бути мінімально необхідна кількість засобів відображення інформації (індикаторів та сигналізаторів).

Засоби відображення інформації постійного та періодичного користування повинні розташовуватись на пульті керування перед машиністом у межах поздовжнього розміру пульта не більше 1000 мм.

Найбільш важливі прилади повинні розташовуватись у оптимальній зоні інформаційного поля.

Індикатори мають бути стрілочними чи цифровими. Індикатори, з яких кількісна інформація зчитується з високою точністю, повинні мати рухливу стрілку та нерухому шкалу. Діаметр корпусів індикаторів гальмівної системи повинен бути не менше 100 мм, а решта індикаторів - не менше 60 мм.

Сигналізатори аварійно-попереджувальної сигналізації на локомотивах повинні виконуватися як сигнальні лампи або світлові табло. Сигнальні лампи повинні мати ковпачки червоного кольору з рифленою або матовою поверхнею. Лампи попереджувальної сигналізації повинні подавати миготливий сигнал частотою 2-5 Гц, а аварійної сигналізації - сигнал безперервного свічення.

Пристрій місцевого освітлення (підсвічування) контрольно-вимірювальних приладів на пульті управління повинен забезпечувати можливість плавного регулювання яскравості шкал з білим полем у діапазоні від мінімальних значень не більше 0,6 кд/м² до максимальних не більше 2 кд/м². При шкалах із чорним полем зазначену яскравість повинна мати біле оцифрування шкал.

Інформаційна панель пульта повинна розташовуватися перпендикулярно напрямку погляду машиніста на сигнальні прилади (мати широкий захисний козирок) для виключення явищ паралаксу та дзеркального відображення у лобових вікнах.

Ці вимоги затверджено такими документами в Україні ГОСТ 12.2.056-81 «Електровозы та тепловозы коліи 1520мм. Вимоги безпеки», ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки», ГОСТ 22269-76 «Система Человек-машина. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования», Памятка ОСЖД Р №652 «Технические и гигиенические требования к кабинам машиниста тягового подвижного состава».

Знаки та написи в кабіні машиніста (Labelling)

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра в усіх країнах приблизно однакові. Цей параметр вимагає додаткового вивчення з погляду застосування різних державних норм у кожній країні.

Загальні вимоги для всіх країн: вказівка максимальної швидкості локомотива, напис про заборону проїзду сигналу, що забороняє. Тумблери, перемикачі, прилади та індикатори мають таблички з відповідними написами або цифровими позначеннями.

В Україні знаки та написи в кабіні машиніста повинні відповідати ГОСТ 12.2.056 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности», ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Дистанційне керування маневровими операціями (Remote control function).

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у системі 1520 мм у всіх країнах не регламентуються.

Бортовий комплект інструментів та прилади сигналів.

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра в усіх країнах приблизно однакові.

В Україні на локомотиві повинен бути комплект інструменту, необхідного для виконання технічного обслуговування (перелік інструменту та необхідність електроізоляції його ручок визначається за погодженням між виробником та замовником), комплект сигнального приладдя (петарди, червоний та жовтий сигнальні прапорці та ліхтарик), комплект електрозахисних засобів та засобів індивідуальної захисту, медичної аптечки з набором медикаментів для надання першої долікарської допомоги.

Для зберігання приладдя та інструменту на локомотиві мають бути шафи, ящики. Крім того, мають бути передбачені місця для зберігання гальмівних черевиків у числі, визначеному нормативно-технічною документацією.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности», ДСТУ

4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Відділення для зберігання особистого майна персоналу (Storage facility for staff personal effects).

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра в усіх країнах приблизно однакові.

У кабіні машиніста або тамбурі локомотива має бути шафа для зберігання одягу та особистих речей. У кабіні машиніста, не обладнаної шафами для одягу, мають бути гачки для верхнього легкого одягу.

Згідно вимоги нормативних документів України у кабіні машиніста або тамбурі локомотива має бути шафа для зберігання одягу та валіз (портфелів). Розміри шафи: висота не менше ніж 1200 мм, ширина 450-500 мм, глибина 250-400 мм. Допускається наявність двох шаф, що мають ширину 250 мм, а глибину та висоту вказані вище.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 12.2.056 «Электровозы и тепловозы колеи 1520мм. Требования безопасности», ДСТУ 4493:2005 «Вагони магістральні пасажирські дизель- та електропоїзди. Вимоги безпеки».

Реєстратори параметрів руху (Recording device)

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра в усіх країнах приблизно однакові.

Мінімально необхідний перелік параметрів, які повинні реєструватися на знімному носії, включає: пройдений шлях, швидкість руху, тиск у гальмівній магістралі (тиск у гальмівних циліндрах для моторвагонного рухомого складу), показання локомотивного світлофора, напрям руху, час, позначки про підтвердження машини увімкнений стан приладів безпеки.

На тяговому та моторвагонному рухомому складі України застосовуються швидкостеміри типу ЗСЛ-2М.

ЗСЛ-2М для виконання наступних функцій: показання швидкості руху, пройденого шляху, добового часу, реєстрації швидкості руху, пройденого

шляху, добового часу руху та стоянок, тиску повітря в гальмівній магістралі та режимі гальмування, реєстрації напрямку руху та сигнальних вогнів локомотивного світлофора, сигналізації контрольованих швидкостей (кількість сигналів – 4). Межі виміру від 5 до 150 км/год, похибка $\pm 1,5$ км/год, в іншому виконанні від 5 до 220 км/год, похибка $\pm 3,0$ км/год.

На новому рухомому складі застосовується автоматична локомотивна сигналізація магістральних локомотивів АЛС-МУ, яка забезпечує:

прийом та дешифрацію сигналів АЛСН;

індикацію машиністу сигналів світлофора;

контроль та індикацію параметрів руху (фактичної швидкості, пройденого шляху, добового часу);

регулярний контроль пильності машиніста за допомогою індикації та світлової сигналізації;

формування та індикацію допустимої швидкості руху, залежно від конструктивних особливостей локомотива та показань локомотивного світлофора;

контроль та індикацію тиску повітря у гальмівній магістралі локомотива;

контроль швидкості руху та автостопне гальмування при перевищенні допустимої швидкості за показаннями локомотивного світлофора;

виключення мимовільного руху локомотива (скочування);

реєстрація параметрів руху в електронній пам'яті касети реєстрації.

Ці вимоги затверджено такими документами: ГОСТ 23213-84 «Скоростемеры локомотивные. Общие технические условия», ЦТ-0073 «Інструкція з ремонту локомотивних скоростемерів».

Як видно, що незважаючи на певну розбіжність вимог та формулювань, стандарти України та ЄС в області ергономіки мають багато спільного, але їх узгодження на даний час є відкритою проблемою.

2.4 Висновки

1. Проведено аналіз нормативних документів країн ЄС щодо ергономічних особливостей роботи машиністів тягового рухомого складу.
2. Подані вимоги до ергономіки роботи машиністів, які достатньо чітко характеризують умови локомотивних бригад.
3. Проведено опис вимог по кожному пункту TSI Loc&Pas та стандартів України.
4. Встановлено, що незважаючи на певну розбіжність вимог та формулювань, стандарти України та ЄС в області ергономіки мають багато спільного, але їх узгодження на даний час є відкритою проблемою.

3 СВІТОВИЙ ДОСВІД ІЗ ПІДВИЩЕННЯ КОМФОРТУ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД

3.1 Принцип «локальної модернізації» рухомого складу для покращення ергономіки роботи галузі

При аналізі відкритих літературних джерел, зокрема [11-13], технічний стан рухомого складу та основних фондів відзначається крайньою ступінню зношеності та застарілості.

На цей стан також накладається знищення частини рухомого складу під час військових дій, руйнування інфраструктури, основних виробничих фондів.

Серед негативних факторів також можна відзначити зменшення фінансових надходжень від транзитних вантажних перевезень транспортними коридорами.

Це призводить до того, що фінансова складова діяльності Укрзалізниці постійно погіршується.

Тому автор даної роботи вважає, що проводити модернізацію «вцілому» одиниць рухомого складу (особливо тягового рухомого складу) для забезпечення їх узгодженості по різних критеріям із нормами, які прийняті в країнах ЄС, на даний час не зовсім доцільно, оскільки це не дасть зразу необхідної віддачі, яка буде здатна «витягнути» (покращити) фінансовий стан УЗ.

Тому більш доцільним є «локальна» точкова модернізація вузлів (елементів конструкцій) тягового або самохідного рухомого складу, яка буде менш затратною, але дозволить дещо скорегувати роботу «слабких місць» даного виду рухомого складу, узгодити його функціонування по критичним параметрам із вимогами залізниць ЄС, та дещо оздоровити стан як технічне наповнення рухомого складу, так і фінансовий стан УЗ.

Дані підходи показали свою доцільність, зокрема, при заміні старих тепловозних двигунів ще радянського виготовлення на нові і більш сучасні [14].

3.2. Боротьба із негативним впливом електромагнітного випромінювання

Матеріали даного розділу будуть базуватись на літературних джерелах [15-18].

Відомо, що потужні електромагнітні поля викликають струми провідності, нагрівання у біологічних тканинах, а зміну в структурі клітин організму. Ці зміни можуть бути оборотними та необоротними.

Усі електромагнітні поля умовно поділяють на три групи: геофізичної природи, антропогенного походження, біологічної природи.

На даний час вплив електромагнітних полів антропогенного походження на здоров'я машиністів достатньо вивчений.

Відповідно до міжнародної класифікації серед антропогенних джерел розрізняють 2 групи:

— джерела електромагнітних випромінювань низьких та наднизьких частот (0—3 кГц) (повітряні лінії електропередачі, електростанції, генераторні та трансформаторні підстанції, системи електропроводки будівель, телефонні кабельні системи, електропобутова та офісна техніка, електротранспорт);

— джерела електромагнітних випромінювань радіочастотного та мікрохвильового діапазону (3 кГц - 300ГГц) (радіостанції, радіолокаційні станції, радіо- та телепередавачі, телевізори, комп'ютерні монітори, мікрохвильові печі і т. д.) [15-16].

Увага дослідників на даний час спрямовано на несприятливі ефекти даних полів поруч із силовими лініями чи електричними приладами для здоров'я людини (особливо у плані канцерогенезу – формування шкідливих утворень).

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини взагалі залежить від діапазону частот, тривалості опромінення, характеру опромінення, режиму опромінення, розмірів поверхні тіла, що опромінюється та індивідуальних особливостей організму.

Внаслідок дії електромагнітних випромінювань на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму.

Ці порушення виникають у результаті дії як електричної, так і магнітної складової на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинну систему. Спостерігаються часті головні болі, дратівливість, стомлюваність, порушення сну, біль у серці, перепади кров'яного тиску, підвищена пітливість.

Розвиваються такі серйозні захворювання, як атеросклероз, ішемічна хвороба серця, інсульт. Очевидно, різке зменшення кількості інфарктів у вихідні та свята пов'язане зі зниженням у ці дні рівня промислових магнітних полів та зменшенням кількості населення, що користується електротранспортом.

У більшості випадків незначні зміни в діяльності нервової та серцево-судинної системи мають оборотний характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються, посилюються з часом, але, як правило, зменшуються та зникають за винятком впливу та поліпшення умов праці. Тривалий та інтенсивний вплив електромагнітних полів призводить до стійких порушень та захворювань.

Досить суттєво електромагнітне випромінювання впливає на статеву систему (безпліддя, імпотенція та ін.) та ендокринну систему. Але найважливіше те, що страждає на імунну систему, яка внаслідок цього не в змозі захищати організм від різних захворювань.

Електромагнітне випромінювання як хвороботворний фактор слід розглядати на підставі клінічних та експериментальних матеріалів. Спільну дію цих випромінювань широкого діапазону можна класифікувати як окрему радіохвильову хворобу. Тяжкість її наслідків знаходиться у прямій залежності

від напруженості полів, тривалості впливу, фізичних особливостей різних діапазонів частот, умов зовнішнього середовища, а також від функціонального стану організму, його стійкості до впливу різних факторів можливостей адаптації.

На людину діють електромагнітні поля, які створюються силовими установками, електротехнічними засобами, якими оснащено транспортний засіб. Норма складає 0,2 мкТл. Перевищення норми може бути навіть у кілька разів, а також у кілька сотень разів

Електромагнітні поля серйозно порушує роботу організму. Першою страждає нервова система. Людина стає дратівливою та неадекватно реагує на ситуації. Згодом порушується серцево-судинна система.

Так, згідно відкритої статистики [16], при аналізі 12 тисяч лікарняних листків машиністів різних типів поїздів та різного віку, дослідники з'ясували, що в середньому машиністи електричок у 1,35 рази частіше, ніж машиністи електропоїздів, страждають від респіраторних, шлунково-кишкових та шкірних захворювань, травм та травм. нещасних випадків. Інакше справа з серцево-судинними захворюваннями. У машиністів електропоїздів ішемічна хвороба серця зустрічається в 2,27 рази частіше, ніж у машиністів електричок, причому страждають на неї навіть люди, які не досягли тридцятирічного віку. Враховуючи, що обидві групи машиністів зазнають абсолютно однакового «робочого стресу»: і підпадають під вплив «класичних» факторів ризику для серцево-судинних захворювань, пов'язаних з харчуванням, курінням і т. д., причиною виникнення та розвитку ішемічної хвороби у машиністів електропоїздів можна рахувати магнітні поля.

У ході досліджень, виконаних у рамках міжнародного проекту, вдалося з'ясувати, що і на швейцарській залізниці електропоїздів хворіють на 25 % частіше, ніж середньостатистичні залізничники. І помирають вони від серцево-судинних захворювань частіше і в більш молодшому віці.

Обстеження працюючих на тяговій підстанції залізниці показало, що машиністи та їхні помічники частіше страждають на гіпотрофію та ішемічну хворобу серця.

Машиністи електровозів та їх помічники посідають перше місце за рівнем захворюваності та смертності від інфаркту міокарда та інсульту. Їхня тривалість життя в середньому становить 50 років, а серед працівників поширений також депресивний стан.

Результатом хронічного впливу електромагнітних полів високих та надвисоких частот є зміни з боку серцево-судинної системи: зниження артеріального тиску, брадикардія, уповільнення внутрішньошлуночкової провідності, а також дисбаланс вмісту іонів калію, кальцію та натрію в крові. Ішемічна хвороба серця у машиністів електролокомотивів реєструється, починаючи з 20-29 років, і зустрічається вдвічі частіше, ніж у машиністів приміських електропоїздів.

Зрозуміло, що якщо опромінення людей перевищує вказані гранично допустимі рівні, необхідно застосовувати захисні засоби.

Захист людини від небезпечного впливу електромагнітного опромінення на даний момент здійснюється рядом способів, основними з яких є зменшення випромінювання безпосередньо від самого джерела, екранування джерела випромінювання, екранування робочого місця, поглинання електромагнітної енергії, застосування індивідуальних засобів захисту, організаційні заходи захисту.

При цьому найбільш перспективними з позицій практики використання на даний час поки представляються гнучкі композиційні матеріали на основі графіту, оскільки їх здатність до поглинання є на порядок вища, ніж у екранів на основі заліза, міді та інших металевих матеріалів [18].

3.3 Досвід зі зменшення шумового навантаження на роботу локомотивних бригад.

Здебільшого усі джерела шуму, що мають вплив на локомотивну бригаду (машиніста та його помічника), можна розділити на наступні групи [19]:

1) джерела шуму, що виникають при русі локомотива (через взаємодію локомотива та залізничної колії, локомотива та вагонів поїзда, завихрення повітряних потоків при середніх та високих швидкостях);

2) джерела шуму, що виникають від основного обладнання (дизель-генераторна установка та її системи, тягові електродвигуни, тягові редуктори, збудник);

3) джерела шуму, що виникають від допоміжного обладнання (вентилятори охолодження електричних машин та випрямної установки, гальмівний компресор, редуктори, водяний насос, допоміжний генератор, вентиляційно-опалювальна система або система кондиціонування кабіни машиніста).

Шум, що виникає в результаті взаємодії локомотива та залізничної колії, являє собою широкосмугові процеси, які дуже часто мають «псевдоперіодичний характер» (тобто дані процеси є коливними, але їх періодичність достатньо важко або неможливо встановити).

Решта обладнання генерує періодичні полігармонічні звукові та механічні коливання.

Головною особливістю виникнення шуму в локомотиві є те, що їхні рівні під час експлуатації змінюються в залежності від профілю та ділянки колії, маси поїзда, графіка руху та багатьох інших факторів.

Тому коливальна енергія та спектри від різних джерел шуму також змінюються. В загальному їх можна вважати навіть взаємопов'язаними процесами, але ступінь їх зв'язку достатньо важко оцінити.

Одним з головних джерел шуму є динамічні сили взаємодії рухомого складу та залізничної колії при русі. Основна причина виникнення цих сил – нерівності поверхні колеса та рейки. Значення динамічних сил зростають при хвилеподібному зносі (зношуванні) рейок, на рейкових стиках, нерівностях у зоні стрілочних перекладів, нерівностях у хрестовинах, при ізольованих нерівностях на колесі (особливо при повзунах). Процес взаємодії носить ударний характер, у момент ударів пікові значення динамічних сил, і навіть прискорення на буксі можуть досягати високих рівнів.

Під час руху поїзда відбуваються удари автозчіпних пристроїв через відносні бічні, поздовжні та вертикальні коливання локомотива та вагонів. Шум у цьому разі являє собою нестационарні «псевдовипадкові» імпульсні процеси.

Джерелами шуму в локомотиві є вентилятори систем охолодження двигуна, електричних машин та установок. Рівень звукової потужності вентилятора пов'язаний з його параметрами (як приклад, є встановлений факт того, що зі збільшенням швидкості колеса аеродинамічний шум зростає швидше, ніж механічний). Тому у правильно спроектованого вентилятора переважає шум аеродинамічного походження.

Відомо, що шум від вентиляторів системи охолодження дизеля у тепловозах вищий, ніж від вентиляторів охолодження електричних машин. В електричних машинах тепловоза генерується невелика коливальна енергія. Спектри шуму цих машин зазвичай стаціонарні та широкосмугові. Дискретні складові можуть бути обумовлені системою вентиляції чи залишковою невірноваженістю.

У тепловозах широко застосовують різні редуктори, які можуть генерувати значний шум. Відомо, що знос (зношування) зубчастих коліс викликає різке збільшення вібрації тягового редуктора і тягового електродвигуна.

Також гальмівний компресор генерує шум, що є чутний навіть на фоні загального шуму. Основна частка шуму компресора - це аеродинамічна складова.

За даними досліджень [19-20], встановлено, що саме шум має найбільш шкідливий вплив на здоров'я працівників, викликаючи таке специфічні професійні захворювання, як глухуватість, яка становить 66-75% від усіх професійних захворювань працівників локомотивних бригад. Розвиток глухуватості збільшує ризик виникнення аварійних ситуацій, що може призвести до аварій рухомого складу, забруднення навколишнього середовища та завдання шкоди здоров'ю самих працівників локомотивних бригад та пасажирів.

Відмітимо, що при факторній оцінці негативних складових умов праці машиністів та їх помічників, доля шуму становить понад 35%.

На даний можна вважати загальноприйнятим, що аналіз результатів вимірювання шуму на робочих місцях машиністів локомотивів та їх помічників при проведенні атестації робочих місць за умовами праці показує, що в нових локомотивах також реєструються підвищені рівні шуму, незважаючи на те, що весь рухомий склад на стадії введення в експлуатацію проходить сертифікаційні випробування, в тому числі і на відповідність віброакустичних факторів нормованим значенням.

Це підтверджується і даними аналізу професійної захворюваності.

Так у працівників локомотивних бригад електровозів та тепловозів нових серій частота розвитку глухуватості приблизно однакова і становить 27,3% та 28,4% відповідно [19].

Перевищення шуму на робочих місцях машиністів і помічників машиністів у локомотивах обумовлено наступними факторами (причинами): недостатньою герметизацією дверей між кабіною і машинним відділенням, вимогами технологічного регламенту про необхідність короткострокового перебування помічника машиніста в машинному відділенні, веденням постійних переговорів, спрацьовуванням електропневматичного клапана, періодичним відкриванням вікон, зумовленим вимогами технологічного регламенту (вимогами інструкцій).

Відмітимо, що деяка відмінність результатів сертифікаційних випробувань та результатів атестації робочих місць обумовлена тим, що атестація проводиться в реальних умовах експлуатації, за яких неможливо забезпечити стандартні вимоги, вказані в методиках вимірювання шуму.

Крім того, при проведенні атестації робочих місць виявляються окремі конструкційні недоліки кабін нових локомотивів, що виникли в процесі нетривалої експлуатації і безпосередньо впливають на рівень шуму в кабінах локомотивів.

Розглянемо тепер методи боротьби із шумом. Базуватись при цьому будемо на основі літературних джерел [21-23].

Відомо, що важливою частиною загальної проблеми зменшення шкідливого впливу несприятливих чинників локомотивну бригаду залізничного транспорту є боротьби з шумом.

В загальному методи боротьби з шумом поділяються на конструктивний та пасивний. Конструктивний метод включає: застосування збалансованих силових агрегатів та вузлів; правильний підбір та розрахунок елементів демпфуючих елементів. Пасивний метод включає застосування звукопоглинаючих, звукоізолюючих та ущільнювальних матеріалів, захисних кожухів.

Застосування шумоізолюючих матеріалів - останній «рівень у боротьбі» у створенні «тихого» транспорту.

Тобто, на початках рухомий склад «доводяться до максимально можливого зменшення шуму» конструктивно, а вже потім, якщо можливості конструкції вичерпані, використовуються звукопоглинаючі, звукоізолюючі та ущільнювальні матеріали.

Дослідженнями різних вчених було показано, що найефективніше звукоізоляційні матеріали з позицій матеріалознавства «займають проміжне» положення між твердим тілом, для якого характерні властивості пружності та міцності, та рідиною, для якої характерна властивість в'язкості. Тому звукоізоляційні вироби мають мати пружно-в'язкі характеристики.

Широкі теоретичні дослідження, які показані зокрема у роботах [21-23], дозволили виявити конструкції, що знижують проходження звуку та типи матеріалів, придатних для їх виготовлення.

Разом із тим перед промисловістю постійно стоїть завдання створення нових шумоізоляційних матеріалів з покращеними екологічними та експлуатаційними показниками.

Основні властивості шумовіброзахисних матеріалів, що вже є на ринку та використовуються промисловістю, представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Ефективний коефіцієнт механічних втрат у звуковому діапазоні частот

Найменування матеріалів	при 20 Гц	при 140 Гц
Шаруваті матеріали:		
Поліакрил ВС, Поліакрил ВСМ	0,2-0,3	-
Поліакрил ГР	0,18-0,20	-
Мастильні матеріали:		
Адем	0,2-0,3	-
Адем-М	0,17 – 0,2	-
Адем-Т	0,15 – 0,2	-
Піноматеріал Атерм	-	0,10- 0,13
Прес-матеріал Атерм-М	-	0,10-0,12

На даний момент, всі шумодемпфуючі матеріали умовно можуть бути розділені на звукоізолюючі та звукопоглинаючі.

Звукоізоляція – метод захисту від повітряного шуму, заснований на відбиванні звуку від нескінченної щільної звукоізоляційної перешкоди. Звукоізолюючі матеріали в першу чергу використовуються для шумоізоляції салону.

Звукоізолюючі конструкції поділяються на: одношарові, двошарові, тришарові, багатошарові, двостінні, комбіновані.

Звукопоглинання – метод захисту від повітряного шуму, заснований на поглинанні звуку при переході звукової енергії в теплову в м'якій звукопоглинаючій конструкції (волокнистій або пористій). Матеріали

подібного типу використовуються як оббивка конструкцій салонів рухомого складу для зниження відбитого шуму.

Що коефіцієнт звукопоглинання (α), то менша частина енергії відбивається від поверхні. Коефіцієнт звукопоглинання залежить як від властивостей поверхні, що відбивають, так і від властивостей матеріалу [21].

У прикладних роботах було запропоновано для збільшення звукопоглинання на низьких частотах між пористим шаром і стіною влаштувати повітряний проміжок, а для збільшення міцності та запобігання висипу звукопоглинаючі конструкції покривати шаром перфорованого твердого матеріалу (алюмінієм, деревом, пластиком, базальтопластиком). Експериментально показано, що наявність такого покриття дещо змінює характер поглинання звукопоглинаючої конструкції: на низьких частотах звукопоглинання дещо підвищується, а на високих падає. При цьому площа перфорації може коливатися не більше від 15 до 75 %.

В області створення звукопоглинаючих та теплоізоляційних матеріалів із низькою густиною для захисних екранів будь-яких видів транспорту перевагою буде мати більш легкий матеріал. Розроблений матеріал, що включає порожнисті зольні мікросфери, фосфатне сполучне та мікропорошок на основі електрокорунду, при невеликій вазі має широку смугу звукопоглинання та підвищену міцність при стисканні.

Унікальним винаходом з галузі світлопрозорих матеріалів, що відрізняється великою кількістю корисних якостей, що покращують життя людини, є триплекс. Це багат шарова (від двох шарів і більше) прозора перегородка, що є поєднанням неорганічного (або органічного) скла з полімерним матеріалом у вигляді заливки або плівки.

З триплексу, як із особливо міцного скла, виготовляються «склопакети» для літаків, залізничних пасажирських вагонів, пластикових вікон, лобового скла всіх автомобілів і т.д

Відмітимо, що велике значення мають шумозахисні властивості триплексу, який поглинає шумові хвилі на 20 – 30 % ефективніше, ніж одинарне скло такої

ж товщини. Тому лист триплексу часто використовується в шумоізолюючих склопакетах.

Для зниження корпусних шумів та вібрацій панелей в залізничному транспорті традиційно застосовуються вібродемпфуючі матеріали з арамідних відходів. Однак, вони не тільки не дозволяють повною мірою забезпечити необхідний рівень зниження вібрації та шуму, але й підвищують загрозу виникнення пожежі в закритій надстельній зоні, оскільки на ворсистій поверхні нетканого арамідного матеріалу накопичується значна кількість пожежонебезпечного та біологічного пилу, який практично неможливо видалити.

Розглянемо світовий ринок шумопонижуючих матеріалів [21].

На ринку є багато різних фірм, які розвивають виробництво за таким напрямком: це американська фірма «SCHULLER», що виробляє волокнисті шумопоглинаючі матеріали на базі скловолокна, дубльованого різними облицювальними та захисними покриттями типу маліфліз; словацька фірма «SLOVENSCE ZAVODY TECHNIKENO SKLA AS», яка створює матеріали типу ІЗОМАТ, що мають звукопоглинаючі та теплоізолюючі властивості; німецька фірма «HR-CHEMI PELZER. GmbH», яка виготовляє плоскі звукопоглинаючі матеріали, що являють собою відкритокомірчасті акустичні пінополіуретани, фанеровані захисною поліестровою, алюмінієвою або уретановою плівкою, що містять клейовий адгезійний шар, захищений спеціальним папером.

Також є подібні напрацювання у Франції, Швейцарії, Китаї та інших країнах.

Проводиться розробка та експериментальне виготовлення подібних інноваційних матеріалів і в Україні.

Так, фахівцями Інституту спеціальних систем та технологій (м. Київ) проводилось виготовлення шумопоглинаючих армованих покриттів типу «БІЗОН-МЕДУЗА» [24]. У якому на грудень 2023 року стані знаходиться

виготовлення продукції цим підприємством автору дипломної роботи не відомо.

Не викликає сумнівів, що отримання звукоізоляційних прокладочних виробів із заданими властивостями (висока пористість, пружність, довговічність, нетоксичність тощо) визначається вибором вихідних сировинних матеріалів та способів їх переробки.

З аналізу наведених даних випливає, що перевага має бути надано виробам на основі волокнистої сировини. Крім шумоізоляційних властивостей матеріали на основі волокон забезпечують теплоізоляцію. Властивості волокнистого теплоізоляційного матеріалу багато в чому залежать від його складу. Кожен компонент, що входить до його складу, значно впливає як на формувальні властивості сумішей, так і на фізико-механічні, теплофізичні та інші властивості волокнистого матеріалу.

Вважається, що кращих технічних показників звукопоглинання можна досягти при використанні в якості основи нетканих матеріалів. При цьому теплозахисний волокнистий шар може мати малу теплопровідність і невелику вагу. Структура теплоізоляційного шару забезпечує нерухомість укладеного в ньому повітря, що є поганим провідником тепла, що сприяє підвищенню ізоляційної здатності матеріалу.

Досвід застосування на залізничному транспорті огорожувальних конструкцій та численні випадки їх пошкодження в процесі експлуатації дозволили сформулювати основні вимоги, які вони повинні мати в сучасних умовах [21-24]. Ці вимоги включають: мінімальну масу панелі та товщину їх конструкції; стабільні теплотехнічні характеристики; хороші звукоізолюючі та вібропоглинаючі характеристики огорож; стійкість до агресивної дії навколишнього середовища; низьку собівартість конструкцій.

Серед сучасних вимог, які стимулюють розробку та застосування нових матеріалів в огорожувальних конструкціях рухомого складу, необхідно виділити посилення екологічних показників до цих матеріалів. Екологічно чисті матеріали, що мають високі експлуатаційні та теплотехнічні властивості в

екстремальних умовах, дозволяють забезпечувати значне енергозбереження при експлуатації огорожувальних конструкцій на рухомому складі. Неодмінною умовою використання шумоізоляційних конструкцій на залізниці є забезпечення також і високих протипожежних характеристик.

В даний час матеріали не забезпечують високий рівень всіх перерахованих показників. Тому необхідно проводити подальші дослідження та розробку нових, більш досконалих матеріалів, що підходять для застосування на транспортних об'єктах залізничного транспорту [21].

3.4 Висновки.

1. Запропонований принцип «локальної модернізації» рухомого складу, який дозволяє забезпечувати узгодження принципів інтерпарабельності для окремих складових рухомого складу із мінімальними фінансовими вкладеннями.

2. Розглянуті підходи до боротьби із негативним впливом електромагнітного випромінювання для локомотивних бригад.

3. На основі аналізу літературних джерел встановлені методи зі зменшення шумового навантаження на роботу локомотивних бригад.

4 УНІФІКАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ЕРГОНОМІЧНИХ УМОВ ПРАЦІ МАШИНІСТІВ

4.1 Пропоновані рішення щодо умов комплексного зменшення впливу антропогенних факторів

Автором цієї дипломної роботи було проведено вимірювання рівня шумового навантаження у локомотиві УЗ (локомотив ЧМЭЗ^Т-7344).

Прикладом для вимірювання звукового навантаження слугував приклад ТА651В з наступними характеристиками: інтервал вимірювання – 30...130 дБ, роздільна здатність – 0.1 дБ, точність – 1.5 дБ, частота вимірювання – у швидкому режимі 0.125 с, у повільному 1 с. Дата проведення перевірки приладу – 04.12.2023. Серійний номер приладу 23044717.

Всього було проведено більше 50 вимірювань при різних режимах роботи локомотива, які частково показані на рисунках нижче.



а



б



в

Рис. 4.1. Вимірювання рівня шуму у кабіні локомотива



а



б

Рис. 4.2. Результати вимірювання шумового навантаження у кабіні машиніста (продовження).



а



б



в



г



д



е

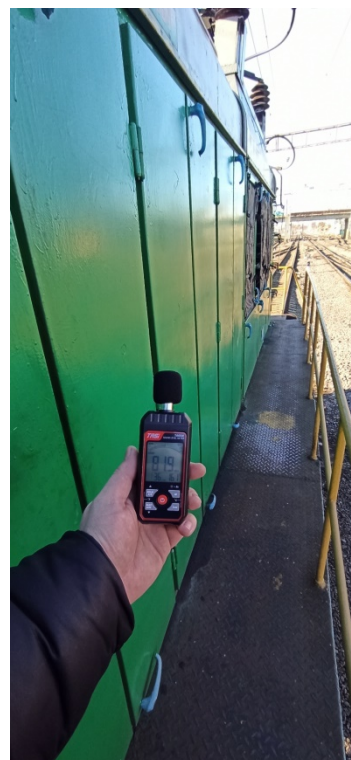
Рис. 4.3. Результати вимірювання шумового навантаження ззовні локомотива.



а



б



в



г



д

Рис. 4.4. Результати вимірювання шумового навантаження ззовні локомотива (продовження).



а

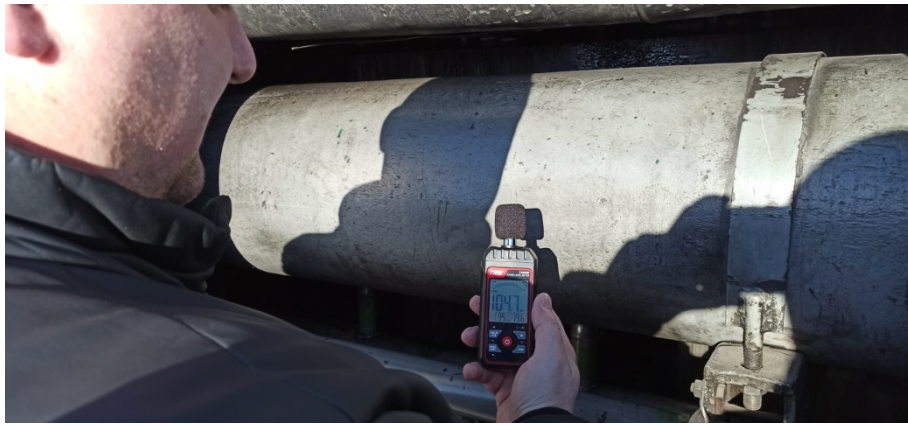


б



в

Рис. 4.5. Результати вимірювання шумового навантаження ззовні локомотива (продовження).



а



б

Рис. 4.6. Результати вимірювання шумового навантаження ззовні (продовження).

Як видно шумове навантаження, що продукується обладнанням локомотива змінюється від 60 до 116 дБ.

Це є достатньо високий рівень шумового навантаження, яке виходить за рекомендовані межі як українських, так і європейських нормативних документів.

В кабіні рівень шумового навантаження складав згідно різних вимірів від 60 дБ до 90 дБ. Це дозволяє говорити про недопустимо високий рівень шумового навантаження, який перевищує гранично допустимі норми.

Нагадаємо, що гранично допустимі норми шумового навантаження у кабіні машиніста згідно українських нормативних документів складає 75 дБ та 78 дБ згідно нормативів ЄС (пункт 4.2.4 TSI Rolling Stock – Noise).

У зв'язку із цим для зменшення звукового навантаження у кабіні машиніста пропонується використовувати рішення по додатковій звукоізоляції за підходами, які запропоновані у пункті 3.3 розділу 3 даної роботи, а саме, впровадження конструктивних методів боротьби із шумом (зокрема, підвищення якості поверхні деталей, що знаходяться у контактній взаємодії), а також пасивних методів – використанням звукоізолюючих матеріалів, що описані у вищезгаданому пункті.

Ще одним способом боротьби із шумовим навантаженням є зменшення часу (тривалості) знаходження працівників локомотивних бригад в кабінах того рухомого складу, в яких є звукове понад нормативне навантаження.

В цьому зв'язку для визначення часу перебування локомотивної бригади у кабіні із заданим рівнем шумового навантаження використовувати наступну авторську математичну модель:

$$T = \min \left(\sum_{i=1}^n f_i(P_i, \tau_i); T_{cp} \right), \quad (4.1)$$

де T_{cp} - гранично допустимий час роботи локомотивної бригади, $f_i(P_i, \tau_i)$ - гранично допустимий час перебування локомотивної бригади в кабіні із рівнем шумового навантаження P_i , що діє на протязі часу τ_i .

4.2 Розробка підходів щодо підвищення безпеки руху під час управління локомотивами.

Відомо, що психоемоційний стан локомотивної бригади є одним із основних параметрів, який регламентує безпеку руху.

У даному пункті розглянемо підходи, які з врахуванням психологічних особливостей осіб, що керують локомотивом, можуть підвищувати безпеку його руху з позицій ергономіки.

Перш за все необхідно відзначити час реакції людини на деякі зовнішні подразники (таблиця 4.1) [1].

Часові характеристики виконання людиною окремих операцій

№	Операція	Середній час виконання, сек
1	Зчитування показів із приладу зі стрілками	1,49
2	Зчитування цифри із індикатора	0,63
3	Фіксація загоряння чи гасіння індикатора на табло	0,30
4	Натиснення кнопки	0,64
5	Переміщення погляду на α градусів	$0,25+0,04\alpha$
6	Рух руки на x см	$0,19+0,03x$
7	Проста команда голосом	0,55

Також важливим параметром є час реакції машиніста на зовнішні впливи (подразники).

Визначення часу реакції машиніста проведемо за рекомендаціями [25-26] за виразом:

$$t_p = t_0 \cdot k_3 \cdot (1 + k_2 \cdot (k_1 - 1)), \quad (4.2)$$

де t_0 - тривалість реакції машиніста на перешкоду згідно даних лабораторних досліджень в умовах бадьорості, приймемо максимальне значення згідно даних спостережень, що наведені у [25] $t_0 = 0,405$ с; k_3 - коефіцієнт, що враховує вплив вібрацій на втомлюваність нервової системи; k_2 - коефіцієнт, що враховує вплив шумів та інших факторів на втомлюваність нервової системи, монотонності роботи, неоптимального теплового режиму тощо.

Для розрахунку найчастіше приймають максимальні значення вказаних коефіцієнтів: $k_3 = 1,2$, а $k_2 = 1,5$.

$$k_1 = \frac{t_y}{t_0}, \quad (4.3)$$

де t_y - тривалість реакції машиніста згідно даних лабораторних досліджень в умовах стомлення, найчастіше для розрахунків приймають максимальне

значення згідно досліджень, що наведені у [25-26] $t_y = 0,664 \text{ с}$.

Як видно із вищенаведених досліджень, на час реакції машиніста має вплив вібрації, шум, неоптимальний тепловий режим, монотонність праці.

Згідно формул (4.2) - (4.3):

$$k_1 = \frac{0,664}{0,405} = 1,6395; \quad (5)$$

$$t_p = 0,405 \cdot 1,2 \cdot (1 + 1,5 \cdot (1,6395 - 1)) = 0,9522. \quad (6)$$

Можна побачити, що приймають, що час реакції складає практично 1 сек. З врахуванням час реакції на зчитування інформації (таблиця 4.1), обдумування та прийняття рішення, в загальну час, за який у складних обставинах машиніст реагує на зовнішні нестандартні впливи може ще зрости на склади до 3 і, навіть, до 4 секунд.

При русі локомотива із великою швидкістю це може призвести до непередбачених результатів.

Тому автор даної дипломної роботи вважає, що тут необхідно застосування технологій, які можуть допомогти машиністу прискорити прийняття рішення, а випадку його несвоєчасної реакції – і виконати певні дії без втручання людини.

Однією із таких технологій є технології штучного інтелекту для впровадження автопілотних локомотивів.

На даний час ці технології із розряду «екзотичних» вже переходять в ряд тих, що впроваджуються у виробничу практику [27].

Будемо розглядати цю технологію на прикладі маневрового локомотива

Для цього на даху локомотива з двох сторін ставляться три камери (довгофокусна, середньо фокусна, широко фокусна).

Даний набір достатньо дорогий, коштує близько 15 тисяч доларів (в цінах станом на 2020 рік).

Технології безпілотного водіння локомотивів можуть працювати як у автономному режимі, так і у режимі «підтримки» рішень, які приймають машиністи.

Автор даної роботи вважає, що саме такі рішення можуть покращити ергономічні умови роботи машиністів (згідно п. 4.2.9.1.6 TSI Loc&Pas).

Відмітимо, що дані технології вже знаходять своє впровадження у Польщі, Німеччині, США, Фінляндії, Китаї та інших країнах [27 - 30].

При цьому пропонувані у даній роботі рішення можуть відповідати другому або третьому ступеню автоматизації ведення локомотива (згідно MEK-62290, MEK – Міжнародна електротехнічна комісія)

Ступінь автоматизації	Тип управління поїздом	Управління при русі	Зупинка поїзда	Закриття дверей	Позаштатні ситуації
 1	Ведення машиністом	Машиніст	Машиніст	Машиніст	Машиніст
 2	Ведення машиністом з функцією автоведення	Автоматичне	Автоматичне	Машиніст	Машиніст
 3	Автоведення без машиніста	Автоматичне	Автоматичне	Машиніст/ Провідник	Машиніст/ Провідник
 4	Повністю безпілотне	Автоматичне	Автоматичне	Автоматичне	Автоматичне

Рис. 4.9. Ступінь автоматизації при веденні поїзда

4.3 Висновки

1. Проведені вимірювання впливу антропогенних факторів (шумового навантаження) у локомотиві ЧМЭЗ^Т-7344. Дані вимірювання показали, що при роботі локомотива є достатньо високий рівень шумового навантаження, яке виходить за рекомендовані межі як українських, так і європейських нормативних документів. В цьому зв'язку були запропоновані для покращення ергономічних умов роботи машиніста та зменшення звукового шуму використовувати пасивні (звукоізолюючі матеріали) та активні (конструктивні) методи боротьби із шумом.

2. Для встановлення часу перебування локомотивних бригад локомотивної бригади у кабіні із заданим рівнем шумового навантаження була запропонована авторська математична модель, яка дозволяє на основі прогнозованих або виміряних даних знайти допустимий час роботи бригади при заданому рівні шуму.

3. З метою мінімізації впливу психоемоційного стану локомотивної бригади на прийняття рішень в обставинах, що загрожують безпеці руху, в роботі було проаналізовано час реакції машиніста на прийняття рішення. Встановлено, що у деяких обставинах даний час може бути достатньо значним і призводити до небажаних наслідків.

4. Для усунення цього фактору та для покращення ергономічних умов праці у роботі пропонується до впровадження у практику автопілотних систем ведення локомотивів. Дані технологічні рішення працювати як у автономному режимі, так і у режимі «підтримки» рішень, які приймають машиністи. Пропоновані у дипломній роботі технології відносяться до систем управління локомотивами із другою або третьою ступінню автоматизації.

ВИСНОВКИ

1. Проведено визначення терміну «ергономіка робочого місця машиніста» як комплексного фактора, що має безпосередній вплив на безпеку руху та ефективність роботи локомотивних бригад. Проведено аналіз основних вимоги нормативних документів, що використовуються для регламентування ергономічних умов роботи локомотивних бригад. Показано, що на даний час на Україні відсутні повністю сформовані вимоги щодо ергономічних вимог кабіни машиніста та розміщення приладів у ній, але є більш жорсткі вимоги щодо параметрів мікроклімату, освітлення та вібрації у кабіні машиніста. Все це дозволяє говорити про те, що питання ергономіки роботи машиніста є відкритими і потребують свого подальшого розвитку та удосконалення.

2. Проведено аналіз нормативних документів країн ЄС щодо ергономічних особливостей роботи машиністів тягового рухомого складу. Подані вимоги до ергономіки роботи машиністів, які достатньо чітко характеризують умови локомотивних бригад. Проведено опис вимог по кожному пункту TSI Loc&Pas та стандартів України. Встановлено, що незважаючи на певну розбіжність вимог та формулювань, стандарти України та ЄС в області ергономіки мають багато спільного, але їх узгодження на даний час є відкритою проблемою.

3. Запропонований принцип «локальної модернізації» рухомого складу, який дозволяє забезпечувати узгодження принципів інтерпарабельності для окремих складових рухомого складу із мінімальними фінансовими вкладеннями. Розглянуті підходи до боротьби із негативним впливом електромагнітного випромінювання для локомотивних бригад. На основі аналізу літературних джерел встановлені методи зі зменшення шумового навантаження на роботу локомотивних бригад.

4. Проведені вимірювання впливу антропогенних факторів (шумового навантаження) у локомотиві ЧМЭЗ^Т-7344. Дані вимірювання показали, що при роботі локомотива є достатньо високий рівень шумового навантаження, яке виходить за рекомендовані межі як українських, так і європейських

нормативних документів. В цьому зв'язку були запропоновані для покращення ергономічних умов роботи машиніста та зменшення звукового шуму використовувати пасивні (звукоізолюючі матеріали) та активні (конструктивні) методи боротьби із шумом. Для встановлення часу перебування локомотивних бригад локомотивної бригади у кабіні із заданим рівнем шумового навантаження була запропонована авторська математична модель, яка дозволяє на основі прогнозованих або вимірних даних знайти допустимий час роботи бригади при заданому рівні шуму. З метою мінімізації впливу психоемоційного стану локомотивної бригади на прийняття рішень в обставинах, що загрожують безпеці руху, в роботі було проаналізовано час реакції машиніста на прийняття рішення. Встановлено, що у деяких обставинах даний час може бути достатньо значним і призводити до небажаних наслідків. Для усунення цього фактору та для покращення ергономічних умов праці у роботі пропонується до впровадження у практику автопілотних систем ведення локомотивів. Дані технологічні рішення працювати як у автономному режимі, так і у режимі «підтримки» рішень, які приймають машиністи. Пропоновані у дипломній роботі технології відносяться до систем управління локомотивами із другою або третьою ступінню автоматизації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Платонов Г.А. Эргономика на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1986. – 296 с.
2. Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха/ Под ред. В.И. Медведева. – Л.: Наука, 1984. – 140 с.
3. Котик М.А. Курс инженерной психологии. – Таллин: Валгус, 1978. – 364 с.
4. Школьников Б.И., Лосавио Н.Г., Лексин А.Г., Бондаренко А.М. Эргономическая разработка кабины и пульта управления локомотива// Гигиена и санитария. – 1995, № 9. – с. 35-39.
5. Ергономіка робочих місць. – Харків: ХНУМГ, 2017. – 78 с.
6. Handbook of human factors and ergonomocis. – John Wiley and Sons, 2012. – 1736 p.
7. Ida-Marta Rhen. Ergonomics risk assessment methods for creating healthy work environments. Doctoral Thesis in Technology and Health. – Sweden, 2023. – 123 p.
8. Handbook of Standards and Guidelines in Human Factors and Ergonomics. – 2021. – 774 p.
9. Commission Regulation (EU) No 1302/2014 of 18 November 2014 concerning a technical specification for interoperability relating to the ‘rolling stock — locomotives and passenger rolling stock’ subsystem of the rail system in the European Union.
10. UIC 651. Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers. – 2002. – 41 p.
11. Стаття «Нове керівництво, старі проблеми: коли "Укрзалізниця" стане на рейки європейської якості». Адреса: <https://www.unian.ua/economics/transport/nove-kerivnictvo-stari-problemi-koli-ukrzaliznicya-stane-na-reyki-yevropeyskoji-yakosti-12226167.html>
12. Стаття ««Укрзалізниця» має покращувати свою фінансову ефективність, а не постійно підвищувати тарифи – експерт». Адреса:

https://glavcom.ua/economics/business/ukrzeliznitsja-maje-pokrashchuvati-svoju-finansovu-efektivnist-a-ne-postijno-pidvishchuvati-tarifi-ekspert-969162.html#google_vignette

13. Стаття «Модернізація залізничної інфраструктури як чинник підтримки національної економіки в умовах війни на виснаження». Адреса: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/modernizatsiya-zaliznychnoyi-infrastruktury-yak-chynnyk-pidtrymky>

14. Стаття: «Контракт "Укрзалізниці" та General Electric: зрада чи ні?». Адреса: https://lb.ua/blog/oleksandr_rudomanov/391210_kontrakt_ukrzeliznitsi_general.html

15. Villoresi, G., Ptitsyna, N.G., Kudrin, V.A., Iucci, N. (1999). Health Effects among Engine Drivers: Possible Association with Occupational Exposure to Magnetic Fields from DC Electrified Transport. In: Bersani, F. (eds) *Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4867-6_185

16. Magnavita N, Fileni A. Il rischio professionale negli addetti alla Risonanza Magnetica. Analisi della letteratura [Occupational risk among magnetic resonance workers. Analysis of the literature]. *Radiol Med*. 1995 May;89(5):662-6. Italian. PMID: 7617908.

17. Бурлака Н.И. Влияние электромагнитного излучения на функциональное состояние организма// Новые задачи современной медицины: материалы III Междунар. науч. конф. – Спб.: Сатис, 2014. – с. 11-13.

18. Гладунов В.А. Анализ экранов из различных материалов для защиты от электромагнитных излучений, исходящих от железных дорог// Научный электронный журнал «Инновации. Наука. Образование» – 2021.– № 35. – с. 1464 – 1468.

19. Прохоров, А.А. Общая заболеваемость железнодорожников, работающих в условиях шума, вибрации и нервно-напряженного труда/ Прохоров, А.А., Кудрин, В.А., Зинина, С.А. // Доклады на конференции

«Актуальные вопросы улучшения условий труда работающих на железнодорожном транспорте» - 1990.- 114 с.

20. Суворов, С.В. К истории гигиены труда на подвижном составе. Локомотивы/ С.В. Суворов // Медицина труда и проблемы экологии на железнодорожном транспорте. Выпуск 9. – 2014. – С. 80- 82.

21. Handbook of Noise and Vibration. M.J. Crocker. - Willey 2007. - 1569 p.

22. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник. М.: Университетская книга. Логос, 2008. - 424 с.

23. Бутакова, Г.В., Мельникова, Б.Н. Шум на транспорте: учебное пособие / под редакцией Тольского В.Е. – М.: Транспорт, 1995. – 200с.

24. Громов М.Д., Биковський А.І. Підвищення безпеки руху автотранспорту// Вістник ХНДАУ, - 2012, вип. 59. – с. 89-90.

25. Сокол Э.Н. Сходы с рельсов и столкновения подвижного состава (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики). Киев: Транспорт України, 2004. - 368 с.

26. Сокол Э.Н. Железнодорожно-транспортное происшествие и его механизм (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики). Монография. Львів: ПАІС, 2011. - 376 с.

27. <https://habr.com/ru/companies/cognitivepilot/articles/499440/>

28. <https://glavcom.ua/techno/hitech/polyaki-pokazali-bezpilotniy-lokomotiv-yakiy-pracyuje-na-vodni-785885.html>

29. <https://ia.ua/uk/resheniya/bezpilotni-tekhnohohiyi/bezpilotnij-poïzd/>

30. <https://budport.com.ua/news/24536-u-finlyandij-testuyut-bezpilotniy-vantazhniy-lokomotiv-dlya-perevezen-na-pidjznih-shlyahah-promislovih-pidpriyemstv>