МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ НЕКОМЕРЦІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»
ФАКУЛЬТЕТ НАУК ПРО ЗДОРОВ'Я
КАФЕДРА ЦИВІЛЬНОЇ ТА ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ
ІМ. ГЕРОЯ УКРАЇНИ ЧУБА ОЛЕКСАНДРА СЕРГІЙОВИЧА

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____Батир ХАЛМУРАДОВ
«____»_____2025р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 263 «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»

Тема: **«Людський фактор у забезпеченні безпеки на транспорті»**

Виконавець: студент групи М-263-24-1-ТП Олександр ФЕДОРІВ
(студент, група, ім'я, прізвище)

Керівник: _____ к.м.н., професор Батир ХАЛМУРАДОВ
(науковий ступінь, вчене звання, ім'я, прізвище)

Консультант з розділу Екологія _____ д.т.н., професор Оксана ТИХЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

Консультант з розділу Охорона праці _____ Олексій КОЗЛІТІН
(підпис) (ім'я, прізвище)

Нормоконтролер: _____ Віталій НЕЧИПОРУК
(підпис) (ім'я, прізвище)

КИЇВ 2025

ДЕРЖАВНЕ НЕКОМЕРЦІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»
Факультет наук про здоров'я
Кафедра цивільної та промислової безпеки
Імені Героя України Чуба Олександра Сергійовича
Спеціальність: 263 «Цивільна безпека
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Батир ХАЛМУРАДОВ
«____» _____2025р.

ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної роботи
Федоріва Олександра Ігоровича

1. Тема роботи «**Людський фактор у забезпеченні безпеки на транспорті**» затверджена наказом ректора від «28» 08 2025р. № 1562/ст.

2. Термін виконання роботи з 01.10.2025 р. по 25.12.2025р.

3. Вихідні дані роботи:

Проаналізувати теоретичні основи стану захищеності транспортної галузі в масштабах країни. Дослідити поточний стан вжитих заходів для сприяння зменшенню вразливості об'єктів транспортної галузі. Виконати оцінювання впливу помилок персоналу на стійкість об'єктів транспортної галузі. Розробити систему управління ризиками на основі міжнародного досвіду та досвіду воєнного стану в Україні. Запропонувати заходи щодо підвищення стійкості логістичних маршрутів. Обґрунтувати економічну ефективність запропонованих рішень

Розробка конкретних рекомендацій щодо зменшення впливу людського фактору на стійкість роботи транспортних підприємств.

4. Зміст пояснювальної записки: аналітичний огляд літературних джерел з тематики диплому. Організаційні заходи щодо забезпечення безпеки в транспортній галузі. Аналіз навчання та поточного стану стосовно забезпечення безпеки об’єктів транспортної інфраструктури.

5. Перелік обов’язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Аналітичний огляд літературних джерел	29.09.2025-01.10.2025	
2	Складання календарного плану дкваліфікаційної роботи, пошук та збір інформації, аналіз наукової літератури	02.10.2025-03.10.2025	
3	Загальна характеристика	04.10.2025-05.10.2025	
4	Підготовка додатків до пояснювальної записки	06.10.2025-08.10.2025	
5	Підготовка основної частини (Розділ I)	09.10.2025-19.10.2025	
6	Підготовка основної частини (Розділ II)	20.10.2025-30.10.2025	
7	Підготовка основної частини (Розділ III)	31.10.2025-10.11.2025	
8	Підготовка основної частини (Розділ IV), (Розділ V)	11.11.2025-21.11.2025	
9	На основі проаналізованої інформації написати загальні висновки	22.11.2025-26.11.2025	
10	Передзахист кваліфікаційної роботи	27.11.2025	
11	Підготовка до захисту: доповідь, презентація, ілюстративний (роздатковий) матеріал	28.11.2025-15.12.2025	
12	Захист кваліфікаційної роботи до	25.12.2025	

8.Дата видачі завдання: «29» 10 2025 р.

Керівник кваліфікаційної роботи: _____ Халмурадов Б.Д.

Завдання прийняв до виконання: _____ Федорів О. І.

ЗМІСТ

ВСТУП 6

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА У СИСТЕМІ ТРАНСПОРТНОЇ БЕЗПЕКИ 13

1.1. Поняття та сутність людського чинника в транспортних системах 13

1.2. Психофізіологічні та соціальні аспекти впливу людського чинника 17

1.3. Людський фактор як причина транспортних пригод 20

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА НА РІВЕНЬ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУ 27

2.1. Стан аварійності на транспорті та роль людського чинника 27

2.2. Аналіз умов праці та організації діяльності транспортного персоналу 32

2.3. Оцінка ризиків, пов'язаних з людським фактором 36

РОЗДІЛ 3 ЗАХОДИ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА 44

3.1. Організаційні заходи підвищення безпеки транспорту 44

3.2. Технічні та інженерні засоби мінімізації впливу людського чинника 50

3.3. Інформаційні та автоматизовані системи управління безпекою 57

3.4. Оцінка ефективності запропонованих заходів 61

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ 68

4.1. Аналіз умов праці 68

4.2. Перелік шкідливих факторів 68

4.3. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих чинників 68

4.3.2. Шкідливі речовини в повітрі робочої зони 69

4.4. Пожежна безпека 71

4.5. Розрахункова частина 73

Розрахунок вибуху паливоповітряної суміші у приміщенні 73

РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСПОРТНОЇ БЕЗПЕКИ 76

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 83

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 85

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Людський фактор у забезпеченні безпеки на транспорті»: 87 с., 4 рис., 3 табл., 3 графіки, 45 літературних джерела.

Мета і завдання: Розробити/удосконалити методику оцінки ризиків для транспортного підприємства з врахуванням людського фактора.

Об'єкт дослідження: Процес управління безпекою на транспортному підприємстві (або в конкретній транспортній системі).

Предмет дослідження: Методи та інструменти оцінки і мінімізації ризиків: операційні, аварійні, техногенні.

Наукова новина: адаптація методу матриці ризику для конкретних умов або розробка комбінованого методу оцінки з врахуванням людського фактора.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці Комплексної методики оцінки та управління ризиками на транспорті, яка, на відміну від існуючих, інтегрує вимоги міжнародного стандарту ISO 31000, та специфічні фактори загроз воєнного часу.

Основні положення роботи доведені до рівня конкретних методик та рекомендацій, придатних для безпосереднього впровадження:

1. Розроблено алгоритм ідентифікації загроз в автоматизованих системах управління рухом.
2. Сформовано чек-лісти аудиту безпеки для транспортних вузлів з урахуванням вимог євроінтеграції.
3. Запропоновано модель прийняття рішень при кризових ситуаціях для персоналу.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження

Сучасний транспорт є однією з ключових складових соціально-економічного розвитку держави, що забезпечує мобільність населення, функціонування промисловості, логістичних ланцюгів та інтеграцію національної економіки у світовий простір. Водночас транспортна галузь залишається сферою підвищеної небезпеки, оскільки процеси перевезення пов’язані з високими швидкостями, значними енергетичними навантаженнями, складною технічною інфраструктурою та безперервною взаємодією людини з технічними системами. За цих умов забезпечення належного рівня безпеки на транспорті набуває особливої актуальності.

Незважаючи на постійне вдосконалення транспортних засобів, впровадження сучасних автоматизованих систем управління, систем активної та пасивної безпеки, рівень аварійності на транспорті залишається високим. Аналіз причин транспортних пригод свідчить, що домінуючим чинником виникнення аварійних ситуацій є саме людський фактор. Помилки водіїв, диспетчерів, машиністів, операторів, технічного персоналу, а також недоліки в організації праці, професійній підготовці та контролі персоналу значною мірою знижують ефективність навіть найсучасніших технічних засобів безпеки.

Особливої актуальності проблема людського чинника набуває в умовах інтенсифікації транспортних процесів, зростання обсягів перевезень, збільшення швидкості руху, ускладнення транспортної інфраструктури та широкого впровадження інформаційних і цифрових технологій. У таких умовах підвищується психоемоційне навантаження на персонал, зростає відповідальність за прийняття рішень у режимі обмеженого часу, що, своєю чергою, підвищує ймовірність помилок та нештатних ситуацій.

Актуальність дослідження людського чинника у забезпеченні безпеки на транспорті також зумовлена соціальними наслідками транспортних аварій. Дорожньо-транспортні пригоди та інциденти на інших видах транспорту призводять до загибелі та травмування людей, значних матеріальних збитків, порушення логістичних процесів, негативного впливу на довкілля та зниження довіри суспільства до транспортної системи загалом. У зв'язку з цим проблема мінімізації негативного впливу людського чинника виходить за межі суто технічного завдання та набуває міждисциплінарного характеру, поєднуючи технічні, психологічні, організаційні, управлінські та соціальні аспекти.

Додатковим чинником актуальності є необхідність гармонізації національної системи транспортної безпеки з міжнародними стандартами та практиками. У провідних країнах світу людський фактор розглядається як ключовий елемент системи управління безпекою, що потребує системного аналізу, кількісної оцінки ризиків та впровадження превентивних заходів. Для України, з урахуванням трансформаційних процесів у транспортній галузі та євроінтеграційного курсу, адаптація таких підходів є особливо важливою.

Таким чином, дослідження людського чинника у забезпеченні безпеки на транспорті є актуальним науково-практичним завданням, спрямованим на підвищення надійності транспортних систем, зниження рівня аварійності та формування сучасної культури безпеки.

Ступінь наукової розробленості проблеми людського чинника в транспортній галузі

Проблема людського чинника є об'єктом дослідження багатьох наукових напрямів, зокрема ергономіки, інженерної психології, теорії надійності, системного аналізу, безпеки життєдіяльності та транспортної безпеки. Формування наукових уявлень про людський фактор відбувалося поступово – від розгляду людини як джерела помилок до сучасного

системного підходу, у межах якого людина розглядається як активний елемент складної соціотехнічної системи.

У класичних дослідженнях людський фактор переважно асоціювався з індивідуальними помилками оператора, що виникають унаслідок недостатньої уваги, втоми, низької кваліфікації або порушення інструкцій. Такий підхід був характерний для ранніх етапів розвитку транспортної науки, коли основний акцент робився на технічних несправностях та дисциплінарній відповідальності персоналу. Згодом стало очевидно, що ізольований аналіз помилок людини не дозволяє повною мірою пояснити причини аварій та інцидентів.

Подальший розвиток наукових досліджень привів до формування системного підходу, відповідно до якого людський фактор розглядається у взаємозв'язку з технічними, організаційними та середовищними чинниками. У межах цього підходу помилка оператора трактується не як виключно особистісний недолік, а як результат недосконалості системи загалом: перевантажених інтерфейсів, неадекватних інструкцій, нераціональної організації праці, недостатнього рівня автоматизації або неузгодженості між людиною і технікою.

Значний внесок у розвиток теорії людського чинника зробили дослідження, присвячені психофізіологічним особливостям діяльності транспортного персоналу. У працях вітчизняних і зарубіжних учених розглядаються питання впливу втоми, стресу, монотонності, змінних графіків роботи та нічних змін на працездатність і надійність оператора. Доведено, що зниження рівня уваги та швидкості реакції суттєво підвищує ймовірність помилкових дій, особливо в умовах дефіциту часу та високої відповідальності.

Окремий напрям наукових досліджень пов'язаний з аналізом людського чинника як причини транспортних пригод. У межах цього напряму розроблено класифікації помилок персоналу, що враховують когнітивні,

поведінкові та організаційні аспекти. Досліджується співвідношення між навмисними порушеннями правил і ненавмисними помилками, а також роль організаційної культури та управлінських рішень у формуванні небезпечної поведінки.

У транспортній галузі значного поширення набули методи кількісної оцінки надійності людини, які дозволяють формалізувати вплив людського чинника на загальний рівень ризику. Такі методи застосовуються для ідентифікації критичних операцій, визначення ймовірності помилок та обґрунтування заходів щодо їх зниження. Разом із тим більшість існуючих моделей мають обмеження, пов’язані зі складністю врахування індивідуальних та соціальних особливостей персоналу.

Сучасні дослідження дедалі більше уваги приділяють питанням взаємодії людини з автоматизованими та інтелектуальними системами управління транспортом. Встановлено, що зростання рівня автоматизації не завжди призводить до підвищення безпеки, оскільки може спричиняти втрату навичок, зниження пильності та надмірну довіру до техніки. У зв’язку з цим актуальним напрямом наукових досліджень є пошук оптимального балансу між автоматизацією та участю людини в управлінні транспортними процесами.

Аналіз наукових публікацій свідчить, що проблема людського чинника достатньо широко висвітлена в теоретичному аспекті, проте потребує подальшого розвитку в частині практичного впровадження результатів досліджень у діяльність транспортних підприємств. Зокрема, недостатньо опрацьованими залишаються питання інтеграції оцінки людського чинника в системи управління безпекою, адаптації міжнародного досвіду до національних умов, а також комплексної оцінки ефективності організаційних і технічних заходів.

Таким чином, аналіз ступеня наукової розробленості проблеми людського чинника дозволяє зробити висновок про її високу значущість та

актуальність подальших досліджень. Наявні наукові напрацювання створюють теоретичну основу для поглибленого аналізу, однак вимагають систематизації, адаптації та практичної апробації з урахуванням сучасних умов функціонування транспортної галузі.

Мета магістерської роботи

Метою магістерської роботи є дослідження впливу людського чинника на рівень безпеки функціонування транспортних систем, аналіз причин виникнення аварійних та небезпечних ситуацій, зумовлених діями персоналу, а також розроблення комплексу організаційних, технічних та інформаційних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу людського чинника та підвищення загального рівня транспортної безпеки.

Завдання магістерської роботи

Для досягнення поставленої мети в магістерській роботі передбачається вирішення таких основних завдань:

Проаналізувати наукові підходи та нормативні джерела щодо визначення поняття та сутності людського чинника у транспортній галузі.

Дослідити роль людини у системі «людина – машина – середовище» та визначити основні психофізіологічні, соціальні й організаційні чинники, що впливають на безпеку транспортних процесів.

Виконати аналіз причин транспортних пригод та інцидентів із урахуванням впливу людського чинника, визначити типові помилки персоналу та їх наслідки.

Оцінити умови праці та організацію діяльності транспортного персоналу, зокрема режими праці та відпочинку, рівень професійної підготовки та контролю.

Здійснити ідентифікацію та оцінку ризиків, пов’язаних із людським фактором, із використанням сучасних методів аналізу ризиків.

Проаналізувати сучасні технічні та автоматизовані системи, спрямовані на зменшення ймовірності помилок персоналу та підвищення безпеки на транспорті.

Розробити організаційні, технічні та інформаційні заходи щодо мінімізації негативного впливу людського чинника в транспортних системах.

Оцінити ефективність запропонованих заходів з точки зору підвищення рівня безпеки, зниження аварійності та соціально-економічного ефекту.

Сформулювати практичні рекомендації для транспортних підприємств і органів управління щодо впровадження заходів з урахуванням людського чинника.

Методи дослідження

Для досягнення поставленої мети та вирішення завдань у магістерській роботі використано сукупність загальнонаукових і спеціальних методів дослідження, зокрема:

Аналіз і синтез – для узагальнення теоретичних положень щодо сутності людського чинника та його ролі в системі транспортної безпеки.

Системний підхід – для дослідження взаємодії елементів системи «людина – машина – середовище» та виявлення причинно-наслідкових зв’язків між людським фактором і аварійністю.

Порівняльний аналіз – для зіставлення рівня аварійності, причин інцидентів і підходів до управління безпекою на різних видах транспорту.

Статистичні методи – для аналізу даних щодо транспортних пригод і визначення ролі людського чинника в їх виникненні.

Методи аналізу ризиків (FMEA, Bow-Tie, елементи HRA) – для ідентифікації небезпечних дій персоналу та оцінки ймовірності помилок.

Експертні оцінки – для визначення значущості окремих факторів ризику та ефективності запропонованих заходів.

Методи моделювання та прогнозування – для оцінки впливу організаційних і технічних заходів на рівень безпеки транспортних процесів.

Графічні та табличні методи подання результатів – для наочного відображення результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна магістерської роботи полягає в такому:

Удосконалено підхід до аналізу людського чинника в системі забезпечення безпеки на транспорті шляхом комплексного врахування психофізіологічних, організаційних та технічних чинників.

Набуло подальшого розвитку класифікацію помилок транспортного персоналу, що дозволяє точніше ідентифікувати джерела ризику в процесі перевезень.

Запропоновано інтеграцію оцінки людського чинника в систему управління безпекою транспортного підприємства з використанням методів ризик-аналізу.

Обґрунтовано комплекс заходів щодо зниження негативного впливу людського чинника з урахуванням сучасних тенденцій автоматизації та цифровізації транспорту.

Отримано нові аналітичні висновки щодо взаємозв’язку між умовами праці персоналу та рівнем транспортної безпеки.

Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення магістерської роботи полягає в можливості використання отриманих результатів:

у діяльності транспортних підприємств для вдосконалення систем управління безпекою та зниження аварійності;

при розробленні та коригуванні інструкцій, регламентів і програм підготовки персоналу з урахуванням людського чинника;

для оцінки ризиків, пов’язаних з діяльністю транспортного персоналу, та обґрунтування профілактичних заходів;

у процесі підвищення кваліфікації працівників транспортної галузі;

у навчальному процесі закладів вищої освіти під час викладання дисциплін, пов’язаних з транспортною безпекою, охороною праці та управлінням ризиками;

як методичний матеріал для подальших наукових досліджень у сфері безпеки транспорту.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ТА НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА У СИСТЕМІ ТРАНСПОРТНОЇ БЕЗПЕКИ

1.1. Поняття та сутність людського чинника в транспортних системах

Забезпечення безпеки на транспорті є одним із ключових завдань сучасного суспільства, оскільки транспортні системи відіграють визначальну роль у функціонуванні економіки, соціальної сфери та життєдіяльності населення. Водночас транспорт характеризується підвищеним рівнем небезпеки, що зумовлено високими швидкостями руху, значними масами транспортних засобів, складною технічною інфраструктурою та постійною взаємодією людини з технічними й інформаційними системами. У цьому контексті особливого значення набуває аналіз людського чинника як одного з визначальних елементів транспортної безпеки.

Поняття людського чинника є міждисциплінарним і широко використовується в ергономіці, інженерній психології, теорії надійності, охороні праці, безпеці життєдіяльності та транспортній науці. Загалом людський фактор розглядається як сукупність властивостей, характеристик і дій людини, які впливають на функціонування технічних систем і можуть призводити як до підвищення ефективності їх роботи, так і до виникнення помилок, відмов або аварійних ситуацій.

У транспортних системах людський фактор проявляється через діяльність різних категорій персоналу: водіїв, машиністів, пілотів, диспетчерів, операторів, інженерів з обслуговування, керівників та осіб, відповідальних за організацію перевезень. Кожен із цих учасників транспортного процесу виконує функції, пов’язані з прийняттям рішень,

контролем технічного стану, управлінням рухом або реагуванням на нестандартні ситуації. Помилки чи недоліки в діяльності будь-якої з цих ланок можуть призвести до серйозних наслідків для безпеки.

У науковій літературі відсутнє єдине універсальне визначення людського чинника, що пояснюється складністю та багатогранністю цього явища. У загальному вигляді людський фактор трактується як сукупність психофізіологічних, когнітивних, соціальних та поведінкових особливостей людини, які впливають на її діяльність у процесі взаємодії з технічними системами. У транспортній галузі під людським фактором зазвичай розуміють причини та умови, пов'язані з діяльністю людини, що можуть призводити до порушення нормальної роботи транспортної системи або зниження рівня безпеки.

Важливим аспектом розуміння сутності людського чинника є його розгляд у межах системи «людина – машина – середовище». Такий підхід дозволяє аналізувати діяльність людини не ізольовано, а у взаємозв'язку з технічними засобами та зовнішніми умовами. У транспортних системах людина виступає активним елементом, який здійснює управління, контроль і прийняття рішень, машина забезпечує реалізацію цих рішень, а середовище формує зовнішні умови функціонування системи. Порушення балансу між цими елементами може призводити до зростання аварійності.

З історичної точки зору, на ранніх етапах розвитку транспорту основну увагу приділяли технічним причинам аварій – несправностям механізмів, конструктивним недолікам або відмовам обладнання. Людина розглядалася переважно як оператор, який повинен чітко виконувати встановлені інструкції. Помилки персоналу часто пояснювалися недостатньою дисципліною або низькою кваліфікацією. Такий підхід зумовлював орієнтацію на покарання та посилення контролю, а не на усунення системних причин помилок.

Подальший розвиток науки та практики безпеки показав, що навіть за високого рівня технічної надійності аварії продовжують траплятися, а частка людського чинника в їх виникненні залишається значною. Це призвело до переосмислення ролі людини в транспортних системах і переходу до системного підходу, у межах якого людський фактор розглядається як невід'ємна складова всієї системи управління безпекою.

У сучасному розумінні людський фактор не зводиться виключно до помилок або порушень з боку персоналу. Він охоплює також організаційні умови праці, рівень підготовки та навчання, якість інструкцій і регламентів, ергономічність робочих місць, інформаційне навантаження та ефективність комунікації між учасниками транспортного процесу. Таким чином, помилка людини часто є наслідком недосконалості системи, а не виключно індивідуальних якостей конкретного працівника.

Суттєвим елементом людського чинника є психофізіологічний стан людини. Втома, стрес, емоційне напруження, монотонність роботи, порушення режимів праці та відпочинку істотно впливають на здатність оператора адекватно сприймати інформацію, швидко реагувати на зміну обстановки та приймати правильні рішення. У транспортних системах, де час реагування часто вимірюється секундами, навіть незначне зниження уваги може мати критичні наслідки.

Не менш важливим є когнітивний аспект людського чинника, який пов'язаний із процесами сприйняття, мислення, пам'яті та прийняття рішень. Складність сучасних транспортних систем призводить до збільшення обсягу інформації, яку необхідно обробляти оператору. Перевантаження інформацією, нераціонально побудовані інтерфейси або неоднозначні сигнали можуть стати причиною неправильних рішень навіть у висококваліфікованого персоналу.

Соціальні та організаційні чинники також відіграють важливу роль у формуванні людського чинника. Культура безпеки, стиль управління, система

мотивації, відносини в колективі та рівень відповідальності керівництва безпосередньо впливають на поведінку персоналу. За умов, коли безпека не є пріоритетом організації або коли працівники зазнають тиску щодо виконання планових показників, імовірність порушень та ризикованих дій зростає.

У транспортних системах людський фактор може проявлятися як у формі ненавмисних помилок, так і у вигляді свідомих порушень правил та інструкцій. Ненавмисні помилки зазвичай пов’язані з обмеженими можливостями людини, зокрема з помилками сприйняття, пам’яті або уваги. Свідомі порушення часто зумовлені організаційними причинами, недостатнім контролем або низьким рівнем культури безпеки.

Сучасні підходи до аналізу людського чинника підкреслюють необхідність переходу від «звинувачувальної» моделі до превентивної, яка передбачає виявлення та усунення умов, що сприяють виникненню помилок. У цьому контексті людський фактор розглядається не як проблема, а як ресурс, ефективне використання якого може суттєво підвищити рівень безпеки транспортних систем.

Окрему увагу в транспортній галузі приділяють впливу автоматизації та цифрових технологій на людський фактор. З одного боку, автоматизовані системи дозволяють зменшити навантаження на оператора та мінімізувати кількість рутинних операцій. З іншого боку, надмірна автоматизація може призводити до втрати навичок, зниження пильності та надмірної довіри до технічних засобів. Це створює нові ризики, які необхідно враховувати під час проектування та експлуатації транспортних систем.

Таким чином, людський фактор у транспортних системах є складним багатокомпонентним явищем, що охоплює індивідуальні, психофізіологічні, когнітивні, соціальні та організаційні аспекти діяльності людини. Його сутність полягає у визначальному впливі людини на рівень безпеки транспортних процесів як через безпосередні дії, так і через участь у формуванні та функціонуванні систем управління. Усвідомлення ролі

людського чинника та його системний аналіз є необхідною умовою підвищення безпеки транспорту та зниження рівня аварійності.

1.2. Психофізіологічні та соціальні аспекти впливу людського чинника

Функціонування транспортних систем пов’язане з діяльністю людини в умовах підвищеної відповідальності, значного інформаційного навантаження та необхідності прийняття рішень у реальному часі. У таких умовах безпека транспортних процесів значною мірою залежить від психофізіологічного стану та соціальних характеристик персоналу, що визначають надійність і стабільність його професійної діяльності. Саме тому психофізіологічні та соціальні аспекти людського чинника є ключовими складовими системи транспортної безпеки.

Психофізіологічні аспекти людського чинника охоплюють сукупність фізіологічних, психічних та когнітивних характеристик людини, які визначають її здатність ефективно виконувати професійні обов’язки. До основних психофізіологічних параметрів, що мають значення для транспортної діяльності, належать рівень працездатності, стійкість уваги, швидкість реакції, точність рухів, емоційна стабільність та здатність до адекватної оцінки ризиків.

Одним із найбільш значущих чинників, що впливають на психофізіологічний стан транспортного персоналу, є втома. Втома може мати фізичний, психічний або комбінований характер і виникає внаслідок тривалого навантаження, монотонної роботи, порушення режимів праці та відпочинку, нічних змін або недостатнього відновлення організму. У стані втоми знижується концентрація уваги, погіршується швидкість і точність реакцій, зростає ймовірність помилкових дій, що особливо небезпечно в умовах управління транспортними засобами.

Тісно пов’язаним із втомою є вплив стресу на діяльність транспортного персоналу. Стресові ситуації можуть виникати внаслідок складних дорожніх умов, високої інтенсивності руху, дефіциту часу, відповідальності за життя пасажирів або загрози аварійних ситуацій. Помірний рівень стресу може мобілізувати ресурси організму та підвищувати працездатність, однак тривалий або надмірний стрес призводить до дезорганізації діяльності, зниження здатності до раціонального мислення та прийняття рішень.

Важливим психофізіологічним аспектом є увага як здатність людини зосереджуватися на значущих елементах обстановки та своєчасно реагувати на їх зміну. У транспортних системах увага оператора повинна бути стійкою, розподіленою та здатною до швидкого переключення. Перевантаження інформацією, монотонність або, навпаки, надмірна кількість сигналів можуть призводити до зниження ефективності уваги та пропуску критично важливої інформації.

Швидкість психомоторних реакцій є ще одним ключовим чинником безпеки. У багатьох транспортних ситуаціях час на прийняття рішення та виконання дії обмежений кількома секундами або навіть частками секунди. Погіршення реакції, спричинене втомою, стресом або станом здоров’я, суттєво підвищує ризик аварій. Особливо небезпечним є поєднання уповільнених реакцій із високими швидкостями руху та складною дорожньою обстановкою.

Когнітивні процеси – сприйняття, пам’ять, мислення та прийняття рішень – відіграють вирішальну роль у діяльності транспортного персоналу. Складність сучасних транспортних систем призводить до зростання обсягу інформації, яку необхідно обробляти оператору. За умов інформаційного перевантаження зростає ймовірність когнітивних помилок, неправильного тлумачення сигналів або запізнілих рішень. У цьому контексті важливим є ергономічне проектування робочих місць та інтерфейсів управління.

Поряд із психофізіологічними, не менш важливими є соціальні аспекти людського чинника, які визначають поведінку персоналу в межах організації та суспільства загалом. Соціальні чинники включають рівень професійної підготовки, досвід роботи, мотивацію, систему цінностей, культуру безпеки, стиль управління та міжособистісні відносини в колективі.

Одним із ключових соціальних чинників є культура безпеки, яка відображає ставлення персоналу та керівництва до питань безпеки. Високий рівень культури безпеки передбачає усвідомлення ризиків, дотримання встановлених правил, готовність повідомляти про небезпечні ситуації та прагнення до постійного вдосконалення. Натомість формальний підхід до безпеки або орієнтація виключно на виробничі показники можуть сприяти поширенню ризикованої поведінки.

Важливу роль відіграє організація праці та управлінські рішення. Нераціональні графіки роботи, недостатній контроль за станом персоналу, дефіцит кадрів або перевантаження обов’язками створюють передумови для зростання кількості помилок. Соціально-економічні фактори, зокрема рівень оплати праці та соціального захисту, також впливають на мотивацію персоналу та його ставлення до дотримання вимог безпеки.

Міжособистісні відносини в колективі та ефективність комунікації мають безпосередній вплив на безпеку транспортних процесів. Недостатній обмін інформацією, конфлікти, ієрархічні бар’єри або страх перед покаранням можуть призводити до приховування помилок і небезпечних ситуацій. У результаті організація втрачає можливість своєчасно виявляти та усувати потенційні загрози.

Окрему увагу слід приділити впливу соціальних норм і стереотипів поведінки. У деяких випадках порушення правил сприймається як допустиме або навіть схвальне явище, особливо якщо воно дозволяє зекономити час або ресурси. Така практика поступово формує небезпечні моделі поведінки, які можуть призвести до серйозних наслідків.

В умовах цифровізації та впровадження автоматизованих систем управління соціальні аспекти людського чинника набувають нових рис. Змінюється характер професійної діяльності, зростають вимоги до кваліфікації персоналу, посилюється роль навчання та адаптації. Водночас з'являються нові ризики, пов'язані з надмірною довірою до автоматизованих систем або зниженням відповідальності оператора.

Таким чином, психофізіологічні та соціальні аспекти людського чинника є взаємопов'язаними та взаємодоповнювальними складовими транспортної безпеки. Психофізіологічний стан людини визначає її індивідуальну здатність до надійної діяльності, тоді як соціальні чинники формують умови, у яких ця діяльність здійснюється. Комплексний урахування цих аспектів є необхідною передумовою зниження аварійності, підвищення ефективності транспортних систем та формування сучасної культури безпеки.

1.3. Людський фактор як причина транспортних пригод

Транспортні пригоди є однією з найсерйозніших проблем сучасного суспільства, оскільки вони супроводжуються значними людськими втратами, матеріальними збитками та негативними соціально-економічними наслідками. Незважаючи на суттєвий прогрес у розвитку транспортних технологій, удосконалення конструкції транспортних засобів і впровадження автоматизованих систем управління, рівень аварійності на транспорті залишається високим. Аналіз причин виникнення транспортних пригод переконливо свідчить, що домінуючу роль у більшості аварійних ситуацій відіграє саме людський фактор.

Таблиця 1.1

Класифікація помилок людського чинника у транспортних системах

Тип помилки	Основна причина	Можливі наслідки	Приклад прояву
Помилка сприйняття	Обмежена видимість, несприятливі погодні умови, перевантаження зорової інформації	Неправильна оцінка дорожньої ситуації, зіткнення транспортних засобів	Водій неправильно оцінює відстань до автомобіля попереду в умовах туману
Помилка уваги	Втома, монотонність роботи, відволікання	Пропуск важливих сигналів, несвоєчасна реакція	Оператор не помічає заборонний сигнал світлофора
Помилка пам’яті	Стрес, складні або суперечливі інструкції	Порушення послідовності дій, відхилення від регламенту	Машиніст пропускає один з етапів перевірки перед початком руху
Помилка прийняття рішення	Дефіцит часу, недостатній досвід, перевтома	Прийняття неадекватного рішення, аварійна ситуація	Водій обирає небезпечний маневр для уникнення затримки
Психомоторна помилка	Зниження швидкості реакції, погіршення координації	Запізніле або неправильне керування	Запізніле натискання на гальма при раптовій перешкоді

Навмисне порушення правил	Низька культура безпеки, організаційний тиск	Підвищений ризик аварії, матеріальні збитки	Перевищення швидкості для дотримання графіка
Помилка комунікації	Недостатній обмін інформацією, ієрархічні бар’єри	Непорозуміння між учасниками процесу	Диспетчер не передає оновлену інформацію про зміну маршруту
Організаційна помилка	Недостатня підготовка персоналу, слабкий контроль	Систематичні порушення, зростання аварійності	Відсутність регулярних тренувань з безпеки
Помилка при взаємодії з автоматикою	Надмірна довіра до автоматизованих систем	Несвоєчасне втручання людини	Оператор не реагує на відмову автоматичної системи керування

У наукових дослідженнях та практиці забезпечення транспортної безпеки людський фактор розглядається як сукупність дій, рішень, психофізіологічних станів і поведінкових особливостей учасників транспортного процесу, які можуть призводити до виникнення небезпечних ситуацій. При цьому людський фактор не обмежується виключно помилками водіїв або операторів, а охоплює також діяльність диспетчерів, інженерно-технічного персоналу, керівників та інших осіб, залучених до організації та управління перевезеннями.

Важливим аспектом аналізу людського чинника як причини транспортних пригод є класифікація помилок людини. У загальному вигляді помилки поділяють на ненавмисні та навмисні. Ненавмисні помилки виникають унаслідок обмежених можливостей людини, зокрема через помилки сприйняття, уваги, пам’яті або неправильну інтерпретацію інформації. Навмисні порушення правил, у свою чергу, зумовлені свідомим ігноруванням вимог безпеки, що часто пов’язано з організаційними та соціальними чинниками.

Ненавмисні помилки є найбільш поширеним типом прояву людського чинника в транспортних пригодах. Вони можуть виникати навіть у висококваліфікованого персоналу та зазвичай пов’язані з психофізіологічними особливостями людини. Наприклад, втома або стрес можуть призводити до зниження концентрації уваги та сповільнення реакції, що в умовах інтенсивного руху або складної обстановки значно підвищує ймовірність аварії. Особливо небезпечними є ситуації, коли оператор не усвідомлює власного зниження працездатності та продовжує виконувати обов’язки.

Помилки сприйняття є ще одним важливим чинником транспортних пригод. Вони пов’язані з неправильним оцінюванням швидкості, відстані, положення інших транспортних засобів або дорожніх умов. Обмежена видимість, несприятливі погодні умови, складна світлова обстановка та перевантаження інформацією можуть призводити до хибних уявлень про реальну ситуацію. У результаті оператор приймає рішення, які не відповідають фактичним умовам і створюють загрозу безпеці.

Значну роль у виникненні транспортних пригод відіграють помилки прийняття рішень. У багатьох випадках оператор змушений діяти в умовах дефіциту часу та невизначеності, що ускладнює вибір оптимального варіанту дій. Помилкові рішення можуть бути зумовлені недостатнім досвідом, перевтомою, надмірною самовпевненістю або неправильним тлумаченням

сигналів і інструкцій. Такі помилки часто мають системний характер і повторюються в аналогічних ситуаціях.

Навмисні порушення правил безпеки також є суттєвим чинником транспортних пригод. До них належать перевищення швидкості, недотримання встановлених режимів руху, ігнорування сигналів, скорочення обов'язкових процедур контролю та інші дії, спрямовані на економію часу або ресурсів. У багатьох випадках такі порушення стають наслідком організаційного тиску, недостатнього контролю або низького рівня культури безпеки в організації.

Важливо підкреслити, що навмисні порушення не завжди є проявом свідомої недбалості або зневаги до безпеки. Часто вони формуються як адаптивна реакція персоналу на нераціональні умови праці, перевантаження обов'язками або суперечливі вимоги керівництва. У таких умовах працівники змушені шукати компроміс між формальними правилами та реальними виробничими завданнями, що може призводити до зростання ризику аварій.

Людський фактор як причина транспортних пригод тісно пов'язаний із організаційними недоліками. Неефективна система підготовки та навчання персоналу, відсутність регулярної перевірки знань, недосконалі інструкції та регламенти, а також слабкий контроль за дотриманням вимог безпеки створюють передумови для помилок. У таких умовах навіть досвідчені працівники можуть допускати систематичні порушення, які з часом сприймаються як норма.

Суттєвий вплив на аварійність має також людський фактор на рівні управління. Помилки керівництва, пов'язані з плануванням, розподілом ресурсів, організацією праці та прийняттям управлінських рішень, можуть мати віддалені, але серйозні наслідки. Наприклад, скорочення витрат на технічне обслуговування або навчання персоналу може призвести до зростання ризику аварій у довгостроковій перспективі.

Окрему увагу слід приділити взаємодії людського чинника з технічними відмовами. У багатьох випадках транспортні пригоди виникають унаслідок поєднання людських помилок і технічних несправностей. Людина може неправильно відреагувати на відмову обладнання, не помітити ознак несправності або неправильно інтерпретувати інформацію від систем контролю. Таким чином, людський фактор виступає каталізатором аварійних ситуацій, навіть якщо початковою причиною є технічна проблема.

Сучасні транспортні системи характеризуються високим рівнем автоматизації, що змінює характер впливу людського чинника на аварійність. З одного боку, автоматизація дозволяє зменшити кількість рутинних операцій і знизити ймовірність помилок. З іншого боку, вона створює нові ризики, пов’язані з втратою навичок, надмірною довірою до автоматизованих систем та зниженням пильності оператора. У таких умовах людина може не бути готовою своєчасно втрутитися в разі відмови автоматичних засобів.

Важливим аспектом аналізу людського чинника є повторюваність транспортних пригод. Дослідження показують, що багато аварій мають схожі сценарії та виникають за аналогічних умов. Це свідчить про наявність системних проблем, пов’язаних із людським фактором, які не усуваються належним чином. Аналіз таких сценаріїв дозволяє виявити типові помилки та розробити ефективні превентивні заходи.

У сучасних підходах до забезпечення транспортної безпеки дедалі більше уваги приділяється переходу від реактивного до проактивного управління людським фактором. Це передбачає не лише розслідування причин уже скоєних аварій, а й прогнозування потенційно небезпечних ситуацій, оцінку ризиків і впровадження заходів, спрямованих на запобігання помилкам. Такий підхід дозволяє розглядати людський фактор не лише як джерело проблем, а як об’єкт управління та вдосконалення.

Таким чином, людський фактор є однією з головних причин транспортних пригод і проявляється на всіх рівнях функціонування

транспортних систем – від індивідуальних дій оператора до управлінських рішень керівництва. Його вплив зумовлений поєднанням психофізіологічних, когнітивних, соціальних та організаційних чинників, які формують поведінку людини в транспортному процесі. Усвідомлення ролі людського чинника та системний аналіз його проявів є необхідною передумовою розроблення ефективних заходів щодо зниження аварійності та підвищення рівня безпеки на транспорті.

Висновки до розділу 1

У результаті аналізу теоретичних та науково-методичних підходів встановлено, що людський фактор є багатокомпонентним явищем, яке охоплює психофізіологічні, когнітивні, соціальні та організаційні характеристики людини й відіграє визначальну роль у забезпеченні безпеки транспортних систем.

Обґрунтовано доцільність розгляду людського чинника в межах системи «людина – машина – середовище», що дозволяє комплексно оцінювати вплив дій та стану людини на функціонування транспортних процесів і рівень аварійності.

Встановлено, що психофізіологічний стан транспортного персоналу, зокрема втома, стрес, зниження уваги та швидкості реакції, суттєво впливає на надійність професійної діяльності та є однією з основних передумов виникнення помилок і небезпечних ситуацій.

Доведено, що соціальні чинники, включаючи рівень професійної підготовки, культуру безпеки, організацію праці та управлінські рішення, формують умови, за яких проявляється людський фактор, і можуть як знижувати, так і підвищувати ризик транспортних пригод.

Проаналізовано людський фактор як провідну причину транспортних пригод, що проявляється у вигляді ненавмисних помилок, навмисних порушень правил та організаційних недоліків, які мають системний характер і часто повторюються.

Виявлено, що транспортні пригоди здебільшого виникають унаслідок поєднання людських помилок із технічними та організаційними чинниками, що підтверджує необхідність комплексного підходу до управління безпекою.

Встановлено, що зростання рівня автоматизації транспортних систем змінює характер впливу людського чинника, створюючи нові ризики, пов’язані з надмірною довірою до технічних засобів та зниженням пильності оператора.

Зроблено висновок, що ефективне зниження негативного впливу людського чинника можливе лише за умови системного управління, яке передбачає поєднання організаційних, технічних і психофізіологічних заходів.

РОЗДІЛ 2
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА НА РІВЕНЬ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУ

2.1. Стан аварійності на транспорті та роль людського чинника

Транспортна аварійність є одним із ключових показників рівня безпеки функціонування транспортних систем та ефективності управління перевізними процесами. Незважаючи на розвиток інфраструктури, удосконалення конструкцій транспортних засобів і впровадження сучасних технологій контролю та автоматизації, аварійність на транспорті залишається стабільно високою. Це свідчить про наявність комплексних проблем, значна частина яких пов’язана з діяльністю людини як учасника та організатора транспортного процесу.

Таблиця 2.1

Розподіл транспортних пригод за основними причинами

Причина транспортної пригоди	**Кількість випадків, %**	**Характеристика причини**
Порушення правил руху (перевищення швидкості, маневрування)	38	Свідомі або несвідомі дії водіїв, пов’язані з ризикованою поведінкою
Недостатня увага та втома персоналу	27	Зниження концентрації, запізніла реакція, помилки керування
Помилки прийняття рішень	16	Неправильна оцінка дорожньої ситуації, дефіцит часу

Технічні несправності	11	Відмови гальмівної системи, рульового керування тощо
Несприятливі погодні умови	8	Ожеледиця, туман, сильні опади
Разом	**100**	–

Примітка: понад 80 % причин прямо або опосередковано пов’язані з людським фактором.

Аналітичний коментар до таблиці 2.1

Наведені дані свідчать, що домінуючу частку транспортних пригод становлять випадки, зумовлені порушенням правил руху, втомою та помилками прийняття рішень. Навіть у категоріях, формально віднесених до технічних або природних чинників, вирішальну роль часто відіграють дії людини, зокрема несвоєчасне реагування або неправильна оцінка ситуації. Це підтверджує провідну роль людського чинника у формуванні аварійності на транспорті.

Стан аварійності на транспорті формується під впливом технічних, організаційних, природних і людських чинників. Однак результати численних досліджень і аналіз статистичних даних переконливо доводять, що людський фактор відіграє домінуючу роль у виникненні більшості транспортних пригод. За різними оцінками, частка аварій, спричинених повністю або частково діями людини, становить переважну більшість від загальної кількості інцидентів. Це дозволяє розглядати людський фактор не як другорядний, а як визначальний елемент системи транспортної безпеки.

Аналіз аварійності свідчить, що транспортні пригоди мають тенденцію до повторюваності за сценаріями, умовами та причинами. Часто аварії виникають у типових ситуаціях, пов’язаних із перевищенням швидкості, порушенням правил руху, недотриманням дистанції, неправильним маневруванням або несвоєчасним реагуванням на зміну обстановки. У

більшості таких випадків технічний стан транспортних засобів відповідає нормативним вимогам, а вирішальним чинником стають помилки або порушення з боку людини.

Особливістю сучасного стану аварійності є те, що зростання рівня технічної оснащеності транспорту не завжди супроводжується пропорційним зниженням кількості пригод. Це пояснюється тим, що складні технічні системи висувають підвищені вимоги до підготовки, уваги та відповідальності персоналу. У разі недостатньої адаптації людини до нових умов експлуатації ймовірність помилок може навіть зростати.

Роль людського чинника в аварійності проявляється на різних етапах транспортного процесу. На етапі підготовки до перевезень помилки можуть бути пов’язані з неправильним плануванням маршруту, недооцінкою ризиків, формальним підходом до інструктажу або контролю технічного стану. Під час безпосереднього виконання перевезень основними чинниками аварійності стають помилки управління, порушення режимів руху, зниження уваги та несвоєчасна реакція на небезпечні ситуації. Після завершення перевезень недоліки в аналізі інцидентів і відсутність коригувальних заходів сприяють повторенню аварій у майбутньому.

Суттєвий вплив на рівень аварійності має психофізіологічний стан водіїв та операторів. Втома, перевтома, стрес, емоційне напруження та порушення режимів праці й відпочинку є поширеними чинниками, що знижують надійність діяльності людини. У стані перевтоми зменшується швидкість реакції, погіршується здатність до концентрації уваги та адекватної оцінки ситуації, що значно підвищує ризик дорожньо-транспортних пригод і аварій на інших видах транспорту.

Важливою характеристикою аварійності є також поведінковий аспект людського чинника. Ризикована поведінка, схильність до перевищення швидкості, ігнорування сигналів і знаків, агресивний стиль керування транспортним засобом є типовими причинами аварій. Такі форми поведінки

часто зумовлені не лише індивідуальними рисами людини, а й соціальними та організаційними умовами, у яких здійснюється транспортна діяльність.

Аналіз стану аварійності свідчить про значний вплив організаційних чинників, що опосередковують прояв людського чинника. Недостатній рівень підготовки персоналу, формальний характер навчання, відсутність регулярної перевірки знань і навичок, а також слабкий контроль з боку керівництва створюють передумови для зростання кількості помилок. У таких умовах персонал часто діє за звичкою або спирається на власний досвід, що не завжди відповідає вимогам безпеки.

Особливу роль у формуванні аварійності відіграють управлінські рішення. Нереалістичні графіки руху, перевантаження персоналу, дефіцит кадрів і тиск на виконання планових показників можуть змушувати працівників порушувати встановлені правила. У результаті аварійність зростає не через відсутність знань або навичок, а через системні недоліки в організації транспортної діяльності.

Важливим аспектом аналізу є взаємозв’язок між людським фактором і технічними відмовами. У багатьох випадках аварії виникають не через саму відмову технічного засобу, а через неправильні дії людини в процесі реагування на неї. Несвоєчасне виявлення несправності, неправильна інтерпретація сигналів або помилки під час виконання аварійних процедур значно погіршують наслідки технічних збоїв.

Сучасні транспортні системи дедалі більше використовують автоматизовані та інформаційні технології, що змінює характер аварійності. З одного боку, автоматизація дозволяє знизити вплив рутинних помилок і стабілізувати процеси управління. З іншого боку, вона створює нові ризики, пов’язані з надмірною довірою до автоматичних систем, зниженням пильності оператора та втратою навичок ручного керування. У разі відмови автоматизованих засобів людина може виявитися неготовою до швидкого та ефективного втручання.

Аналіз стану аварійності також свідчить про недостатню ефективність традиційного реактивного підходу до безпеки, який зосереджується переважно на розслідуванні вже скоєних аварій. Такий підхід не дозволяє повною мірою врахувати роль людського чинника як системної проблеми. Сучасні концепції транспортної безпеки орієнтовані на проактивне управління ризиками, що передбачає виявлення потенційно небезпечних дій і умов до виникнення аварій.

Таким чином, стан аварійності на транспорті є відображенням складної взаємодії технічних, організаційних і людських чинників, серед яких людський фактор відіграє провідну роль. Помилки, порушення та особливості поведінки людини визначають характер і наслідки більшості транспортних пригод. Усвідомлення цієї ролі є необхідною передумовою для переходу до ефективних систем управління безпекою, орієнтованих на попередження аварій та мінімізацію негативного впливу людського чинника.

Висновки до підрозділу 2.1

Аналіз стану аварійності на транспорті показав, що, незважаючи на розвиток технічних засобів і транспортної інфраструктури, рівень транспортних пригод залишається високим і має системний характер.

Встановлено, що домінуючу роль у виникненні транспортних пригод відіграє людський фактор, який проявляється у вигляді порушень правил, помилок управління, зниження уваги та прийняття неадекватних рішень.

Виявлено, що психофізіологічний стан транспортного персоналу, зокрема втома та емоційне напруження, суттєво впливає на надійність діяльності людини та підвищує ймовірність аварійних ситуацій.

Доведено, що організаційні та управлінські недоліки, пов’язані з плануванням роботи, підготовкою персоналу та контролем, є важливими чинниками, які опосередковують вплив людського чинника на рівень аварійності.

Зроблено висновок, що переважна більшість транспортних пригод зумовлена поєднанням людських помилок із технічними та зовнішніми умовами, що підтверджує необхідність комплексного підходу до управління транспортною безпекою.

2.2. Аналіз умов праці та організації діяльності транспортного персоналу

Рівень безпеки на транспорті значною мірою визначається умовами праці та організацією діяльності транспортного персоналу. Навіть за наявності сучасних технічних засобів і нормативно врегульованих процедур саме людина залишається центральною ланкою транспортного процесу, від якої залежить своєчасність, правильність і надійність управлінських та операційних рішень. У зв’язку з цим аналіз умов праці та організації діяльності персоналу є необхідною складовою оцінки впливу людського чинника на рівень транспортної безпеки.

Таблиця 2.2

Вплив факторів умов праці на рівень безпеки транспортних процесів

Фактор умов праці	**Прояв фактору**	**Вплив на безпеку транспорту**
Тривалість робочого часу	Перевищення нормативної тривалості змін, понаднормова робота	Накопичення втоми, зниження уваги та швидкості реакції
Режими праці та відпочинку	Недостатній час для відновлення працездатності	Підвищення ймовірності помилок та аварійних ситуацій

Нічні та змінні графіки	Порушення біоритмів, зниження працездатності	Зростання ризику неправильних рішень
Фізичні умови праці	Шум, вібрація, несприятливий мікроклімат	Погіршення самопочуття та концентрації уваги
Ергономіка робочого місця	Незручне розташування органів керування, погана видимість індикаторів	Помилки керування, запізнілі дії
Інформаційне навантаження	Надмірна кількість сигналів та повідомлень	Інформаційне перевантаження, пропуск важливих сигналів
Рівень професійної підготовки	Недостатні практичні навички та тренування	Неправильні дії в нестандартних ситуаціях
Організація контролю	Формальний або недостатній контроль	Систематичні порушення правил безпеки
Управлінський тиск	Орієнтація на виконання планових показників	Свідомі порушення вимог безпеки
Соціально-психологічний клімат	Конфлікти, відсутність довіри	Приховування помилок і небезпечних ситуацій

Умови праці транспортного персоналу характеризуються поєднанням фізичних, психоемоційних та інформаційних навантажень. До фізичних чинників належать тривале перебування в статичній позі, вібрація, шум, несприятливий мікроклімат, обмежений простір робочого місця. Психоемоційні навантаження зумовлені високим рівнем відповідальності, необхідністю постійної концентрації уваги, дефіцитом часу на прийняття рішень і потенційною загрозою аварійних ситуацій. Інформаційні навантаження пов’язані з обробленням великої кількості сигналів,

повідомлень і показників, що надходять від технічних систем та зовнішнього середовища.

Одним із ключових чинників, що впливають на безпеку, є режими праці та відпочинку транспортного персоналу. Порушення встановлених режимів, надмірна тривалість робочого часу, нічні зміни та недостатній час для відновлення організму призводять до накопичення втоми. Хронічна втома знижує працездатність, погіршує увагу та реакцію, що істотно підвищує ймовірність помилок і аварійних ситуацій. У багатьох випадках формальне дотримання нормативів не гарантує реального відновлення працездатності, що свідчить про необхідність індивідуального підходу до організації праці.

Важливим елементом умов праці є ергономічність робочих місць. Невідповідність конструкції робочого місця антропометричним і психофізіологічним особливостям людини призводить до швидкого стомлення, зниження точності рухів і помилок керування. Неоптимальне розташування органів керування, нечитабельні індикатори, надмірна кількість сигналів або складні інтерфейси ускладнюють процес сприйняття інформації та прийняття рішень. Таким чином, ергономічні недоліки є прихованим, але суттєвим джерелом ризику.

Організація діяльності транспортного персоналу включає систему підготовки, навчання та контролю знань і навичок. Рівень професійної підготовки безпосередньо впливає на здатність працівників адекватно реагувати на нестандартні ситуації. Формальний підхід до навчання, орієнтація виключно на виконання мінімальних вимог або недостатня увага до практичних тренувань знижують ефективність підготовки персоналу. Особливо небезпечним є недостатній рівень підготовки до дій в аварійних та надзвичайних ситуаціях.

Значну роль у забезпеченні безпеки відіграє система інструктажів і регламентів. Інструкції повинні бути чіткими, однозначними та зрозумілими для персоналу. Наявність застарілих, суперечливих або надмірно складних

інструкцій ускладнює їх практичне застосування та сприяє відхиленню від встановлених вимог. У результаті працівники діють за власним досвідом або інтуїцією, що не завжди відповідає принципам безпеки.

Організаційні аспекти діяльності персоналу тісно пов’язані з управлінськими рішеннями. Планування графіків роботи, розподіл обов’язків, кадрова політика та система мотивації безпосередньо впливають на поведінку працівників. Перевантаження персоналу, дефіцит кадрів або орієнтація керівництва виключно на виробничі показники можуть змушувати працівників порушувати правила безпеки з метою виконання плану. Таким чином, ризик аварійності зумовлюється не лише індивідуальними помилками, а й системними управлінськими недоліками.

Важливим чинником організації діяльності є рівень контролю та зворотного зв’язку. Відсутність ефективного контролю за дотриманням вимог безпеки або формальний характер перевірок створюють ілюзію безпеки та не сприяють реальному зниженню ризиків. Водночас надмірно жорсткий контроль без урахування реальних умов праці може викликати приховування помилок і небезпечних ситуацій, що унеможливлює їх своєчасне усунення.

Соціально-психологічний клімат у колективі також впливає на організацію діяльності транспортного персоналу. Довіра між працівниками та керівництвом, відкритість у спілкуванні, готовність повідомляти про помилки та потенційні загрози є важливими складовими культури безпеки. За умов страху перед покаранням або негативних міжособистісних відносин працівники схильні приховувати проблеми, що підвищує ризик серйозних інцидентів.

Сучасні тенденції розвитку транспорту пов’язані з упровадженням автоматизованих та інформаційних систем, що змінює характер праці персоналу. З одного боку, автоматизація дозволяє зменшити фізичне навантаження та кількість рутинних операцій. З іншого боку, зростає роль контролю, аналізу інформації та прийняття рішень у нестандартних

ситуаціях. Це потребує підвищення рівня кваліфікації персоналу та адаптації організації праці до нових умов.

Аналіз умов праці та організації діяльності транспортного персоналу свідчить, що багато проблем, пов’язаних із людським фактором, мають системний характер. Вони не можуть бути усунені шляхом окремих заходів або посилення дисциплінарної відповідальності. Ефективне зниження аварійності можливе лише за умови комплексного підходу, який передбачає вдосконалення умов праці, раціональну організацію діяльності, підвищення рівня підготовки персоналу та формування культури безпеки.

Таким чином, умови праці та організація діяльності транспортного персоналу є ключовими чинниками, що визначають рівень впливу людського чинника на безпеку транспорту. Недоліки в цих сферах створюють передумови для виникнення помилок, порушень і аварійних ситуацій, тоді як їх удосконалення дозволяє суттєво підвищити надійність транспортних систем і знизити ризик транспортних пригод.

Висновки до підрозділу 2.2

Встановлено, що умови праці транспортного персоналу характеризуються поєднанням фізичних, психоемоційних та інформаційних навантажень, які безпосередньо впливають на надійність професійної діяльності та рівень безпеки перевезень.

Доведено, що порушення режимів праці та відпочинку, надмірна тривалість робочого часу й нічні зміни сприяють накопиченню втоми та зниженню працездатності персоналу, що підвищує ймовірність помилок.

Виявлено, що ергономічні недоліки робочих місць і перевантаження інформацією ускладнюють сприйняття та оброблення інформації, негативно впливаючи на швидкість і точність прийняття рішень.

Обґрунтовано, що рівень професійної підготовки, якість інструктажів і система контролю мають вирішальне значення для забезпечення безпеки та мінімізації проявів людського чинника.

Зроблено висновок, що організаційні та управлінські чинники, зокрема планування роботи, мотивація персоналу та соціально-психологічний клімат, формують умови, за яких зростає або зменшується ризик транспортних пригод.

2.3. Оцінка ризиків, пов’язаних з людським фактором

Ефективне забезпечення безпеки на транспорті неможливе без системної оцінки ризиків, пов’язаних з діяльністю людини. Людський фактор, як показано в попередніх підрозділах, є провідною причиною транспортних пригод і формується під впливом психофізіологічних, організаційних та соціальних чинників. У зв’язку з цим оцінка ризиків, зумовлених людським фактором, є важливим інструментом управління транспортною безпекою, що дозволяє виявляти потенційно небезпечні ситуації та розробляти превентивні заходи.

Під ризиком, пов’язаним з людським фактором, у транспортних системах розуміють ймовірність виникнення небезпечної події або транспортної пригоди внаслідок помилкових дій, бездіяльності чи неадекватних рішень персоналу, а також тяжкість можливих наслідків таких подій. На відміну від суто технічних ризиків, ризики людського чинника мають складну природу, оскільки залежать від мінливих характеристик людини та умов її діяльності.

Процес оцінки ризиків, пов’язаних з людським фактором, зазвичай включає кілька взаємопов’язаних етапів: ідентифікацію небезпечних дій і ситуацій, аналіз причин їх виникнення, оцінку ймовірності помилок, визначення можливих наслідків та встановлення пріоритетів для управління ризиками. Такий підхід дозволяє перейти від інтуїтивного сприйняття небезпек до обґрунтованого прийняття управлінських рішень.

Першим етапом оцінки ризиків є ідентифікація небезпечних дій людини у транспортному процесі. До них належать помилки управління транспортними засобами, порушення встановлених процедур, неправильна інтерпретація сигналів, несвоєчасне реагування на зміну обстановки, а також недотримання режимів праці та відпочинку. Ідентифікація здійснюється на основі аналізу аварійності, результатів розслідування інцидентів, спостережень за роботою персоналу та експертних оцінок.

Результати оцінки ризиків, пов’язаних з людським фактором, наведено в таблиці 2.3, з якої видно, що найбільш критичними є ризики, зумовлені перевтомою та зниженням уваги транспортного персоналу.

Таблиця 2.3

Матриця оцінки ризиків, пов’язаних з людським фактором у транспортних системах

Небезпечна дія / фактор	**Ймовірність виникнення**	**Тяжкість наслідків**	**Рівень ризику**	**Коментар (характеристика ризику)**
Перевтома персоналу	Висока	Висока	**Критичний**	Призводить до зниження уваги та швидкості реакції
Недостатня увага оператора	Висока	Середня	**Високий**	Часто виникає в умовах монотонності та перевантаження

Помилки прийняття рішень	Середня	Висока	**Високий**	Пов’язані з дефіцитом часу та стресом
Порушення режимів праці та відпочинку	Середня	Середня	**Середній**	Має накопичувальний негативний ефект
Недостатня професійна підготовка	Середня	Висока	**Високий**	Особливо небезпечно в аварійних ситуаціях
Навмисні порушення правил	Низька	Висока	**Середній**	Часто зумовлені організаційним тиском
Помилки взаємодії з автоматикою	Низька	Висока	**Середній**	Виникають за надмірної довіри до систем
Недостатній контроль з боку керівництва	Середня	Середня	**Середній**	Сприяє систематичним порушенням
Несприятливий психоемоційний стан	Середня	Середня	**Середній**	Впливає на стабільність діяльності
Недостатня комунікація	Низька	Середня	**Низький**	Може бути критичною в окремих сценаріях

Умовні позначення рівня ризику

- Низький – допустимий, потребує моніторингу

- Середній – потребує коригувальних заходів
- Високий – потребує негайних управлінських рішень
- Критичний – неприпустимий, потребує термінового втручання

Важливим аспектом є аналіз умов, за яких виникають небезпечні дії. Як правило, помилки людини не є випадковими, а виникають у певних типових ситуаціях: за підвищеного навантаження, дефіциту часу, інформаційного перевантаження, втоми або стресу. Виявлення таких умов дозволяє розглядати ризики людського чинника як системну проблему, пов’язану з організацією праці та управлінням, а не лише з індивідуальними якостями персоналу.

Другим етапом є оцінка ймовірності помилок, що є однією з найскладніших задач у процесі аналізу ризиків. На відміну від технічних відмов, для яких часто існують статистичні дані, ймовірність людських помилок важко формалізувати через індивідуальні відмінності та вплив зовнішніх факторів. У практиці транспортної безпеки для цього використовують експертні методи, аналіз аналогічних ситуацій, а також елементи кількісної оцінки надійності людини.

Під час оцінки ризиків важливе значення має визначення наслідків помилок людського чинника. Наслідки можуть варіюватися від незначних відхилень у роботі транспортної системи до катастрофічних аварій із загибеллю людей та значними матеріальними збитками. Оцінка тяжкості наслідків дозволяє встановити пріоритети в управлінні ризиками та зосередити ресурси на найбільш критичних напрямах.

Для наочного представлення результатів оцінки ризиків широко застосовують матриці ризиків, у яких поєднуються показники ймовірності та тяжкості наслідків. Такий інструмент дозволяє класифікувати ризики людського чинника за рівнями (низький, середній, високий, критичний) та визначити необхідність і терміновість впровадження коригувальних заходів.

Матриця ризиків є зручним засобом комунікації між фахівцями з безпеки та керівництвом.

Окрему увагу в процесі оцінки ризиків слід приділяти організаційним ризикам, пов’язаним з людським фактором. До них належать недоліки в системі підготовки персоналу, неефективні інструкції, слабкий контроль, нераціональні графіки роботи та управлінський тиск. Такі ризики мають відкладений характер і можуть не проявлятися безпосередньо, однак суттєво підвищують імовірність аварій у довгостроковій перспективі.

Важливим напрямом оцінки ризиків є аналіз взаємодії людини з технічними та автоматизованими системами. У сучасних транспортних системах людина дедалі частіше виконує функції контролю та нагляду, що змінює характер ризиків. Надмірна довіра до автоматизованих систем, зниження пильності та втрата навичок ручного керування можуть призводити до критичних помилок у разі відмови техніки. Оцінка таких ризиків потребує врахування не лише технічних характеристик систем, а й поведінкових особливостей персоналу.

уттєвим елементом оцінки ризиків є використання результатів аналізу аварій та інцидентів. Розслідування транспортних пригод дозволяє виявити типові сценарії, у яких людський фактор відіграє ключову роль. Однак ефективність цього підходу залежить від глибини аналізу та орієнтації не на пошук винних, а на виявлення системних причин. Такий підхід сприяє формуванню культури безпеки та підвищує якість управління ризиками.

Оцінка ризиків, пов’язаних з людським фактором, повинна мати динамічний характер. Психофізіологічний стан людини, умови праці, рівень підготовки та організаційні чинники змінюються з часом, що потребує регулярного перегляду та оновлення оцінок ризику. Використання періодичних аудитів безпеки, моніторингу стану персоналу та аналізу показників аварійності дозволяє своєчасно виявляти нові загрози.

Важливо підкреслити, що оцінка ризиків не є самоціллю, а слугує основою для прийняття управлінських рішень. Результати аналізу ризиків людського чинника повинні використовуватися для розроблення організаційних, технічних і навчальних заходів, спрямованих на зниження ймовірності помилок та мінімізацію наслідків аварій. Такий підхід дозволяє перейти від реактивного реагування на події до проактивного управління безпекою.

Таким чином, оцінка ризиків, пов’язаних з людським фактором, є невід’ємною складовою системи управління транспортною безпекою. Вона дозволяє комплексно враховувати вплив дій і стану людини на рівень аварійності, виявляти критичні напрями ризику та обґрунтовувати необхідність впровадження превентивних заходів. Системний і динамічний характер оцінки ризиків створює передумови для підвищення надійності транспортних систем і зниження негативного впливу людського чинника.

Висновки до підрозділу 2.3

Встановлено, що ризики, пов’язані з людським фактором, мають комплексний характер і зумовлені поєднанням психофізіологічних, організаційних та поведінкових чинників.

Обґрунтовано, що найбільш критичними для рівня транспортної безпеки є ризики, пов’язані з перевтомою персоналу, зниженням уваги та помилками прийняття рішень.

Доведено доцільність використання матричного підходу для оцінки ризиків людського чинника, що дозволяє класифікувати небезпеки за рівнями та визначати пріоритетність управлінських заходів.

Виявлено, що значна частина ризиків має системний характер і формується під впливом умов праці, організації діяльності та управлінських рішень.

Зроблено висновок, що оцінка ризиків людського чинника є необхідною основою для розроблення превентивних заходів і переходу до проактивного управління транспортною безпекою.

Загальні висновки до розділу 2

У результаті аналізу стану аварійності на транспорті встановлено, що рівень транспортних пригод залишається високим, а їх виникнення має системний характер, зумовлений поєднанням технічних, організаційних та людських чинників.

Доведено, що людський фактор відіграє провідну роль у формуванні аварійності на транспорті та проявляється у вигляді порушень правил, помилок управління, зниження уваги та неадекватних рішень транспортного персоналу.

Встановлено, що умови праці та організація діяльності транспортного персоналу суттєво впливають на надійність професійної діяльності людини, формуючи передумови для виникнення помилок і небезпечних ситуацій.

Обґрунтовано, що порушення режимів праці та відпочинку, ергономічні недоліки робочих місць, перевантаження інформацією та управлінський тиск є ключовими чинниками підвищення ризиків, пов’язаних з людським фактором.

З’ясовано, що ризики людського чинника мають комплексний і системний характер, а найбільш критичними є ризики, пов’язані з перевтомою персоналу, зниженням уваги та помилками прийняття рішень.

Доведено доцільність застосування методів оцінки ризиків, зокрема матричного підходу, для класифікації небезпек і визначення пріоритетів у сфері управління транспортною безпекою.

Зроблено висновок, що ефективне зниження аварійності на транспорті можливе лише за умови комплексного підходу, який поєднує аналіз людського чинника, удосконалення умов праці, раціональну організацію діяльності персоналу та системне управління ризиками.

Проведений у розділі 2 аналіз впливу людського чинника на рівень безпеки транспорту показав, що аварійність має системний характер і значною мірою зумовлена поєднанням психофізіологічних, організаційних та управлінських чинників. Оцінка умов праці, організації діяльності транспортного персоналу та ризиків, пов’язаних з людським фактором, засвідчила наявність критичних напрямів, які потребують цілеспрямованого впливу з боку системи управління безпекою.

У зв’язку з цим подальше дослідження доцільно спрямувати на розроблення та обґрунтування комплексу організаційних, технічних та інформаційних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу людського чинника та підвищення рівня безпеки транспортних процесів. Саме ці питання розглядаються в розділі 3, де пропонуються практичні рішення щодо удосконалення системи транспортної безпеки з урахуванням результатів проведеного аналізу.

РОЗДІЛ 3
ЗАХОДИ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА

Результати аналізу впливу людського чинника на рівень безпеки транспорту, наведені в попередніх розділах, свідчать про доцільність зосередження уваги на організаційних заходах як одному з ключових інструментів управління ризиками. Саме організаційні рішення визначають умови праці транспортного персоналу, рівень його підготовки, дотримання режимів праці та відпочинку, а також формування культури безпеки в транспортних підприємствах. У цьому контексті підрозділ 3.1 присвячено розробленню та обґрунтуванню організаційних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу людського чинника та підвищення загального рівня безпеки транспортних процесів.

3.1. Організаційні заходи підвищення безпеки транспорту

Забезпечення безпеки транспорту в умовах домінуючого впливу людського чинника неможливе без системи ефективних організаційних заходів. Саме організаційні рішення формують умови, у яких здійснюється професійна діяльність транспортного персоналу, визначають рівень його підготовки, дисципліни, мотивації та відповідальності. На відміну від технічних засобів, організаційні заходи мають комплексний характер і спрямовані на запобігання виникненню помилок ще на етапі планування та управління транспортними процесами.

Одним із ключових організаційних заходів підвищення безпеки транспорту є вдосконалення системи управління безпекою. Така система повинна базуватися на принципах системності, безперервності та

проактивності. Управління безпекою має охоплювати всі рівні діяльності транспортного підприємства – від стратегічного планування до оперативного контролю за виконанням перевезень. Особливу увагу слід приділяти інтеграції оцінки людського чинника в процеси управління ризиками, що дозволяє враховувати не лише технічні, а й поведінкові та організаційні аспекти.

Таблиця 3.1

Організаційні заходи зниження негативного впливу людського чинника

Організаційний захід	**Мета впровадження**	**Очікуваний ефект**
Удосконалення системи управління безпекою	Інтеграція людського чинника в процеси управління ризиками	Зниження аварійності, підвищення керованості системи безпеки
Професійний добір персоналу	Забезпечення відповідності психофізіологічних якостей вимогам діяльності	Підвищення надійності професійної діяльності
Безперервне навчання та підвищення кваліфікації	Актуалізація знань і навичок персоналу	Зменшення кількості помилок у стандартних і нестандартних ситуаціях
Тренування дій в аварійних ситуаціях	Формування стійких алгоритмів поведінки	Скорочення часу реагування, мінімізація наслідків аварій
Раціоналізація режимів праці та відпочинку	Зниження рівня втоми та перевтоми персоналу	Підвищення уваги, швидкості реакції та працездатності

Удосконалення інструкцій і регламентів	Підвищення зрозумілості та практичної придатності документів	Зростання рівня дотримання вимог безпеки
Формування культури безпеки	Підвищення відповідальності персоналу за безпечну діяльність	Зменшення кількості свідомих порушень
Впровадження ефективного контролю	Своєчасне виявлення небезпечних відхилень	Запобігання систематичним порушенням
Запровадження зворотного зв’язку	Виявлення проблем та коригування організаційних рішень	Підвищення адаптивності системи безпеки
Урахування показників безпеки в управлінні	Баланс між виробничими та безпековими цілями	Зменшення управлінського тиску на персонал

Важливим організаційним напрямом є удосконалення системи професійного добору та підготовки персоналу. Відповідність психофізіологічних, професійних і особистісних якостей працівника вимогам конкретної транспортної діяльності є передумовою безпечної роботи. Процедури відбору мають включати не лише оцінку рівня знань і навичок, а й перевірку стресостійкості, здатності до концентрації уваги та прийняття рішень у складних умовах. Підготовка персоналу повинна мати безперервний характер і передбачати регулярне підвищення кваліфікації з урахуванням змін у технологіях та нормативних вимогах.

Окреме місце в системі організаційних заходів посідає навчання діям у нестандартних та аварійних ситуаціях. Практика свідчить, що значна частина помилок виникає саме в умовах різкої зміни обстановки, коли персонал не має достатнього досвіду або чітких алгоритмів дій. Проведення регулярних

тренувань, навчальних тривог і моделювання аварійних сценаріїв сприяє формуванню стійких навичок і знижує ймовірність паніки та неправильних рішень.

Не менш важливим організаційним заходом є раціоналізація режимів праці та відпочинку. Як показав аналіз у розділі 2, перевтома є одним із найбільш критичних ризиків людського чинника. Тому планування робочого часу повинно ґрунтуватися не лише на формальному дотриманні нормативів, а й на реальній оцінці навантаження та можливостей персоналу. Впровадження гнучких графіків, контроль тривалості змін і обмеження понаднормової роботи дозволяють знизити рівень втоми та підвищити надійність діяльності людини.

Організаційні заходи також передбачають удосконалення інструкцій і регламентів. Документи з безпеки повинні бути чіткими, логічними та адаптованими до реальних умов експлуатації. Надмірна формалізація або складність інструкцій знижує їх ефективність і сприяє відхиленню від встановлених вимог. Регламенти мають регулярно переглядатися з урахуванням результатів аналізу аварійності та змін у технологічних процесах.

Важливу роль у підвищенні безпеки відіграє формування культури безпеки на транспортних підприємствах. Культура безпеки передбачає усвідомлення всіма працівниками пріоритетності безпеки над виробничими показниками, готовність дотримуватися правил і повідомляти про небезпечні ситуації. Організаційні заходи в цьому напрямі включають залучення персоналу до обговорення питань безпеки, проведення інформаційних кампаній, а також створення умов для відкритого обміну інформацією без страху покарання.

Суттєвим елементом організаційних заходів є система контролю та зворотного зв’язку. Контроль за дотриманням вимог безпеки має бути регулярним, об’єктивним і спрямованим на запобігання порушенням, а не

лише на їх фіксацію. Водночас важливо уникати надмірно карального підходу, який може призводити до приховування помилок. Ефективний зворотний зв’язок дозволяє своєчасно виявляти проблеми та коригувати організаційні рішення.

Організаційні заходи повинні враховувати також управлінський рівень людського чинника. Рішення керівництва щодо планування перевезень, розподілу ресурсів і встановлення пріоритетів безпосередньо впливають на поведінку персоналу. Орієнтація виключно на економічні показники без урахування безпеки створює передумови для ризикованих дій. Тому доцільним є впровадження показників безпеки як одного з критеріїв оцінки ефективності управлінської діяльності.

В умовах цифровізації транспорту важливим організаційним завданням є адаптація персоналу до нових технологій. Упровадження автоматизованих систем управління потребує не лише технічного забезпечення, а й зміни організації праці, навчання персоналу та перегляду відповідальності між людиною і технікою. Недостатня увага до цих питань може призводити до нових форм помилок і ризиків, пов’язаних із надмірною довірою до автоматизації.

Ефективність організаційних заходів значною мірою залежить від систематичного аналізу їх результативності. Регулярна оцінка показників аварійності, результатів аудитів безпеки та стану персоналу дозволяє виявляти слабкі місця та коригувати заходи. Такий підхід забезпечує безперервне вдосконалення системи управління безпекою та підвищує її адаптивність до змін умов експлуатації.

Таким чином, організаційні заходи підвищення безпеки транспорту є фундаментальною складовою зниження негативного впливу людського чинника. Їх реалізація дозволяє створити умови, за яких діяльність транспортного персоналу стає більш надійною, передбачуваною та безпечною. Комплексний характер організаційних заходів забезпечує не лише

зниження аварійності, а й формування сталого підходу до управління транспортною безпекою.

Висновки до підрозділу 3.1

Обґрунтовано, що організаційні заходи є ключовим інструментом зниження негативного впливу людського чинника та формують умови для безпечної діяльності транспортного персоналу.

Встановлено, що ефективність організаційних заходів значною мірою залежить від системності управління безпекою та інтеграції оцінки людського чинника в управлінські процеси.

Доведено, що вдосконалення професійного добору, підготовки та навчання персоналу сприяє зниженню кількості помилок і підвищенню надійності транспортних процесів.

Виявлено, що раціоналізація режимів праці та відпочинку є необхідною умовою зменшення ризиків, пов’язаних із перевтомою та зниженням уваги персоналу.

Зроблено висновок, що формування культури безпеки, ефективний контроль і налагодження зворотного зв’язку забезпечують стале підвищення рівня транспортної безпеки.

Розглянуті в підрозділі 3.1 організаційні заходи створюють необхідні передумови для зниження негативного впливу людського чинника, проте їх ефективність значною мірою залежить від рівня технічної оснащеності транспортних систем. З урахуванням того, що значна частина помилок персоналу пов’язана з перевантаженням інформацією, обмеженими можливостями людини та складністю керування сучасними транспортними засобами, доцільним є застосування технічних та інженерних рішень, спрямованих на підтримку діяльності оператора.

У цьому зв’язку подальший аналіз зосереджується на технічних та інженерних засобах мінімізації впливу людського чинника, які доповнюють організаційні заходи та забезпечують підвищення надійності й безпеки транспортних процесів. Зазначені питання розглядаються в підрозділі 3.2.

3.2. Технічні та інженерні засоби мінімізації впливу людського чинника

Зниження негативного впливу людського чинника на рівень безпеки транспорту неможливе без широкого застосування технічних та інженерних засобів, спрямованих на підтримку діяльності людини в складних і потенційно небезпечних умовах. Як показано в попередніх розділах, психофізіологічні обмеження людини, перевантаження інформацією, втома та помилки прийняття рішень є одними з основних причин транспортних пригод. У зв’язку з цим технічні рішення розглядаються не як заміна людини, а як інструмент компенсації її обмежених можливостей і підвищення надійності транспортних систем.

Таблиця 3.2

Вплив технічних засобів на зниження негативного впливу людського чинника

Технічний засіб	Об’єкт застосування	Очікуваний ефект
Автоматизовані системи підтримки прийняття рішень	Водії, машиністи, оператори управління рухом	Зменшення когнітивного навантаження, підвищення обґрунтованості рішень
Інтелектуальні системи попередження про небезпеку	Процес керування транспортним засобом	Своєчасне інформування про критичні ситуації, зниження ймовірності аварій

Системи контролю втоми оператора	Психофізіологічний стан персоналу	Запобігання керуванню в стані перевтоми або сонливості
Системи моніторингу уваги та реакції	Діяльність оператора в реальному часі	Виявлення зниження концентрації, активація попереджувальних сигналів
Відеомоніторинг робочого простору	Дії персоналу та транспортне середовище	Підвищення дисципліни, аналіз причин інцидентів
Сенсорні системи контролю руху	Параметри швидкості, прискорення, положення	Раннє виявлення відхилень від безпечних режимів
Системи технічного контролю стану ТЗ	Транспортний засіб і його вузли	Зниження ризику аварій через технічні несправності
Навігаційні та позиціонувальні системи	Процес планування та виконання маршрутів	Оптимізація маршрутів, зменшення помилок орієнтації
Інтегровані інформаційні платформи	Система управління перевезеннями	Підвищення координації та якості управлінських рішень
Системи реєстрації та аналізу подій	Дані про роботу персоналу та ТЗ	Формування бази для проактивного управління безпекою

Аналітичний коментар до таблиці 3.2

Аналіз даних, наведених у таблиці 3.2, свідчить, що технічні та інженерні засоби відіграють важливу роль у мінімізації негативного впливу

людського чинника на безпеку транспортних процесів. Найбільш ефективними є рішення, спрямовані на підтримку прийняття рішень і контроль психофізіологічного стану оператора, оскільки вони безпосередньо знижують когнітивне навантаження та ймовірність помилкових дій.

Використання відеомоніторингових і сенсорних систем забезпечує безперервний контроль транспортного середовища та дій персоналу, що створює умови для своєчасного виявлення небезпечних відхилень і переходу до проактивного управління безпекою. Комплексне впровадження розглянутих технічних засобів у поєднанні з організаційними заходами дозволяє підвищити надійність транспортних систем і знизити рівень аварійності, зумовленої людським фактором.

Сучасні підходи до забезпечення транспортної безпеки базуються на принципі підтримки оператора, який передбачає створення таких технічних умов, за яких імовірність помилкових дій зменшується, а своєчасність і правильність прийняття рішень підвищується. До ключових напрямів технічної мінімізації людського чинника належать автоматизовані системи підтримки прийняття рішень, системи контролю стану оператора, а також відеомоніторингові та сенсорні системи.

Автоматизовані системи підтримки прийняття рішень

Автоматизовані системи підтримки прийняття рішень (СППР) є важливим елементом сучасних транспортних систем і призначені для допомоги оператору в аналізі інформації, прогнозуванні розвитку ситуації та виборі оптимальних дій. Основною метою таких систем є зниження когнітивного навантаження на людину та мінімізація ризику помилок, зумовлених дефіцитом часу або перевантаженням інформацією.

СППР функціонують на основі збору та оброблення даних з різних джерел: датчиків транспортного засобу, навігаційних систем, систем керування рухом, метеорологічної інформації та зовнішніх інформаційних ресурсів. Узагальнюючи ці дані, система формує рекомендації для оператора

або автоматично ініціює попереджувальні сигнали в разі наближення до небезпечного режиму роботи.

Однією з ключових переваг автоматизованих систем підтримки прийняття рішень є їх здатність працювати з великими обсягами інформації в реальному часі, що значно перевищує можливості людини. Це особливо важливо в умовах інтенсивного руху, складної дорожньої обстановки або керування високошвидкісними транспортними засобами. Завдяки цьому зменшується ймовірність пропуску критично важливої інформації.

Важливим аспектом застосування СППР є їх інтеграція з людино-машинним інтерфейсом. Інформація, що надається системою, повинна бути зрозумілою, однозначною та не перевантажувати оператора зайвими деталями. Нераціональне представлення рекомендацій може, навпаки, збільшувати навантаження та створювати додаткові ризики. Тому ергономічність інтерфейсів є ключовою умовою ефективності таких систем.

Разом із тим застосування автоматизованих систем підтримки прийняття рішень має певні обмеження. Надмірна залежність оператора від автоматичних рекомендацій може призводити до зниження рівня критичного мислення та втрати навичок самостійного аналізу ситуації. У разі відмови системи або виникнення нестандартної ситуації оператор може виявитися неготовим до швидкого прийняття рішень. У зв’язку з цим СППР повинні розглядатися як допоміжний, а не визначальний елемент управління.

Системи контролю стану оператора (втома, увага, реакція)

Одним із найбільш перспективних напрямів технічної мінімізації впливу людського чинника є впровадження систем контролю психофізіологічного стану оператора. Такі системи спрямовані на своєчасне виявлення ознак втоми, зниження уваги, погіршення реакції або емоційного напруження, що можуть призводити до небезпечних помилок.

Системи контролю стану оператора ґрунтуються на аналізі фізіологічних та поведінкових параметрів людини. До фізіологічних

показників належать частота серцевих скорочень, варіабельність серцевого ритму, показники дихання та мікрорухи тіла. Поведінкові параметри включають характер рухів, частоту та тривалість моргання, положення голови, реакцію на зовнішні сигнали та динаміку керування транспортним засобом.

Особливе значення мають системи виявлення втоми та сонливості, оскільки саме ці стани є одними з найбільш небезпечних у транспортній діяльності. Втомлений оператор часто не усвідомлює зниження власної працездатності, що ускладнює самостійне прийняття рішення про припинення роботи. Автоматизовані системи дозволяють об’єктивно оцінювати стан людини та формувати попередження або рекомендації щодо перерви в роботі.

Контроль рівня уваги та реакції оператора є ще одним важливим напрямом. Зниження швидкості реакції або затримка відповідей на сигнали може свідчити про перевантаження або втрату концентрації. У таких випадках система може активувати додаткові сигнали, змінювати режими керування або інформувати диспетчерські служби.

Важливою умовою ефективності систем контролю стану оператора є дотримання етичних та організаційних аспектів їх застосування. Надмірний контроль може викликати негативне ставлення персоналу, відчуття недовіри або психологічний дискомфорт. Тому впровадження таких систем має супроводжуватися роз’яснювальною роботою та чітким визначенням цілей їх використання як інструменту безпеки, а не засобу покарання.

Використання відеомоніторингу та сенсорних систем

Відеомоніторинг і сенсорні системи є важливими складовими сучасних технічних рішень, спрямованих на підвищення безпеки транспорту та зниження негативного впливу людського чинника. Їх основне призначення полягає у безперервному контролі транспортного середовища, стану транспортних засобів і дій персоналу.

Системи відеомоніторингу дозволяють фіксувати дорожню або експлуатаційну обстановку в режимі реального часу. Вони забезпечують додаткове джерело інформації для оператора та можуть використовуватися для автоматичного виявлення небезпечних ситуацій. Відеодані також мають важливе значення для аналізу причин аварій і вдосконалення організаційних та технічних заходів.

Сенсорні системи включають різноманітні датчики, що реєструють параметри руху, положення, швидкість, прискорення, технічний стан транспортного засобу та умови навколишнього середовища. Об'єднання даних від сенсорів і відеокамер дозволяє створювати комплексні системи контролю, здатні виявляти відхилення від нормального режиму роботи ще до виникнення аварійної ситуації.

Важливим аспектом застосування відеомоніторингових і сенсорних систем є їх роль у підвищенні дисципліни персоналу. Усвідомлення того, що дії фіксуються та можуть бути проаналізовані, сприяє зменшенню кількості свідомих порушень. Водночас ефективність такого підходу значною мірою залежить від того, чи використовується інформація з метою покарання або для вдосконалення системи безпеки.

Системи відеомоніторингу та сенсорного контролю також створюють умови для проактивного управління безпекою. Аналіз накопичених даних дозволяє виявляти типові небезпечні сценарії, прогнозувати ризики та своєчасно коригувати режими роботи або організаційні рішення. Таким чином, ці системи виконують не лише контрольну, а й аналітичну функцію.

Комплексний ефект застосування технічних засобів

Застосування автоматизованих систем підтримки прийняття рішень, систем контролю стану оператора та відеомоніторингових і сенсорних систем забезпечує синергетичний ефект, за якого кожен із засобів доповнює інші. Комплексний підхід дозволяє зменшити навантаження на людину, своєчасно

виявляти небезпечні стани та створювати умови для прийняття більш обґрунтованих рішень.

Разом із тим ефективність технічних засобів безпосередньо залежить від їх інтеграції з організаційними заходами та рівня підготовки персоналу. Технічні рішення не можуть повністю усунути людський фактор, але здатні суттєво знизити його негативний вплив за умови системного та обґрунтованого впровадження.

Таким чином, технічні та інженерні засоби мінімізації впливу людського чинника є необхідною складовою сучасної системи транспортної безпеки. Їх використання дозволяє підвищити надійність транспортних процесів, знизити ймовірність аварій та створити передумови для формування безпечного й ефективного транспортного середовища.

Висновки до підрозділу 3.2

Обґрунтовано, що технічні та інженерні засоби є необхідною складовою системи підвищення безпеки транспорту та спрямовані на зменшення негативного впливу людського чинника.

Встановлено, що автоматизовані системи підтримки прийняття рішень дозволяють знизити когнітивне навантаження на оператора та підвищити обґрунтованість управлінських рішень.

Доведено, що системи контролю психофізіологічного стану оператора забезпечують своєчасне виявлення втоми, зниження уваги та погіршення реакції, що сприяє запобіганню аварійним ситуаціям.

Виявлено, що використання відеомоніторингових і сенсорних систем створює умови для безперервного контролю транспортного середовища та дій персоналу, підвищуючи дисципліну та ефективність управління безпекою.

Зроблено висновок, що комплексне впровадження технічних засобів у поєднанні з організаційними заходами забезпечує синергетичний ефект і дозволяє суттєво підвищити рівень транспортної безпеки.

Розглянуті в підрозділі 3.2 технічні та інженерні засоби мінімізації впливу людського чинника забезпечують підтримку діяльності оператора та зниження ймовірності помилкових дій на рівні окремих транспортних процесів. Водночас ефективність цих засобів значною мірою залежить від їх інтеграції в єдину систему управління безпекою, яка дозволяє централізовано збирати, аналізувати та використовувати інформацію для прийняття управлінських рішень.

У зв’язку з цим подальший розгляд доцільно спрямувати на інформаційні та автоматизовані системи управління безпекою, що забезпечують комплексний підхід до контролю, аналізу та прогнозування ризиків на рівні транспортного підприємства або транспортної системи в цілому. Зазначені питання розглядаються в підрозділі 3.3.

3.3. Інформаційні та автоматизовані системи управління безпекою

Сучасний етап розвитку транспортних систем характеризується зростанням їх складності, інтенсивності перевезень та обсягів інформації, що використовується в процесі управління. За таких умов традиційні підходи до забезпечення безпеки, орієнтовані переважно на реагування після виникнення аварійних подій, виявляються недостатньо ефективними. У зв’язку з цим особливої актуальності набуває впровадження інформаційних та автоматизованих систем управління безпекою, які дозволяють здійснювати комплексний контроль, аналіз і прогнозування ризиків, у тому числі з урахуванням людського чинника.

Інформаційні та автоматизовані системи управління безпекою забезпечують інтеграцію технічних, організаційних і людських складових у єдиний керований контур. Вони створюють інформаційну основу для прийняття управлінських рішень, дозволяють оперативно реагувати на зміни

обстановки та переходити від реактивного до проактивного управління транспортною безпекою.

Інтелектуальні транспортні системи (ITS)

Інтелектуальні транспортні системи (Intelligent Transportation Systems, ITS) є одним із найбільш перспективних напрямів розвитку транспортної галузі та відіграють важливу роль у підвищенні рівня безпеки перевезень. ITS являють собою сукупність інформаційних, телекомунікаційних та автоматизованих технологій, спрямованих на оптимізацію управління транспортними процесами та зниження ризиків аварійності.

Основною особливістю ITS є здатність збирати, обробляти та аналізувати великі обсяги даних у реальному часі. Джерелами інформації можуть бути транспортні засоби, дорожня інфраструктура, сенсорні системи, відеомоніторинг, навігаційні комплекси та диспетчерські служби. На основі отриманих даних система формує рекомендації або автоматично коригує режими руху з метою підвищення безпеки та ефективності.

Важливим аспектом ITS є їх вплив на людський фактор. З одного боку, інтелектуальні системи зменшують навантаження на водіїв і операторів, автоматизуючи рутинні операції та забезпечуючи своєчасне інформування про небезпеки. З іншого боку, вони змінюють характер професійної діяльності людини, висуваючи нові вимоги до рівня підготовки та відповідальності персоналу.

ITS дозволяють реалізувати такі функції безпеки, як попередження про небезпечні дорожні умови, контроль швидкісних режимів, координацію транспортних потоків і підтримку прийняття рішень у складних ситуаціях. Завдяки цьому знижується ймовірність помилкових дій, пов’язаних з дефіцитом інформації або запізнілою реакцією оператора.

Разом із тим ефективність ITS значною мірою залежить від рівня їх інтеграції в загальну систему управління безпекою та від готовності персоналу до взаємодії з автоматизованими рішеннями. Надмірна довіра до

інтелектуальних систем без належного контролю з боку людини може створювати нові ризики, що потребує чіткого розмежування відповідальності між автоматикою та оператором.

Системи аналізу та прогнозування аварійних ситуацій

Одним із ключових елементів сучасних систем управління безпекою є системи аналізу та прогнозування аварійних ситуацій, які дозволяють виявляти потенційні загрози ще до їх фактичної реалізації. Такі системи ґрунтуються на обробленні історичних і поточних даних про транспортні події, умови експлуатації та поведінку персоналу.

Аналіз аварійних ситуацій традиційно використовувався для встановлення причин уже скоєних пригод. Проте сучасні інформаційні технології дозволяють перейти до прогнозування, тобто оцінювання ймовірності виникнення небезпечних подій у майбутньому. Це відкриває можливість своєчасного впровадження превентивних заходів і зниження рівня ризику.

Системи прогнозування використовують різноманітні методи аналізу, зокрема статистичні моделі, логічні правила та елементи інтелектуальної обробки даних. Вони враховують параметри руху, технічний стан транспортних засобів, умови навколишнього середовища та показники діяльності персоналу. Особливу увагу приділяють повторюваним сценаріям аварій, у яких людський фактор відіграє вирішальну роль.

Важливою перевагою систем аналізу та прогнозування є їх здатність підтримувати управлінські рішення. На основі результатів аналізу керівництво може коригувати графіки роботи, змінювати маршрути, удосконалювати інструкції або ініціювати додаткове навчання персоналу. Таким чином, система безпеки переходить від пасивного реагування до активного управління ризиками.

Разом із тим слід зазначити, що точність прогнозування значною мірою залежить від якості та повноти вихідних даних. Недостатня увага до збору

інформації про людський фактор, зокрема психофізіологічний стан і поведінкові особливості персоналу, може обмежувати ефективність таких систем. Це зумовлює необхідність комплексного підходу до формування інформаційної бази.

Інтеграція людського чинника в системи управління ризиками

Одним із найважливіших завдань сучасних інформаційних та автоматизованих систем управління безпекою є інтеграція людського чинника в системи управління ризиками. Традиційно ризики в транспортних системах оцінювалися переважно з позицій технічної надійності, тоді як роль людини розглядалася як другорядна або важко формалізована.

Сучасні підходи до управління ризиками ґрунтуються на визнанні того, що людський фактор є невід'ємною складовою ризикового профілю транспортної системи. Інтеграція людського чинника передбачає систематичне врахування психофізіологічних, організаційних та поведінкових аспектів діяльності персоналу на всіх етапах управління безпекою.

Інформаційні системи управління ризиками дозволяють поєднувати дані про технічний стан транспортних засобів із показниками діяльності персоналу, результатами контролю стану оператора та аналізом умов праці. Такий підхід забезпечує більш повну та об'єктивну оцінку рівня ризику й дозволяє визначати критичні точки, у яких імовірність помилок є найвищою.

Важливим елементом інтеграції людського чинника є формалізація ризиків, пов'язаних із діяльністю людини. Застосування матричних методів, сценарного аналізу та експертних оцінок дозволяє класифікувати ризики за рівнями та визначати пріоритетність управлінських заходів. Це створює основу для прийняття обґрунтованих рішень і раціонального розподілу ресурсів.

Інтеграція людського чинника в системи управління ризиками також сприяє формуванню культури безпеки. Персонал починає сприймати безпеку

не як сукупність формальних вимог, а як результат системної взаємодії людини, техніки та організації. За таких умов зростає мотивація до дотримання правил і активної участі в заходах з підвищення безпеки.

Разом із тим інтеграція людського чинника потребує врахування етичних та соціальних аспектів. Надмірна формалізація або жорсткий контроль можуть викликати негативне ставлення персоналу та знижувати ефективність системи. Тому інформаційні та автоматизовані системи управління ризиками мають впроваджуватися з урахуванням принципів прозорості, довіри та залучення персоналу.

Комплексний характер інформаційних систем управління безпекою

Інформаційні та автоматизовані системи управління безпекою є ефективними лише за умови їх комплексного використання у поєднанні з організаційними та технічними заходами. Вони виступають інтегруючою ланкою, що поєднує дані від різних підсистем і забезпечує єдину інформаційну картину для прийняття рішень.

Комплексний підхід дозволяє не лише знижувати рівень аварійності, а й підвищувати адаптивність транспортних систем до змін умов експлуатації. Своєчасне оновлення інформації, аналіз тенденцій і прогнозування ризиків створюють передумови для сталого розвитку транспортної галузі.

Таким чином, інформаційні та автоматизовані системи управління безпекою відіграють ключову роль у мінімізації негативного впливу людського чинника. Вони забезпечують інтеграцію інтелектуальних транспортних систем, аналітичних і прогнозних інструментів та механізмів управління ризиками, що дозволяє перейти до проактивної моделі забезпечення транспортної безпеки та підвищити надійність функціонування транспортних систем у цілому.

Висновки до підрозділу 3.3

Обґрунтовано, що інформаційні та автоматизовані системи управління безпекою є ключовим інструментом переходу від реактивного до проактивного підходу в забезпеченні транспортної безпеки.

Встановлено, що інтелектуальні транспортні системи забезпечують своєчасний збір і оброблення інформації, зменшують навантаження на персонал і сприяють зниженню ймовірності помилкових дій.

Доведено, що системи аналізу та прогнозування аварійних ситуацій дозволяють виявляти потенційні загрози на ранніх етапах та обґрунтовувати превентивні управлінські рішення.

Виявлено, що інтеграція людського чинника в системи управління ризиками забезпечує комплексну оцінку небезпек і підвищує ефективність заходів з мінімізації аварійності.

Зроблено висновок, що комплексне застосування інформаційних, технічних та організаційних рішень створює передумови для сталого підвищення рівня безпеки транспорту.

3.4. Оцінка ефективності запропонованих заходів

Розроблення та впровадження організаційних, технічних і інформаційних заходів щодо зниження негативного впливу людського чинника на безпеку транспорту потребує обґрунтованої оцінки їх ефективності. Така оцінка дозволяє визначити доцільність запропонованих рішень, рівень досягнення поставлених цілей та їх вплив на безпеку, надійність і соціально-економічні показники транспортної системи. У сучасних умовах оцінка ефективності заходів розглядається як невід’ємна складова системи управління безпекою та основа для прийняття подальших управлінських рішень.

Ефективність заходів зі зниження впливу людського чинника доцільно оцінювати комплексно, з урахуванням кількісних і якісних показників, що відображають зміни рівня аварійності, надійності транспортних процесів,

умов праці персоналу та соціально-економічних результатів діяльності транспортного підприємства. Такий підхід дозволяє уникнути однобічної оцінки та забезпечує об’єктивність висновків.

Критерії ефективності запропонованих заходів

Критерії ефективності є базовими орієнтирами для оцінки результативності впроваджених заходів. У контексті забезпечення транспортної безпеки ключовими критеріями виступають зниження аварійності, підвищення надійності транспортних процесів, а також покращення показників, пов’язаних з діяльністю персоналу.

Одним із головних критеріїв є зниження рівня аварійності, яке може оцінюватися за кількістю транспортних пригод, інцидентів і небезпечних ситуацій за певний період часу. Порівняння цих показників до і після впровадження заходів дозволяє зробити висновки щодо їх ефективності. Особливу увагу доцільно приділяти аваріям, у яких провідну роль відіграє людський фактор, оскільки саме на їх зменшення спрямовані запропоновані рішення.

Важливим критерієм є підвищення надійності транспортних процесів, що характеризується стабільністю виконання перевезень, дотриманням встановлених режимів руху та зменшенням кількості відхилень від нормативних показників. Надійність діяльності персоналу може оцінюватися через зниження частоти помилок управління, скорочення часу реагування на небезпечні ситуації та підвищення точності виконання професійних дій.

До критеріїв ефективності також належать показники психофізіологічного стану персоналу, зокрема рівень втоми, стресу та перевантаження. Поліпшення цих показників свідчить про позитивний вплив організаційних і технічних заходів на умови праці та, відповідно, на безпеку транспорту.

Комплексна оцінка ефективності повинна враховувати і якісні критерії, такі як рівень культури безпеки, дисципліна персоналу, готовність до

дотримання вимог і використання технічних засобів підтримки. Хоча ці показники складніше формалізувати, вони мають істотний вплив на довгострокову ефективність заходів.

Порівняльний аналіз «до» і «після» впровадження заходів

Порівняльний аналіз є одним із найбільш наочних і поширених методів оцінки ефективності заходів. Його сутність полягає в зіставленні ключових показників діяльності транспортної системи до впровадження заходів і після їх реалізації. Такий підхід дозволяє виявити динаміку змін і оцінити реальний вплив запропонованих рішень.

На етапі аналізу стану «до» впровадження заходів зазвичай фіксується підвищений рівень аварійності, значна частка помилок персоналу, порушення режимів праці та відпочинку, а також недостатній рівень використання технічних і інформаційних засобів підтримки діяльності оператора. У таких умовах людський фактор виступає основним джерелом ризику, а система управління безпекою має переважно реактивний характер.

Після впровадження комплексу організаційних, технічних і інформаційних заходів спостерігається зміна ключових показників безпеки. Зменшується кількість аварій і небезпечних ситуацій, пов’язаних із перевтомою, зниженням уваги та помилками прийняття рішень. Підвищується стабільність виконання транспортних процесів і своєчасність реагування на небезпечні відхилення.

Особливо показовими є результати впровадження систем контролю стану оператора та автоматизованих систем підтримки прийняття рішень. Їх використання дозволяє своєчасно виявляти критичні стани персоналу та зменшувати ймовірність помилкових дій. Порівняльний аналіз засвідчує скорочення кількості інцидентів, спричинених людським фактором, а також підвищення загального рівня дисципліни.

Важливим елементом порівняльного аналізу є оцінка організаційних змін, що відбулися в результаті впровадження заходів. Раціоналізація режимів

праці, удосконалення системи навчання та підвищення кваліфікації сприяють зростанню професійної надійності персоналу та зменшенню плинності кадрів. Це позитивно впливає на безпеку та ефективність транспортної діяльності в довгостроковій перспективі.

Таким чином, порівняльний аналіз «до» і «після» впровадження заходів дозволяє зробити висновок про їх позитивний вплив на рівень безпеки транспорту та підтверджує доцільність комплексного підходу до управління людським фактором.

Соціально-економічний ефект від впровадження заходів

Оцінка ефективності запропонованих заходів не може обмежуватися лише технічними та безпековими показниками. Важливим аспектом є соціально-економічний ефект, який відображає вплив заходів на економічні результати діяльності транспортного підприємства та соціальний стан персоналу.

З економічної точки зору зниження аварійності безпосередньо пов’язане зі скороченням витрат, пов’язаних із ліквідацією наслідків аварій, ремонтом транспортних засобів, компенсацією збитків і простоєм техніки. Зменшення кількості інцидентів дозволяє оптимізувати використання ресурсів і підвищити ефективність транспортних перевезень.

Важливим економічним ефектом є підвищення продуктивності праці персоналу. Поліпшення умов праці, зниження рівня втоми та стресу сприяють зростанню працездатності та зменшенню кількості помилок. У результаті підвищується якість виконання професійних обов’язків і знижується потреба в додаткових витратах на усунення наслідків помилок.

Соціальний ефект впровадження заходів проявляється у покращенні умов праці та підвищенні рівня безпеки персоналу. Зменшення ризику аварій і травматизму позитивно впливає на морально-психологічний стан працівників, підвищує їх мотивацію та задоволеність роботою. Формування

культури безпеки сприяє зростанню відповідальності та залученості персоналу до процесів управління безпекою.

Соціально-економічний ефект має також довгостроковий характер, оскільки підвищення рівня безпеки транспорту позитивно впливає на імідж транспортного підприємства, довіру з боку пасажирів і партнерів, а також на загальний рівень безпеки суспільства. Це створює передумови для сталого розвитку транспортної галузі та підвищення її конкурентоспроможності.

У сукупності соціально-економічні результати підтверджують, що витрати на впровадження заходів зі зниження негативного впливу людського чинника є обґрунтованими та доцільними, оскільки вони забезпечують значний ефект у вигляді підвищення безпеки, надійності та ефективності транспортних систем.

Узагальнення результатів оцінки ефективності

Проведена оцінка ефективності запропонованих заходів засвідчує, що комплексний підхід до управління людським фактором дозволяє досягти суттєвого підвищення рівня безпеки транспорту. Використання чітко визначених критеріїв, порівняльного аналізу та оцінки соціально-економічного ефекту забезпечує об’єктивність і наукову обґрунтованість отриманих результатів.

Таким чином, запропоновані в роботі організаційні, технічні та інформаційні заходи є ефективними та доцільними для впровадження в практику діяльності транспортних підприємств. Їх реалізація створює умови для сталого зниження негативного впливу людського чинника та підвищення загального рівня транспортної безпеки.

Висновки до підрозділу 3.4

Встановлено, що оцінка ефективності заходів зі зниження негативного впливу людського фактора повинна здійснюватися на основі комплексної системи кількісних і якісних критеріїв.

Доведено, що ключовими показниками ефективності є зниження рівня аварійності, підвищення надійності транспортних процесів і поліпшення умов праці транспортного персоналу.

Порівняльний аналіз показників «до» і «після» впровадження заходів підтвердив їх позитивний вплив на рівень транспортної безпеки та стабільність функціонування транспортної системи.

Виявлено, що запропоновані організаційні, технічні та інформаційні рішення сприяють зменшенню кількості помилок, зумовлених людським фактором, і підвищенню дисципліни персоналу.

Обґрунтовано, що соціально-економічний ефект від впровадження заходів проявляється у скороченні витрат, підвищенні продуктивності праці та покращенні соціальних умов діяльності персоналу.

Загальні висновки до розділу 3

У розділі 3 обґрунтовано комплексний підхід до зниження негативного впливу людського фактора, який поєднує організаційні, технічні та інформаційно-автоматизовані заходи підвищення безпеки транспорту.

Встановлено, що організаційні заходи, зокрема удосконалення системи управління безпекою, підготовки персоналу, режимів праці та формування культури безпеки, створюють базові умови для мінімізації ризиків, пов’язаних із людським фактором.

Доведено, що застосування технічних та інженерних засобів, включаючи автоматизовані системи підтримки прийняття рішень, системи контролю стану оператора, відеомоніторинг і сенсорні технології, суттєво знижує ймовірність помилкових дій персоналу та підвищує надійність транспортних процесів.

Обґрунтовано доцільність впровадження інформаційних та автоматизованих систем управління безпекою, зокрема інтелектуальних транспортних систем і систем прогнозування аварійних ситуацій, як інструментів переходу до проактивного управління ризиками.

Виявлено, що інтеграція людського фактора в системи управління ризиками забезпечує більш повну та об’єктивну оцінку небезпек і дозволяє визначати пріоритетні напрями підвищення безпеки транспорту.

Показано, що оцінка ефективності запропонованих заходів на основі критеріїв аварійності, надійності та соціально-економічних показників підтверджує їх результативність і практичну доцільність.

Зроблено висновок, що реалізація запропонованого комплексу заходів забезпечує синергетичний ефект, який проявляється у зниженні аварійності, підвищенні ефективності діяльності транспортного персоналу та покращенні соціально-економічних результатів функціонування транспортних систем.

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ

Майже будь-яка діяльність людини супроводжується потенційною небезпекою, і може призводити до погіршення самопочуття, травм, захворювань та інших негативних наслідків. Особливо це стосується роботи в лабораторії, де існує досить значна кількість небезпечних факторів.

4.1. Аналіз умов праці

4.1.1. Організація робочого місця

Розміри хімічної лабораторії: L = 7 м – довжина приміщення; B = 7 м – ширина приміщення, висота h = 3м. S = 49 м^2 – площа приміщення, загальна площа столів, шаф, приладів $S_п$ = 29 м^2, а корисна площа $S=S'-S_п$=20 м^2.

Об’єм приміщення становить V=Sh= 60 м^3.

В даній лабораторії знаходиться 2 робочих місця, а отже на кожного працівника: площа – 24,5 м^2; висота – 3 м.

4.2. Перелік шкідливих факторів

Небезпеку представляють наступні чинники:

− несприятливі параметри мікроклімату;

− наявність шкідливих речовин;

− недостатнє освітлення робочої зони;

− можливість ураження електричним струмом;

− можливість виникнення пожежі та вибуху.

4.3. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих чинників

4.3.1. Мікроклімат приміщень

Категорія робіт, що виконується в лабораторії: легкі фізичні роботи Іб. Для даного виду робіт в холодний період року та в теплий період року

температура повітря складає 22 °С, відносна вологість 60 %, швидкість руху повітря 0,1 м/с. Згідно норм фактичні параметри мікроклімату є оптимальними для даного робочого приміщення.

4.3.2. Шкідливі речовини в повітрі робочої зони

Для проведення науково-дослідної роботи застосовувались речовини з різним ступенем токсичності та класами небезпеки: нафта, присадки, бензин, толуол, асфальто-смолисті та парафінові відкладення.

Нафта має дещо наркотичну дію на організм людини, при частому контакті з нею. Значно сильніше діють пари менш летких її компонентів. Високий вміст ароматичних вуглеводнів може загрожувати хронічними отруєннями із зміною складу крові та кровоутворюючих органів. Сірчані сполуки нафти можуть бути причиною гострих та хронічних отруєнь. Гранично допустима концентрація 10 мг/м^3, клас небезпеки – 3 . Нафта може знижувати нюх, збуджувати нервову систему, викликати головний біль, серцебиття, слабкість, тощо.

Сировина і продукти переробки нафти є пожежонебезпечними і токсичними. Пари нафти, бензину, дизпалива і гази, як і всі нафтопродукти, небезпечні не тільки токсичністю, але й леткістю (випаровуванням), утворенням в суміші з повітрям вибухонебезпечних сумішей при визначених концентраціях. При дії на організм людини пари можуть викликати отруєння, вдихання великої кількості парів бензину або газів може призвести до втрати свідомості і навіть до смерті. Бензин відноситься до легкозаймистих рідин [22]. Пари бензину дуже токсичні для людини, їх вдихання може викликати як гостре, так і хронічне отруєння. У разі отруєння, викликаному вдиханням невеликих концентрацій парів бензину, спостерігаються симптоми: психічне збудження, ейфорія, запаморочення, нудота, слабкість. Хронічне отруєння бензином виражається в підвищеній дратівливості, запаморочення, ураженні печінки і ослабленні серцевої діяльності. ГДК бензину – 100мг/м³. Клас небезпеки речовини – 4.

Органічні розчинники, в тому числі і толуол пригнічують функції центральної нервової системи впливають на кровотворну та інші системи організму. Найбільш типові симптоми хронічної дії розчинників на організм − це підвищена стомлюваність, погіршення пам'яті, зміна особистості, що складається в емоційній лабільності, подразливості, депресії. Крім того, зустрічаються такі неспецифічні симптоми, як головний біль, запаморочення, оніміння кінцівок, порушення сну. ГДК толуолу – 50 мг/м^3. Клас небезпеки цих речовин –3.

Блок-сополімеру оксиду етилену з пропіленгліколем володіє дратівливою, сенсибілізуючою наркотичною дією. Хронічний вплив оксиду етилену має мутагенний ефект. При концентраціях у повітрі близько 200 частин на мільйон надає подразнюючий ефект на слизові оболонки носа і горла; більш високий вміст викликає ураження трахеї та бронхів, а також частковий колапс легенів. Високі концентрації мають набряк легенів і ураження серцево-судинної системи Клас небезпеки –2. ГДК складає 1 мг/м³[23].

Ріпакова олія містить багато ерукової кислоти, мало ліноленової кислоти, тому призводить до хвороби серця, викликає зміну серцевої м'язи у вигляді локальних некрозів, гальмує ріст і розвиток молодих організмів, викликає функціональні та морфологічні зміни щитовидної залози та печінки. ГДК ріпакової олії складає 5 мг/м$^{3.}$ Клас небезпеки – 3.

Рицинова олія при передозуванні викликає нудоту, блювання, біль у ділянці живота, пронос, може викликати побічний ефект у вигляді розвитку алергічних реакцій. ГДК рицинової олії складає 5 мг/м^3 . Клас небезпеки – 3.

4.3.3. Природне та штучне освітлення

У приміщенні лабораторії використовується природне бічне освітлення та штучне.

Для робіт середньої точності з об'єктами розрізнення 0,5-1,0 мм КПО при верхньому чи комбінованому освітленні 4,0% при бічному – 1,5%. Для штучного освітлення при системі комбінованого освітлення 600-400 лк, при системі загального освітлення 500 лк. В приміщенні лабораторії використовується природнє освітлення. Штучним джерелом світла є люмінесцентні лампи ЛБ-40 у кількості 6 штук, розміщені у 3 світильниках ЛПО 02-2×40[24].

В пункті 4.4 (розрахункова частина), ми переконаємось чи достатнім є для нас природнє освітлення в робочій зоні чи ні.

4.3.4. Небезпека ураження електричним струмом

Лабораторія, в якій проводились дослідження для даної роботи відноситься, щодо техніки електробезпеки, до приміщення без підвищеної небезпекою. Приміщення без підвищеної небезпеки – це сухі приміщення з відносною вологістю не більше 75 % і температурою повітря в межах + 5…+ 25°С, з неструмопровідними підлогами (дерев'яними, пластмасовими), з повітряним середовищем без струмопровідного пилу.

Основним способом для створення електричної безпеки в лабораторії є застосування електричного устаткування з заземленням. Для заземлення устаткування передбачається трубчасте заземлення, яке розміщене по контуру споруди, де знаходиться лабораторія.

Для штучного заземлення застосовуються вертикальні електроди. В якості вертикальних електродів застосовуються сталеві труби довжиною 3 м, діаметром 0,03 м.

4.4. Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю відкидається можливість виникнення та розвиток пожежі, і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Існує 5 класів пожеж:

- клас А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супровождується тлінням (деревина, текстиль, папір);

- клас В – пожежі горючих рідин або твердих речовин;

- клас С – пожежі газів;

- клас Д – пожежі металів та їх сплавів;

- клас (Е) – пожежі, пов’язані з горінням електроустановок.

Крім перерахованих параметрів, також береться до уваги категорія приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Причини пожеж дуже різноманітні , а процеси горіння дуже складні і не зовсім ще вивчені, тому описаними вище заходами не завжди вдається забезпечити повну пожежну безпеку, потрібні пошуки нових та ефективних науково-технічних рішень.

У хімічних лабораторіях зберігається велика кількість горючих вибухонебезпечних речовин, то вони відносяться до категорії В – пожежонебезпечних виробництв. За правилами розміщення електроустановок приміщення хімічних лабораторій відносяться до класу В-1б, оскільки роботи

з горючими і вибухонебезпечними речовинами проводяться у витяжних шафах без застосування відкритого вогню і відкритих нагрівальних пристроїв.

Для запобігання пожежам розробляють:

- організаційні заходи – правильний добір режиму технологічного процесу, нагляд і контроль, навчання і т. ін..
- технічні заходи – відповідний монтаж електрообладнання, режим, що виключає іскроутворення або контакт горючих матеріалів з нагрітими поверхнями і т. ін..
- режимні заходи – заборона куріння, запалювання вогню, контроль за зберіганням мастильних матеріалів, промаслених ганчірок і т. ін..
- тактико-профілактичні заходи – швидка дія пожежних команд, забезпечення засобами пожежогасіння і т. ін.

У приміщенні лабораторії знаходяться:

вогнегасник ВП-5(3) (ДСТУ 3675-98) – 1шт.;

вогнегасник ВВК–1.4 (ДСТУ 3675-98) – 1шт.

Така кількість вогнегасників відповідає вимогам ISO3941-87, якими передбачене обов'язкова наявність двох вогнегасників на 100 $м^2$ площі підлоги для приміщеньНа рис. 4.1. наведений план евакуації з лабораторії у випадку пожежі.

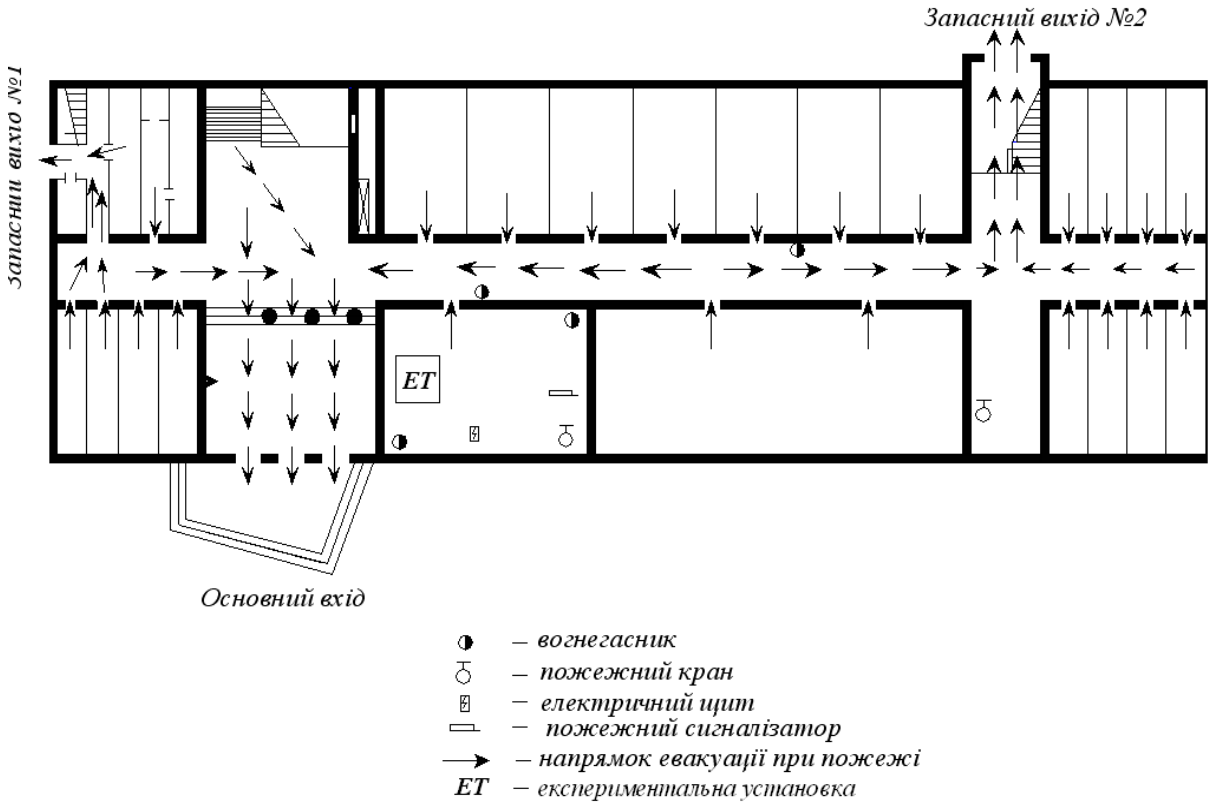

Рис. 4.1. План евакуації у випадку пожежі

У робочому приміщенні виконуються усі вимоги по пожежонебезпеці відповідно до вимог НАПБ.А.01.001 95 “Правила пожежної безпеки в Україні”[25].

4.5. Розрахункова частина

Розрахунок вибуху паливоповітряної суміші у приміщенні

Надлишковий тиск вибуху ΔР для індивідуальних горючих речовин, які складаються з атомів С, Н, О, N, CI, Br, I, F визначається за формулою:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0)\frac{mz}{V_{во}\rho_{г,п}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_н}, \Delta P = (P_{max} - P_0)\frac{mz}{V_{во}\rho_{г,п}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_н},$$

(5.1)

де P_{max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної паливоповітряної або пароповітряної суміші у замкнутому об'ємі, визначається експериментально або за довідниковими даними. Якщо дані відсутні, то приймають P_{max} = 900 кПа;

P_0 – початковий тиск у приміщенні, кПа (приймають P_0 = 101 кПа);

m – маса паливоповітряної суміші, що потрапила у приміщення внаслідок аварії, кг;

z – коефіцієнт участі пальної речовини у вибуху в приміщенні, дорівнює: 0,5 – для горючих газів, промислового пилу; 0,3 – для легко займистої речовини і горючих рідин, нагрітих до температури спалаху і вище, та при температурі нижче температури спалаху при утворенні аерозолю;

$V_{во}$ – вільний об'єм приміщення; $\rho_{гп}$ густина газу (пари) при P_0, кг/м^3;

$C_{ст}$ – стехіометрична концентрація горючих газів або парів легкозаймистих речовин і горючих рідин, % (об.);

$K_н$ – коефіцієнт, який враховує негерметичність приміщення і неадіабатичність процесу горіння. Допускається приймати $K_н$ рівним 3.

Густина природного газу, при P_0, становить 0,7 кг/м^3.

Вільний об'єм приміщення складає 160 м^3 від загального.

Стехіометрична концентрації газів розраховується за формулою:

$$C_{ст} = \frac{100}{1+4,84\beta}, C_{ст} = \frac{100}{1+4,84\beta}, \quad (5.2)$$

де $\beta = n_C + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_O}{2} \beta = n_C + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_O}{2}$ – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння; n_C, n_H, n_O, n_x – кількість атомів С, Н, О і галоїдів у молекулі горючої речовини.

Стехіометричний коефіцієнт кисню в рівнянні реакції горіння, дорівнює:

$$\beta = 1 + \frac{4}{4} = 2 \beta = 1 + \frac{4}{4} = 2 \quad (5.3)$$

Стехіометрична концентрація газів, дорівнює:

$$C_{ст} = \frac{100}{1+4,84 \cdot 2} = 9,4\, C_{ст} = \frac{100}{1+4,84 \cdot 2} = 9,4 \quad (5.4)$$

Маса паливоповітряної суміші, що потрапила в приміщення, дорівнює:

$$m = (V_{АП} + V_{ТР})\rho = (0,57 + 0,0024) \cdot 0,7 = 0,4$$

$$m = (V_{АП} + V_{ТР})\rho = (0,57 + 0,0024) \cdot 0,7 = 0,4 \quad (5.5)$$

Отже, надлишковий тиск вибуху паливоповітряної суміші становить:

$$\Delta P = (900 - 101)\frac{0,4 \cdot 0,5 \cdot 100 \cdot 1}{160 \cdot 0,7 \cdot 9,4 \cdot 3} = 799\frac{20}{3158,4} = 5,06\ кПа$$

$$\Delta P = (900 - 101)\frac{0,4 \cdot 0,5 \cdot 100 \cdot 1}{160 \cdot 0,7 \cdot 9,4 \cdot 3} = 799\frac{20}{3158,4} = 5,06\ кПа \quad (5.6)$$

Отже, за розрахованою величиною надмірного тиску в 5,06 кПа приміщення не буде зруйноване. Ураження людей ударною хвилею – легкі .

Висновки до розділу

Як відомо, аварії на об'єктах з вибухонебезпечними технологіями можуть призвести до витікання в газоподібних або розріджених вуглеводневих продуктів. При змішуванні вуглеводневих продуктів з повітрям утворюються вибухо- або пожежонебезпечні суміші.

Розрахувати точне значення надлишкового тиску під час вибуху паливоповітряної суміші у цьому випадку надзвичайно складно. Це пов'язано з невизначеністю багатьох факторів, які впливають на утворення хмари суміші; це - напрямок і швидкість руху повітря за певної щільності забудови, стан турбулентності атмосфери, температура і вологість повітря тощо. Тому можна говорити лише про оцінковий характер розрахунків.

Отже, після проведення розрахунків було визначено, шо за розрахованою величиною надмірного тиску в 5,06 кПа приміщення не буде зруйноване. Ураження людей ударною хвилею – легкі.

РОЗДІЛ 5
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСПОРТНОЇ БЕЗПЕКИ

Сучасні транспортні системи є важливим елементом соціально-економічного розвитку, проте їх функціонування супроводжується значним впливом на навколишнє середовище. Особливої актуальності екологічні аспекти набувають у контексті транспортної безпеки, оскільки аварійні ситуації та транспортні пригоди можуть призводити до масштабних негативних наслідків для довкілля. У цьому зв'язку екологічна безпека транспорту розглядається як невід'ємна складова загальної системи транспортної безпеки та сталого розвитку.

Транспортні аварії, спричинені технічними несправностями або людським фактором, здатні завдавати шкоди атмосферному повітрю, водним ресурсам, ґрунтам, біоті та здоров'ю населення. Водночас екологічні ризики мають не лише локальний, а й регіональний або довгостроковий характер, що зумовлює необхідність їх системного аналізу та врахування під час планування й управління транспортною діяльністю.

Вплив транспортних аварій на навколишнє середовище

Транспортні аварії є одним із найбільш небезпечних джерел раптового антропогенного впливу на навколишнє середовище. На відміну від планових викидів і скидів, аварійні забруднення мають неконтрольований характер, що ускладнює їх локалізацію та ліквідацію. Масштаб негативного впливу залежить від виду транспорту, характеру вантажу, місця події та швидкості реагування аварійних служб.

Одним із найпоширеніших наслідків транспортних аварій є забруднення атмосферного повітря. Під час аварій можуть відбуватися викиди токсичних газів, продуктів згоряння палива, летких органічних сполук і аерозолів. Такі викиди негативно впливають на якість повітря,

сприяють утворенню смогу та можуть викликати гострі або хронічні захворювання органів дихання у населення.

Основні екологічні ризики транспортної діяльності та заходи їх мінімізації наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Екологічні ризики транспортної діяльності та заходи їх мінімізації

Екологічний ризик	**Джерело / причина виникнення**	**Можливі екологічні наслідки**	**Заходи мінімізації негативного впливу**
Забруднення атмосферного повітря	Транспортні аварії, загоряння пального, витік газів	Погіршення якості повітря, негативний вплив на здоров’я населення	Використання систем контролю викидів, оперативне реагування аварійних служб
Забруднення поверхневих вод	Розливи нафтопродуктів, хімічних речовин під час аварій	Загибель водних організмів, порушення екосистем	Герметизація вантажів, аварійні бонові загородження, плани локалізації розливів
Забруднення ґрунтів	Витоки пального та мастильних матеріалів	Деградація ґрунтів, тривале накопичення токсичних речовин	Використання захисних покриттів, рекультивація забруднених ділянок

Вторинне забруднення довкілля	Несвоєчасна ліквідація наслідків аварій	Поширення забруднень на прилеглі території	Швидке виявлення та усунення джерел забруднення
Аварії з небезпечними вантажами	Людські помилки, порушення правил перевезення	Масштабні екологічні збитки, ризик екологічних катастроф	Посилений контроль, спеціальна підготовка персоналу
Недотримання екологічних вимог персоналом	Низька екологічна свідомість, недостатнє навчання	Зростання кількості інцидентів та порушень	Проведення екологічних інструктажів і навчання
Неналежний технічний стан транспорту	Недостатній контроль і обслуговування	Підвищена ймовірність витоків і аварій	Регулярний технічний огляд і діагностика
Несвоєчасне реагування на аварії	Відсутність чітких алгоритмів дій	Збільшення масштабів екологічної шкоди	Розроблення та відпрацювання планів аварійного реагування
Перевтома та стрес персоналу	Порушення режимів праці та відпочинку	Помилки в діях, затримка реагування	Раціоналізація режимів праці та відпочинку
Недостатній екологічний моніторинг	Відсутність систем контролю	Несвоєчасне виявлення забруднень	Впровадження систем моніторингу повітря, води й ґрунтів

Суттєву екологічну загрозу становить забруднення водних об’єктів, особливо у випадках аварій на транспорті, що перевозить нафтопродукти, хімічні речовини або інші небезпечні вантажі. Потрапляння забруднювальних речовин у річки, озера чи підземні води може призводити до загибелі водних організмів, порушення екосистем і тривалого погіршення якості води. Відновлення таких екосистем часто потребує значних фінансових і часових ресурсів.

Не менш небезпечним є забруднення ґрунтів, яке виникає внаслідок розливів пального, мастильних матеріалів або хімічних речовин. Ґрунтове забруднення може мати довготривалий характер, оскільки токсичні речовини накопичуються та поступово мігрують у нижчі шари ґрунту або підземні води. Це негативно впливає на рослинний покрив, сільськогосподарські угіддя та екологічну рівновагу територій.

Особливу небезпеку транспортні аварії становлять у природоохоронних зонах, густонаселених районах і поблизу об’єктів водопостачання. У таких випадках екологічні наслідки аварій виходять за межі локального впливу та можуть мати значні соціальні й економічні наслідки. Це зумовлює необхідність підвищеної уваги до питань екологічної безпеки транспорту.

Екологічні ризики, пов’язані з людським фактором

Людський фактор є одним із ключових чинників, що впливають на рівень екологічних ризиків у транспортній сфері. Помилки персоналу, порушення правил безпеки, недбалість або недостатня підготовка можуть призводити не лише до транспортних пригод, а й до значних екологічних збитків.

Одним із основних проявів людського фактора є помилки під час керування транспортними засобами, які перевозять небезпечні вантажі. Недотримання швидкісного режиму, неправильне маневрування або втома оператора можуть стати причиною аварій із серйозними екологічними

наслідками. У таких випадках людська помилка виступає каталізатором екологічної катастрофи.

Важливим аспектом є організаційні недоліки, пов’язані з людським фактором. Неналежне планування маршрутів, відсутність контролю за технічним станом транспортних засобів, недостатній інструктаж персоналу та формальний підхід до навчання з екологічної безпеки підвищують імовірність аварій і масштаб їх наслідків. Такі ризики мають системний характер і потребують комплексного управління.

Екологічні ризики також зростають унаслідок порушення технологічних процедур під час завантаження, транспортування та розвантаження вантажів. Неправильне закріплення контейнерів, ігнорування вимог до герметичності або недотримання правил поводження з небезпечними речовинами можуть призводити до витоків і забруднень навіть без факту аварії.

Значну роль відіграє психофізіологічний стан персоналу. Втома, стрес і перевантаження знижують увагу та здатність до адекватної оцінки ситуації, що підвищує ризик помилкових дій. У контексті екологічної безпеки це означає зростання ймовірності несвоєчасного виявлення витоків, неправильного реагування на аварійні сигнали або затримки в прийнятті рішень.

Таким чином, екологічні ризики, пов’язані з людським фактором, мають багатокомпонентний характер і формуються на перетині індивідуальних, організаційних та управлінських чинників. Їх мінімізація потребує системного підходу, орієнтованого не лише на технічні рішення, а й на вдосконалення підготовки та управління персоналом.

Заходи мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище

Мінімізація негативного впливу транспортної діяльності на навколишнє середовище є одним із пріоритетних завдань у сфері транспортної безпеки. Заходи екологічної безпеки повинні бути інтегровані в загальну систему

управління безпекою та враховувати роль людського фактора на всіх етапах транспортного процесу.

Одним із ключових напрямів є удосконалення організаційних заходів, спрямованих на підвищення екологічної відповідальності персоналу. Це включає проведення регулярного навчання та інструктажів з екологічної безпеки, ознайомлення з можливими наслідками аварій і формування культури дбайливого ставлення до довкілля. Підвищення рівня екологічної свідомості персоналу сприяє зменшенню кількості порушень і помилок.

Важливе значення мають технічні заходи, спрямовані на запобігання аваріям і мінімізацію їх наслідків. До них належать використання сучасних систем контролю герметичності, автоматизованих засобів виявлення витоків, резервних ємностей і захисних бар'єрів. Такі рішення дозволяють зменшити обсяги забруднень навіть у разі виникнення аварійної ситуації.

Окрему увагу слід приділяти системам оперативного реагування на екологічні інциденти. Чітко відпрацьовані плани дій, наявність спеціалізованого обладнання та підготовленого персоналу дозволяють швидко локалізувати аварію та зменшити шкоду довкіллю. Важливо, щоб персонал мав чіткі алгоритми дій і розумів свою роль у процесі ліквідації наслідків.

Ефективним заходом є також моніторинг екологічних показників у зоні впливу транспортної інфраструктури. Систематичний контроль якості повітря, води та ґрунтів дозволяє своєчасно виявляти негативні тенденції та вживати коригувальних заходів. Інформація, отримана в результаті моніторингу, може використовуватися для вдосконалення організаційних і технічних рішень.

Важливою складовою мінімізації негативного впливу є екологічна оцінка ризиків, пов'язаних із людським фактором. Включення екологічних критеріїв до систем управління ризиками дозволяє враховувати потенційні

наслідки помилок персоналу для довкілля та визначати пріоритетні напрями превентивних заходів.

Таким чином, заходи мінімізації негативного впливу транспортної діяльності на навколишнє середовище мають комплексний характер і повинні поєднувати організаційні, технічні та інформаційні рішення. Їх реалізація сприяє не лише підвищенню рівня транспортної та екологічної безпеки, а й формуванню умов для сталого розвитку транспортної галузі.

Висновки до розділу 5

Встановлено, що транспортні аварії є суттєвим джерелом негативного впливу на навколишнє середовище та можуть призводити до забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів із довготривалими екологічними наслідками.

Доведено, що людський фактор відіграє ключову роль у формуванні екологічних ризиків транспортної діяльності, зумовлюючи виникнення аварій, порушення екологічних вимог і збільшення масштабів шкоди довкіллю.

Виявлено, що психофізіологічний стан персоналу, рівень професійної підготовки та організаційні недоліки істотно впливають на імовірність екологічно небезпечних подій.

Обґрунтовано доцільність комплексного підходу до мінімізації негативного впливу транспортної діяльності на навколишнє середовище, який поєднує організаційні, технічні та інформаційні заходи.

Зроблено висновок, що інтеграція екологічних аспектів у систему управління транспортною безпекою сприяє зниженню екологічних ризиків, підвищенню рівня безпеки та забезпеченню сталого розвитку транспортної галузі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі здійснено комплексне дослідження проблеми людського фактора у забезпеченні безпеки на транспорті та обґрунтовано напрями зниження його негативного впливу на транспортні процеси. У ході виконання роботи отримано такі основні наукові та практичні результати.

Проведено теоретичний аналіз поняття та сутності людського фактора в транспортних системах, який показав, що він є системоутворювальним елементом транспортної безпеки та проявляється через психофізіологічні, соціальні, організаційні й управлінські аспекти діяльності людини.

Встановлено, що людський фактор є однією з основних причин транспортних пригод, а його вплив посилюється в умовах перевтоми, стресу, дефіциту часу, інформаційного перевантаження та недостатнього рівня організації праці транспортного персоналу.

На основі аналізу стану аварійності доведено, що значна частка аварій і небезпечних ситуацій пов’язана з помилками персоналу, що підтверджує необхідність системного підходу до управління ризиками людського фактора.

Проаналізовано умови праці та організацію діяльності транспортного персоналу, встановлено їх істотний вплив на надійність професійної діяльності людини та рівень транспортної безпеки.

Проведено оцінку ризиків, пов’язаних з людським фактором, і обґрунтовано доцільність застосування матричних методів для їх класифікації та визначення пріоритетних напрямів управління безпекою.

Обґрунтовано комплекс організаційних заходів підвищення безпеки транспорту, який включає удосконалення системи управління безпекою, професійного добору й підготовки персоналу, раціоналізацію режимів праці та формування культури безпеки.

Доведено ефективність застосування технічних та інженерних засобів мінімізації впливу людського фактора, зокрема автоматизованих систем

підтримки прийняття рішень, систем контролю стану оператора, відеомоніторингових і сенсорних систем.

Показано, що інформаційні та автоматизовані системи управління безпекою, включаючи інтелектуальні транспортні системи та системи прогнозування аварійних ситуацій, забезпечують перехід від реактивного до проактивного управління транспортною безпекою.

Обґрунтовано доцільність інтеграції людського фактора в системи управління ризиками, що дозволяє підвищити об’єктивність оцінки небезпек і ефективність управлінських рішень.

Проведено оцінку ефективності запропонованих заходів, яка підтвердила їх позитивний вплив на зниження аварійності, підвищення надійності транспортних процесів і покращення умов праці персоналу.

Встановлено, що впровадження заходів зі зниження негативного впливу людського фактора забезпечує відчутний соціально-економічний ефект, який проявляється у скороченні витрат, підвищенні продуктивності праці та зменшенні екологічних ризиків.

Доведено, що екологічні аспекти транспортної безпеки тісно пов’язані з людським фактором, а комплексний підхід до управління безпекою сприяє зниженню негативного впливу транспортних аварій на навколишнє середовище.

Загалом результати магістерської роботи підтверджують, що людський фактор є визначальним чинником транспортної безпеки, а його ефективне управління можливе лише за умови комплексного поєднання організаційних, технічних, інформаційних та екологічних заходів. Запропоновані в роботі рішення є науково обґрунтованими та мають практичне значення для підвищення рівня безпеки транспортних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР.
2. Про транспорт : Закон України від 10.11.1994 № 232/94-ВР.
3. Про дорожній рух : Закон України від 30.06.1993 № 3353-XII.
4. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII.
5. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII.
6. Про перевезення небезпечних вантажів : Закон України від 06.04.2000 № 1644-III.
7. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.
8. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров’я та безпекою праці.
9. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління.
10. ДСТУ ISO 31000:2018. Менеджмент ризиків. Принципи та настанови.

Навчальні посібники, монографії

11. Бабков В. Ф. Безпека руху на транспорті. – К. : Транспорт, 2018. – 320 с.
12. Гаврилов Е. В. Людський фактор у складних технічних системах. – К. : Наукова думка, 2016. – 284 с.
13. Гогунський В. Д. Управління ризиками у транспортних системах. – Одеса : ОНПУ, 2019. – 312 с.
14. Дубовик О. Л. Основи транспортної безпеки. – К. : Кондор, 2020. – 256 с.

15. Кравченко О. В. Ергономіка та безпека праці. – Львів : ЛНУ, 2017. – 240 с.

16. Лапін А. Є. Психологія безпеки діяльності. – Харків : ХНУ, 2018. – 198 с.

17. Пономаренко В. С. Системи управління безпекою. – К. : Центр учбової літератури, 2021. – 344 с.

18. Романенко В. О. Транспортні системи та безпека перевезень. – К. : НАУ, 2019. – 300 с.

19. Сафонов М. І. Надійність людини-оператора. – К. : Вища школа, 2015. – 210 с.

20. Шевченко І. А. Основи екологічної безпеки транспорту. – Дніпро : НГУ, 2020. – 260 с.

Наукові статті (українські)

21. Бондаренко С. В. Аналіз впливу людського фактора на аварійність // Вісник НАУ. – 2021. – № 2. – С. 45–52.

22. Гнатюк О. М. Людський фактор як складова транспортної безпеки // Транспортні системи і технології. – 2020. – № 1. – С. 33–39.

23. Дячук О. В. Психофізіологічні ризики діяльності водіїв // Охорона праці. – 2019. – № 6. – С. 22–27.

24. Ковальчук Р. Л. Управління ризиками на транспорті // Вісник НТУ. – 2022. – № 4. – С. 61–68.

25. Мельник І. П. Аналіз аварійності та роль персоналу // Наукові нотатки. – 2021. – № 3. – С. 74–81.

26. Савченко Ю. О. Організаційні заходи підвищення безпеки руху // Транспорт і логістика. – 2020. – № 2. – С. 19–25.

27. Ткаченко А. В. Системи контролю стану водія // Автомобільні дороги. – 2022. – № 1. – С. 40–46.

28. Шаповал О. М. Культура безпеки на транспорті // Соціальна безпека. – 2019. – № 5. – С. 58–64.

Міжнародні наукові джерела

29. Reason J. Human Error. – Cambridge : Cambridge University Press, 2016. – 302 p.

30. Hollnagel E. Human Reliability Analysis. – London : Academic Press, 2017. – 280 p.

31. Dekker S. The Field Guide to Human Error Investigations. – Farnham : Ashgate, 2018. – 240 p.

32. Salas E., Maurino D. Human Factors in Aviation. – London : Elsevier, 2019. – 410 p.

33. Stanton N. Human Factors Methods. – Boca Raton : CRC Press, 2020. – 560 p.

34. WHO. Global Status Report on Road Safety. – Geneva, 2023.

35. OECD. Road Safety Annual Report. – Paris, 2022.

Інтернет-ресурси

36. World Health Organization. Road Safety. – Режим доступу: https://www.who.int (дата звернення: ..2025).

37. European Commission. Transport Safety. – Режим доступу: https://transport.ec.europa.eu (дата звернення: ..2025).

38. International Transport Forum. Safety Reports. – Режим доступу: https://www.itf-oecd.org (дата звернення: ..2025).

39. State Statistics Service of Ukraine. Transport Accidents. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua (дата звернення: ..2025).

40. Ministry of Infrastructure of Ukraine. – Режим доступу: https://mtu.gov.ua (дата звернення: ..2025).

41. UNECE. Transport Safety Regulations. – Режим доступу: https://unece.org (дата звернення: ..2025).

42. ISO. Occupational Safety Standards. – Режим доступу: https://www.iso.org (дата звернення: ..2025).

Додаткові джерела

43. ICAO. Safety Management Manual (SMM). – Montreal, 2022.

44. ILO. Occupational Safety and Health in Transport. – Geneva, 2021.

45. European Transport Safety Council. Human Factors in Transport Safety. – Brussels, 2020.