

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова

(повне найменування вищого навчального закладу)

ННІ Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра «Охорона праці та безпека життєдіяльності»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

магістра

(освітній рівень)

на тему «Дослідження умов праці та оцінювання ризиків травматизму

у ТДВ «Житлобуд-2» із розробкою заходів по підвищенню рівня

безпеки праці»

Виконав: студент 2 курсу,

групи МОПР-2024-1з,

спеціальності

263 «Цивільна безпека»

(шифр і назва спеціальності)

Андрієнко І.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

доц. Данова К.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

проф. Логвінков С.М.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2026 рік

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра присвячена вирішенню питань щодо забезпечення безпеки працівників ТДВ «Житлобуд-2».

У першому розділі проведено аналіз діяльності підприємства, особливостей функціонування системи управління охороною праці, а також здійснено оцінку виробничих ризиків.

У другому розділі розроблено заходи щодо забезпечення безпеки працівників у контексті умов праці, а саме: незадовільного рівня метеоумов, запиленості, підвищених рівнів шуму.

Третій розділ розглядає питання забезпечення безпеки працівників при засобів колективного та індивідуального захисту при роботах на висоті, експлуатації вантажопідіймального обладнання.

У четвертому розділі розглянуто питання безпеки персоналу в умовах надзвичайної ситуації.

У п'ятому розділі проаналізовано напрями розвитку корпоративної соціальної відповідальності на прикладі будівельного підприємства.

Дипломна робота містить 92 стор., 18 рис., 2 табл., 58 літературних джерел, 15 листів графічної частини.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕЗПЕКА, ЗАХИСТ, ОХОРОНА ПРАЦІ, СФЕРА БУДІВНИЦТВА, НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ.

ABSTRACT

The master's qualification work is devoted to solving issues related to ensuring the safety of employees of the Zhytlobud-2 construction company.

The first section analyzes the activities of the enterprise, the features of the functioning of the occupational health and safety management system, and also assesses production risks.

The second section develops measures to ensure the safety of employees in the context of working conditions, namely: unsatisfactory weather conditions, dustiness, increased noise levels.

The third section considers the issue of ensuring the safety of employees with collective and individual protective equipment when working at height, operating lifting equipment.

The fourth section considers the issue of personnel safety in emergency situations.

The fifth section analyzes the directions of development of corporate social responsibility using the example of a construction company.

The thesis contains 92 pages, 18 figures, 2 tables, 58 references, and 15 sheets of graphical materials.

KEYWORDS: SAFETY, PROTECTION, LABOR PROTECTION, CONSTRUCTION SECTOR, EMERGENCIES, SOCIAL RESPONSIBILITY.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ	10
1.1 Характеристика підприємства ТДВ «Житлобуд-2»	10
1.2 Аналіз системи управління охороною праці.....	14
1.3 Аналіз основних технологічних процесів підприємства	17
1.4 Аналіз небезпеки технологічних процесів	19
1.5 Оцінка ризику технологічного процесу	21
1.6 Висновки по розділу	32
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА В БУДІВНИЦТВІ	34
2.1 Захист працівників від впливу незадовільного рівня метеоумов.....	34
2.2 Зниження запиленості та загазованості повітря робочих зон.....	40
2.3 Захист від виробничого шуму	46
2.4 Висновки по розділу	50
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ.....	52
3.1 Шляхи вдосконалення засобів колективного та індивідуального захисту при роботах на висоті	52
3.2 Підвищення рівня безпеки праці при експлуатації вантажопідйомних механізмів та машин	55
3.3 Інженерно-технічні заходи з підвищення електробезпеки тимчасових мереж	59
3.4 Висновки по розділу	62
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	64
4.1 Аналіз можливих надзвичайних ситуацій на будівельному майданчику	64

4.2 Запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного характеру, пов'язаним із пожежами та вибухами.....	65
4.3 Інженерно-технічні заходи щодо попередження надзвичайних ситуацій через аварії будівельних конструкцій та механізмів	67
4.4 Порядок дій персоналу будівельного майданчика у разі виникнення надзвичайної ситуації	71
4.5 Висновки по розділу	72
РОЗДІЛ 5 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ.....	74
5.1 Безпека праці та захист персоналу	74
5.2 Впровадження стандартів «зеленого» будівництва як інструменту екологічної відповідальності	75
5.3 Відповідальність перед громадою: формування інклюзивного, комфортного та сталого міського середовища	78
5.4 Висновки по розділу	80
Висновки	82
Список джерел.....	85
Додаток 1	91

ВСТУП

Будівельна галузь є однією з найбільш динамічних, але водночас і найбільш травмонебезпечних сфер матеріального виробництва. Впровадження сучасних технологій висотного монолітно-каркасного будівництва, яке є основним профілем діяльності провідних забудовників суттєво підвищує ризики виробничого травматизму через одночасне виконання робіт на різних висотних горизонтах, експлуатацію важких вантажопідйомних механізмів та функціонування розгалужених тимчасових електромереж.

Додатковим критичним фактором, що зумовлює необхідність докорінної модернізації систем управління охороною праці, є воєнні виклики. Функціонування будівельних підприємств у Харківському регіоні під час воєнного стану вимагає інтеграції традиційних інженерно-технічних заходів безпеки з алгоритмами цивільного захисту, превентивним моніторингом робочого середовища та концепціями цифрової безпеки. У зв'язку з цим, дослідження умов праці та розробка проактивних ризикоорієнтованих заходів є надзвичайно актуальним науково-практичним завданням.

Метою кваліфікаційної роботи є комплексне дослідження умов праці, напівкількісне оцінювання професійних ризиків травматизму у ТДВ «Житлобуд-2» та розробка на основі отриманих даних інженерно-технічних, організаційних і цифровізованих заходів для підвищення загального рівня безпеки будівельного виробництва.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані та вирішені такі завдання:

1. Проаналізувати структуру, виробничу діяльність та особливості СУОП у ТДВ «Житлобуд-2» на відповідність вимогам стандарту ISO 45001:2018.
2. Провести ідентифікацію небезпек та оцінити індекси професійних ризиків для основних будівельних професій.

3. Розробити інженерно-технічні заходи з покращення параметрів робочого середовища.

4. Запропонувати технічні рішення щодо підвищення безпеки обладнання і процесів.

5. Обґрунтувати алгоритми цивільного захисту та пожежної безпеки персоналу.

6. Дослідити концепцію корпоративної соціальної відповідальності підприємства.

Об'єкт дослідження – система управління охороною праці та цивільної безпеки на об'єктах житлового та цивільного будівництва ТДВ «Житлобуд-2».

Предмет дослідження – технологічні процеси монолітно-каркасного зведення будівель, шкідливі та небезпечні виробничі фактори, методи оцінювання ризиків травматизму та інженерні засоби колективного й індивідуального захисту.

Результати кваліфікаційної роботи пройшли апробацію на XIX Всеукраїнській науково-технічній конференції здобувачів вищої освіти «Сталий розвиток міст: поствоєнний період»:

1 Андрієнко А.О. Порівняльний аналіз методик оцінки професійних ризиків в будівельній галузі/ Матеріали XIX Всеукраїнської науково-технічної здобувачів вищої освіти конференції «Сталий розвиток міст: поствоєнний період» (91 науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 5-и ч. / Ч. 3. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. - С. 330-332.

2 Андрієнко А.О. Ідентифікація небезпек в будівельній галузі / Матеріали XIX Всеукраїнської науково-технічної здобувачів вищої освіти конференції «Сталий розвиток міст: поствоєнний період» (91 науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 5-и ч. / Ч. 3. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. - С. 332-334.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ

1.1 Характеристика підприємства ТДВ «Житлобуд-2»

ТДВ «Житлобуд-2» – це одне з найстаріших, найбільших та найвідоміших будівельних підприємств у Харкові та Східній Україні. Компанія має багату історію та величезний досвід у сфері житлового, цивільного та промислового будівництва.

Підприємство веде свій відлік з 1943 року, коли після звільнення Харкова було створено управління для відновлення зруйнованого міста, промислових гігантів та житлового фонду [1].

ТДВ «Житлобуд-2» працює як девелопер повного циклу, тобто компанія самостійно здійснює всі етапи створення об'єкта: від вибору земельної ділянки, проектування та виробництва будівельних матеріалів до безпосереднього зведення будівлі та її подальшого обслуговування власною експлуатаційною службою.

Компанія володіє потужною виробничою інфраструктурою, яка включає заводи з виробництва бетону, розчинів, металоконструкцій, а також великий парк власної спеціалізованої будівельної техніки (баштові крани, екскаватори, бетононасоси).

ТДВ «Житлобуд-2» став одним із перших забудовників у Харкові, який масштабно впровадив технологію монолітно-каркасного будівництва. Це дозволило створювати будівлі з вільним плануванням квартир, високою сейсмостійкістю та довговічністю.

За десятиліття роботи компанія звела мільйони квадратних метрів житла та десятки соціально значущих об'єктів. Серед них: житлові комплекси, такі як ЖК «Павлівський Квартал», ЖК «Шекспіра», ЖК «Меридіан», ЖК «Манхеттен».

Компанія бере участь у будівництві та реконструкції знакових міських локацій, спортивних споруд, бізнес-центрів та готелів.



Рисунок 1.1 – Будівництво ЖК «Манхеттен»

Основний вид діяльності компанії [2]:

41.20 Будівництво житлових і нежитлових будівель

Інші види діяльності:

16.10 Лісопильне та стругальне виробництво

16.23 Виробництво інших дерев'яних будівельних конструкцій і столярних виробів

23.63 Виробництво бетонних розчинів, готових для використання

43.99 Інші спеціалізовані будівельні роботи, н.в.і.у.

46.73 Оптова торгівля деревиною, будівельними матеріалами та санітарно-технічним обладнанням

46.90 Неспеціалізована оптова торгівля

49.41 Вантажний автомобільний транспорт

70.22 Консультування з питань комерційної діяльності й керування

71.11 Діяльність у сфері архітектури

71.12 Діяльність у сфері інжинірингу, геології та геодезії, надання послуг технічного консультування в цих сферах

Організаційна структура компанії представлена на рис. 1.2. Вона побудована за лінійно-функціональним принципом із чітким розмежуванням обов'язків між вищим керівництвом, виробничими підрозділами та функціональними службами:

1. Вище керівництво та стратегічне управління:

- наглядова рада: найвищий орган управління, який затверджує протоколи та стратегічні рішення підприємства;

- керуючий: головна посадова особа компанії, якій безпосередньо підпорядковуються всі топ-менеджери, директори напрямків та ключові відділи.

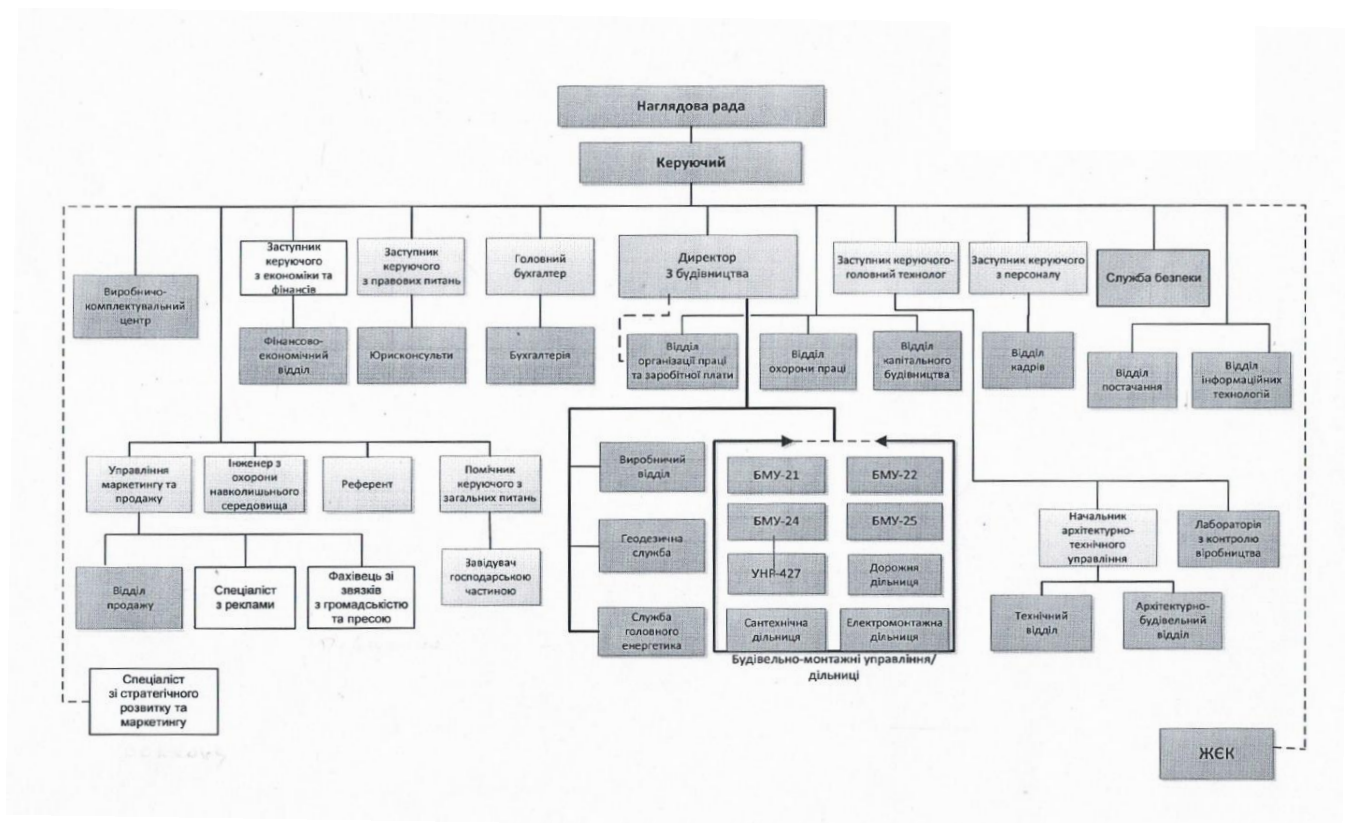


Рисунок 1.2 – Організаційна структура ТДВ «Житлобуд-2»

2. Керуючому безпосередньо підпорядкована команда заступників та керівників відділів, кожен з яких відповідає за свій блок:

- заступник керуючого з економіки та фінансів, який керує фінансово-економічним відділом;
- заступник керуючого з правових питань, йому підпорядковані юрисконсульти;
- головний бухгалтер – очолює бухгалтерію підприємства;
- заступник керуючого – головний технолог – курує технічну політику та інновації у виробництві;
- заступник керуючого з персоналу – керує відділом кадрів;
- служба безпеки – окремий підрозділ контролю та безпеки компанії;
- відділ постачання та відділ інформаційних технологій – функціональні блоки забезпечення.

3. Сектор виробництва.

Це найбільший та найважливіший сектор структури, який безпосередньо реалізує будівельні проекти. Директору з будівництва підпорядковані:

- управлінські та контролюючі відділи, зокрема відділ організації праці та заробітної плати, відділ охорони праці, відділ капітального будівництва, виробничий відділ, геодезична служба та служба головного енергетика;
- будівельно-монтажні управління та ділянки. Сюди входять: БМУ-21, БМУ-22, БМУ-24, БМУ-25; УНР-427; дорожня ділянка; сантехнічна ділянка та електромонтажна ділянка.

4. Проектування, маркетинг та супутні служби:

- виробничо-комплектувальний центр;
- структура управління маркетингу та продажу: включає відділ продажу, спеціаліста з реклами та фахівця зі зв'язків з громадськістю та пресою;
- проектно-технічний блок очолюється начальником архітектурно-технічного управління. Йому підпорядковані: технічний відділ, архітектурно-будівельний відділ, а також лабораторія з контролю виробництва;

– адміністративно-господарський апарат: інженер з охорони навколишнього середовища, референт, помічник керуючого з загальних питань та завідувач господарською частиною.

ЖЕКи є окремими експлуатаційними підрозділами, які забезпечують обслуговування вже зведених та зданих в експлуатацію житлових будинків.

Штатна середньоблікова чисельність персоналу ТДВ «Житлобуд-2» становить 808 осіб. Умовно штат ділиться на такі складові:

– адміністративно-технічний та офісний персонал: близько 15-20% штату (керівництво, бухгалтерія, юристи, кадровики, відділ продажу, архітектурно-технічне управління та ін.);

– виробничий штат: близько 80-85% штату. Сюди входять безпосередні виконавці робіт усередині БМУ-21, БМУ-24, УНР-427, а також дорожньої, сантехнічної та електромонтажної діляниць (монтажники, мулярі, бетонники, кранівники, стропальники, зварювальники тощо).

1.2 Аналіз системи управління охороною праці

Як велике промислово-будівельне підприємство, ТДВ «Житлобуд-2» приділяє серйозну увагу питанням цивільної безпеки, охорони праці та гігієни праці.

Функціонування відділу охорони праці на ТДВ «Житлобуд-2» організовано відповідно до Закону України «Про охорону праці» [3], Типового положення про службу охорони праці [4] та специфіки будівельного виробництва як галузі з високим рівнем ризику виробничого травматизму.

У структурі підприємства цей відділ відіграє роль головного контролюючого, координуючого та профілактичного органу, що забезпечує збереження життя, здоров'я і працездатності персоналу в процесі зведення об'єктів.

Згідно з затвердженою структурою ТДВ «Житлобуд-2» (рис. 1.2), відділ охорони праці знаходиться у підпорядкуванні керуючого компанією, що відповідає вимогам Закону України «Про охорону праці» [3].

Діяльність відділу охорони праці ТДВ «Житлобуд-2» охоплює кілька стратегічних напрямків:

- проведення навчання та інструктажів: враховуючи велику штатну чисельність підприємства (понад 800 постійних працівників) та постійний рух кадрів/субпідрядників, відділ забезпечує безперервний процес інструктування. Фахівці служби проводять вступні інструктажі, контролюють якість проведення первинних та повторних інструктажів на робочих місцях виконробами, а також організовують спеціальне щорічне навчання для осіб, які виконують роботи з підвищеною небезпекою;

- контроль за роботами з підвищеною небезпекою: оскільки монолітно-каркасне висотне будівництво складається переважно з небезпечних процесів (монтаж опалубки на висоті, робота баштових кранів, електрозварювання), служба веде облік та контроль видачі нарядів-допусків. Фахівці служби перевіряють відповідність робочих місць вимогам проектів виконання робіт;

- забезпечення засобами колективного та індивідуального захисту, відділ формує замовлення, контролює якість та правильність видачі сертифікованого спецодягу, спецвзуття, захисних касок, запобіжних лямочних поясів для верхолазів, засобів захисту органів зору та слуху. Також контролюється наявність засобів колективного захисту (захисні вловлювальні сітки, інвентарні огороження перепадів висот, сигнальні стрічки);

- атестація робочих місць та медичні огляди: відділ супроводжує проведення регулярної атестації робочих місць за умовами праці та організовує обов'язкові попередні (при прийнятті на роботу) і періодичні медичні огляди будівельників.

У 2024 р. компанія пройшла сертифікаційний аудит, який засвідчив, що система менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці ТДВ «Житлобуд-2»

була перевірена і відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 45001:2018 «Системи менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці. Вимоги та настанови щодо застосовування» ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосовування» (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Сертифікат на відповідність система менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці ТДВ «Житлобуд-2»

На будівельних майданчиках компанії діють суворі стандарти безпеки, здійснюється контроль за використанням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), належна організація безпечного ведення робіт на висоті та експлуатації важких вантажопідійомних механізмів.

В умовах воєнного часу підприємство адаптувало свої процеси під вимоги цивільного захисту, зокрема забезпечуючи укриття для персоналу та враховуючи заходи безпеки під час відновлювальних робіт.

1.3 Аналіз основних технологічних процесів підприємства

Оскільки ТДВ «Житлобуд-2» є компанією повного циклу з власною проектною, виробничою та експлуатаційною базою, технологічний комплекс підприємства охоплює всі стадії створення об'єкта нерухомості. Усі процеси ТДВ «Житлобуд-2» можна розділити на кілька магістральних технологічних етапів:

1. Передпроектний та проектно-конструкторський етап, який реалізується силами архітектурно-технічного сектору підприємства. Основними технологічними процесами підприємства є: інженерно-геодезичні вишукування на місцевості, архітектурне проектування, розрахунок несучих будівельних конструкцій, розробка проектів організації будівництва та проектів виконання робіт. Саме на цьому етапі закладаються розрахункові коефіцієнти міцності будівель, а також проектуються заходи з техніки безпеки (схеми руху кранів, зони складування, межі небезпечних зон).

2. Виробництво та комплектація будівельних матеріалів. Підприємство не залежить повністю від зовнішніх постачальників, оскільки має власне промислове виробництво, яке управляється виробничо-комплектувальним центром. В рамках нього реалізуються наступні технологічні процеси: виготовлення товарного бетону та цементних розчинів різних марок; виробництво залізобетонних виробів та металоконструкцій (арматурні каркаси, закладні деталі), проводиться вхідний та вихідний лабораторний контроль якості сировини та готових сумішей, планується логістика та постачання матеріалів на майданчики.

3. Загальнобудівельний та монтажний етап є найбільш трудомістким та небезпечним етапом виробництва, який виконується лінійними підрозділами — будівельно-монтажними управліннями (БМУ-21, 22, 24, 25) та УНР-427 безпосередньо на будівельних майданчиках. В рамках цього етапу здійснюються наступні технологічні процеси:

- земляні роботи, а саме розчищення території, вертикальне планування майданчика, виїмка ґрунту (риття котлованів), ущільнення основи під фундаменти;
- влаштування фундаментів, а саме забивання або буріння паль, монтаж монолітних залізобетонних ростверків та фундаментних плит;
- монолітно-каркасні роботи, а саме монтаж інвентарної опалубки, укрупнювальна збірка та в'язка арматурних каркасів, безперервне приймання та укладання бетону за допомогою бетононасосів, догляд за бетоном у зимовий та літній періоди, демонтаж опалубки після досягнення розпалубної міцності;
- кам'яні та огорожувальні роботи, а саме зведення зовнішніх та внутрішніх стін із газобетону, цегли чи керамоблоків, монтаж міжповерхових перекриттів, скління фасадів.

4. Спеціалізовані монтажні та оздоблювальні роботи, які здійснюються після зведення будівлі. До цих процесів належать:

- сантехнічні роботи, під час яких здійснюється прокладання магістралей водопостачання, каналізації, монтаж систем опалення, теплових пунктів та насосних станцій;
- електромонтажні роботи, під час яких здійснюється монтаж силових кабелів, трансформаторних підстанцій, систем внутрішнього та зовнішнього штучного освітлення будівель;
- влаштування дорожнього покриття, благоустрій прибудинкової території, асфальтування під'їзних шляхів, формування пішохідних зон та паркінгів;
- оздоблювальні роботи, під час яких здійснюється штукатурні, малярні роботи, стяжка підлоги, теплоізоляція та декоративне оздоблення фасадів.

5. Експлуатаційний етап, під час якого здійснюється технічний нагляд за станом будівельних конструкцій, обслуговування інженерних мереж (ліфти, котельні, водопровід, електрика) у вже зданих будинках холдингу. Цю функцію виконує власний ЖЕК.

1.4 Аналіз небезпеки технологічних процесів

У будівельній галузі, зокрема на масштабних об'єктах житлового та цивільного будівництва, технологічні процеси супроводжуються високою концентрацією небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Щорічно на будівельному майданчику гине щонайменше 108 тисяч робітників, що становить близько 30 відсотків усіх смертельних травм на виробництві. Дані з низки промислово розвинених країн показують, що будівельники в 3-4 рази частіше, ніж інші працівники, гинуть від нещасних випадків на виробництві. У країнах, що розвиваються, ризики, пов'язані з будівельними роботами, можуть бути в 3-6 разів більшими. Набагато більше працівників страждають і помирають від професійних захворювань, що виникають внаслідок впливу небезпечних речовин, таких як азбест, у минулому [5-8].

Дослідниками зазначається, що нещасні випадки в будівельній галузі часто мають тяжкі наслідки для працівників, їхніх сімей та населення. У цій галузі іноді фіксується майже в шість разів більше смертельних випадків на відпрацьовану годину та вдвічі більше травм, що призводять до інвалідності, ніж у більшості інших галузей [6].

Аналіз сучасної наукової літератури та актуальної статистики виробничого травматизму як в Україні, так і в світі свідчить, що найбільша кількість нещасних випадків із важкими та смертельними наслідками пов'язана з чітко визначеним переліком робіт. Найбільш критичними технологічними процесами у контексті безпеки праці є [5-9]:

1. Роботи на висоті та верхолазні роботи. Цей процес є абсолютним лідером за рівнем смертельного травматизму як в Україні, так і у світовій практиці [9]. У монолітно-каркасному будівництві він супроводжує монтаж інвентарної опалубки, армування та бетонування висотних ярусів, а також фасадні й інші роботи. Сучасні наукові дослідження в галузі цивільної безпеки наголошують, що основними тригерами травматизму тут є відсутність або неправильне встановлення захисних огорожень на межі перепадів висот, невикористання засобів індивідуального захисту (лямочних запобіжних поясів) та руйнування тимчасових риштувань чи підмостків через перевищення навантаження.

2. Експлуатація важких вантажопідійомних механізмів та машин. Процеси, що включають переміщення будівельних матеріалів, конструкцій та обладнання за допомогою баштових, автомобільних кранів, а також роботу бетононасосів і екскаваторів. Травмування внаслідок дії рухомих частин машин, падіння вантажів або перекидання техніки посідає друге місце у структурі важкого травматизму. Фахівці, які аналізують безпеку праці при роботі кранового господарства, вказують на високі ризики, пов'язані з «людським фактором»: незадовільне закріплення вантажів, перебування працівників у небезпечній зоні роботи крана, а також порушення правил координації між машиністом крана та стропальниками через недостатню видимість або засліплення штучним освітленням у вечірню зміну.

3. Земляні роботи та зведення підземних частин (нульовий цикл). Риття глибоких котлованів, траншей, ущільнення ґрунтів та влаштування палихових фундаментів також становить значну небезпеку для працівників. При цьому найбільшу загрозу під час земляних робіт становить раптове обвалення стінок котлованів і завалення працівників ґрунтом. Значна кількість таких аварій стаються через нехтування влаштуванням інженерного кріплення укосів траншей або неправильний розрахунок кута природного укосу, особливо за умов

підвищення вологості ґрунту (дощі, підтоплення) чи вібраційного навантаження від роботи сусідньої важкої будівельної техніки.

4. Електромонтажні роботи та експлуатація тимчасових електромереж. До цієї групи належать процеси забезпечення живленням силового обладнання, зварювальних апаратів, компресорів, а також функціонування систем тимчасового освітлення будівельного майданчика. Ураження електричним струмом характеризується найвищим відсотком летальності серед усіх видів травм. Будівельні майданчики є об'єктами з підвищеною небезпекою через постійну вологість, наявність відкритого металу та динамічний характер робіт, де кабелі часто зазнають механічних пошкоджень. Фахівці зазначають, що критичними факторами є відсутність або несправність пристроїв захисного відключення, використання несертифікованих подовжувачів та виконання робіт без попереднього знеструмлення ділянок.

5. Воєнні ризики як новий технологічний фактор безпеки. Для підприємств, що функціонують в умовах воєнного стану, традиційний перелік будівельних небезпек доповнився критичними зовнішніми факторами – ризиками ракетно-артилерійських обстрілів та ураження вибухонебезпечними предметами (нерозірваними снарядами, мінами). Цей фактор за період повномасштабної війни набув надзвичайно масштабного значення.

1.5 Оцінка ризику технологічного процесу

Враховуючи вищезазначені причини травматизму, фахівці відділу охорони праці приділяють велику увагу реалізації ризикорієнтованого підходу в управлінні охороною праці на ТДВ «Житлобуд-2». В компанії реалізований напівкількісний метод оцінювання за допомогою матриці наслідків та ймовірностей, за якого процес оцінювання складається з чотирьох послідовних етапів [10].

Етап 1. Розподіл технологічного циклу на операції та ідентифікація умов. На цьому етапі будівельний процес розбивається на локальні часові та просторові етапи:

1. Підготовчі та земляні роботи (вирівнювання основи, робота техніки, встановлення огорожень).

2. Монтаж нижнього ярусу конструкцій (збирання перших рам, зв'язків та подальший демонтаж допоміжних елементів).

3. Висотний монтаж (набирання висоти до проектної відмітки, укладання настилів, закріплення захисної сітки).

4. Комісійне приймання готової конструкції в експлуатацію.

Під час аналізу кожної операції експертна група обов'язково розділяє умови виникнення небезпеки на дві категорії:

– нормальні умови (Н): повсякденний, запланований перебіг технологічного процесу (наприклад, ручне перенесення або вплив погодних факторів);

– аварійні ситуації (А): раптові збої, відмови обладнання, падіння предметів або короткі замикання.

Етап 2. Визначення джерел небезпеки та потенційних наслідків. На цьому етапі для кожної виділеної операції фіксується конкретний матеріальний об'єкт (машина, інструмент, елемент споруди) або фактор середовища, що несе загрозу, та прогнозуються найважчі наслідки для персоналу:

– транспортні та механічні фактори: робота екскаватора на нульовому циклі загрожує стійкою втратою працездатності, інвалідністю або смертю через наїзд чи перевертання техніки;

– фактори висоти: перебування на монтажних ярусах створює критичну загрозу падіння людей з іншого рівня, що загрожує травмами, несумісними з життям, та складними множинними переломами;

– електричні фактори: використання зварювального трансформатора чи робота з несправним заземленням утворюють ризик прямого або непрямого електричного контакту з наслідком летального ураження струмом;

– ергономічні та кліматичні фактори: тривала ручна праця, надмірні навантаження, високі чи низькі температури призводять до погіршення стану опорно-рухового апарату, втрати свідомості або запаморочення.

Етап 3. Математичний розрахунок рівня ризику. У системі оцінювання, відображеній у карті, кожен ризик отримує кількісну оцінку (Р) за допомогою двофакторного розрахунку:

$$R = B \cdot T, \quad (1.1)$$

де В – ймовірність інциденту, яка оцінюється експертно від 1 (малоймовірно, подія може відбутися в аварійному режимі) до 3 (дуже ймовірно через специфіку висотних робіт);

Т – тяжкість відображає рівень шкоди здоров'ю: від 1–2 (дрібні порізи, синці, тимчасова втрата працездатності) до 5 (смертельні випадки, інвалідність).

За результатами розрахунку ризику диференціюються за ступенем критичності (рис. 1.4).

Етап 4. Формування існуючих способів захисту та бар'єрів безпеки. Фінальним кроком оцінювання є зіставлення отриманого балу ризику з комплексом захисних бар'єрів, які підприємство впроваджує на майданчику.

			Наскільки ймовірно – ВІРОГІДНІСТЬ		
			Малоймовірно	Цілком ймовірно	Дуже ймовірно
			1	2	3
Яка шкода – наслідок	Легка травма	1	Дуже низький	Низький	Середній
	Тимчасова втрата працездатності, нещасний випадок	2	Низький	Середній	Високий
	Смерть або стійка втрата працездатності	3	Середній	Високий	Непринятно високий

			Наскільки ймовірно – ВІРОГІДНІСТЬ		
			Малоймовірно	Цілком ймовірно	Дуже ймовірно
			1	2	3
Яка шкода – наслідок	Легка травма	1	1	2	3
	Тимчасова втрата працездатності, нещасний випадок	2	2	4	6
	Смерть або стійка втрата працездатності	3	3	6	9

Рисунок 1.4 – Матриця оцінювання ризику

Засоби захисту узгоджуються з відповідною ієрархією засобів контролю [11] (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Ієрархія засобів контролю

Такі бар'єри поділяються на:

1. Організаційні бар'єри: залучення виключно кваліфікованого, навченого персоналу, обов'язкова видача нарядів-допусків та проведення цільових інструктажів, вивчення проектно-технологічної документації комісією

2. Технічні бар'єри: винесення та жорстке визначення меж небезпечної зони з улаштуванням сигнального огородження, монтаж захисного піддашшя над зонами входу, встановлення суцільного бортового огородження настилів, натягування зовнішньої захисної сітки та обов'язкове виконання контуру заземлення

3. Засоби індивідуального захисту та страхувальні системи: для зниження критичного ризику падіння обов'язково розробляється схема страхування - визначаються жорсткі анкерні точки кріплення страхувальних канатів на кожному ярусі та приписується використання лямкових поясів безпеки, оснащених стропами з амортизаторами.

Проведемо оцінювання ризиків для найбільш травмонебезпечних технологічних процесів, виявлених в результаті аналізу (табл. 1.1). За результатами оцінювання ризику можна побачити, що найбільший ризик супроводжує роботи на висоті (монтаж опалубки, армування, бетонування висотних ярусів), експлуатацію вантажопідйомних механізмів та машин (баштові, автомобільні крани). Також значні ризики виникають у разі виникнення аварійних ситуацій на об'єкті, а саме: незадовільного закріплення (стропування) вантажів, падіння вантажу, порушення координації, а також руйнування тимчасових риштувань чи підмостків через перевищення навантаження.

Ці результати оцінювання ризику в подальшому становлять основу для розробки карт оцінки ризику на певні види робіт.

Таблиця 1.1 – Результати оцінювання ризику

№ з/ п	Існуюче джерело небезпеки або небезпечна ситуація	Вид небезпеки	Вироб ничі умови	Потенційні (найбільш важкі) наслідки для людей	Існуючі способи захисту (технічні, організаційні, ЗІЗ)	В	Т	Р
1	Роботи на висоті (монтаж опалубки, армування, бетонування висотних ярусів)	Фактори висоти	Н	Складні переломи, струси мозку, внутрішні кровотечі через втрату рівноваги або запаморочення	1. Наявність суцільних інвентарних огорожень перепадів висот. 2. Організація безпечних технологічних переходів, маршових сходів. 3. Медичний огляд (контроль відсутності протипоказань до верхолазних робіт).	2	5	10
2	Руйнування тимчасових риштувань чи підмостків через перевищення навантаження	Фактори висоти	А	Травми, несумісні з життям, множинні відкриті переломи, масовий травматизм	1. Проектування ПВР із розрахунком навантаження на риштування. 2. Суворий контроль за повнотою анкерного кріплення риштувань до фасаду за схемою «П» та у шаховому порядку. 3. Встановлення бортових елементів настилів та суцільного огороження. 4. Використання сертифікованих лямкових поясів безпеки з	3	5	15

					амортизаторами та чітким визначенням анкерних точок.			
3	Експлуатація важких вантажопідйомних механізмів та машин (баштові, автомобільні крани)	Транспортні та механічні фактори	Н	Затискання, механічні травми кінцівок, защемлення рухомими деталями машин	1. Обов'язкове винесення та позначення сигнальною стрічкою меж небезпечної зони роботи крана. 2. Вимоги до кваліфікованого, навченого та атестованого персоналу (машиністи, стропальники). 3. Використання захисних касок, сигнальних жилетів та спецодягу.	2	5	10
4	Незадовільне закріплення (стропування) вантажів, падіння вантажу, порушення координації	Транспортні та механічні фактори	А	Смертельні випадки, стійка інвалідність працівників у зоні переміщення вантажів	1. Застосування портативних рацій для безперервного зв'язку стропальника з машиністом крана. 2. Раціональний світлотехнічний аудит, усунення сліпих або тіньових зон під час вечірньої зміни. 3. Використання лише перевіреного та сертифікованого чалочного та стропувального інвентарю.	2	5	10
5	Земляні роботи (риття глибоких котлованів, траншей,	Механічні та транспортні фактори	Н	Падіння будівельників у відкриті котловани, дрібні забиття, порізи, подряпини	1. Встановлення захисно-охоронних огорожень навколо периметра котловану. 2. Організація безпечних спусків (трапів) у котлован.	2	2	4

	ущільнення ґрунтів)			гострими предметами	3. Наявність медичної аптечки першої допомоги безпосередньо на ділянці.			
6	Раптове обрушення стінок котлованів і завалення працівників ґрунтом	Геотехнічні фактори небезпеки	A	Механічна асфіксія (удушення), переломи кісток, смертельні наслідки під завалами	1. Технологічно правильний розрахунок кута природного укосу залежно від типу ґрунту. 2. Влаштування інженерного кріплення стінок і укосів траншей. 3. Контроль відстані розташування важкої техніки від бровки котловану. 4. Призупинення робіт під час злив.	1	5	5
7	Забезпечення живленням силового обладнання та тимчасове освітлення майданчика	Кліматичні та ергономічні фактори небезпеки	H	Термічні опіки від зварювальної дуги, подразнення очей, запаморочення через спеку	1. Використання захисних масок зварювальника та спецодягу. 2. Регулювання режиму праці та відпочинку під час літньої спеки. 3. Забезпечення працівників питною водою, наявність протиалергічних засобів.	2	2	4
8	Механічне пошкодження кабелів у вологому середовищі будівельного майданчика	Електричні прямі та непрямі контакти	A	Ураження електричним струмом, травми, несумісні з життям, фібриляція серця, тяжкі електричні опіки	1. Трансформація схем живлення 2. Захист та трасування кабельних ліній 3. Специфікація кабельної продукції 4. Заземлення металоконструкцій 5. Використання ЗІЗ 6. Візуальний контроль стану ізоляції	1	5	5

Прикладом подальшої реалізації такого підходу є карта оцінки ризиків для технологічного процесу монтажу рамних риштувань. Схема монтажу риштувань (рис. 1.6) показує основні етапи цього технологічного процесу.

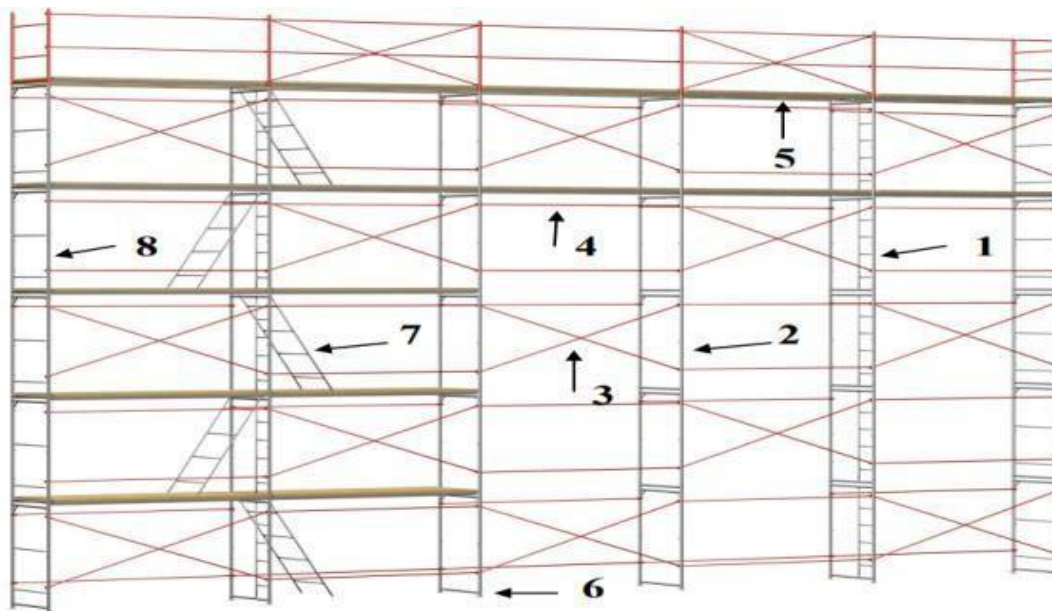


Рисунок 1.6 – Схема монтажу риштувань

Етап 1. Підготувати основу механізованим, ручним способом провести горизонтальне вирівнювання основи, під влаштування опорних поверхонь під конструктивні несучі елементи риштувань. Визначити та огородити сигнальним огородженням небезпечну зону виконання робіт. Виконати металеву конструкцію операння 2-3 ярусу риштувань під аркою в'їзду в внутрішній двір.

Етап 2. Здійснити монтаж елементів суміжних рам першого ярусу зі сходами, рам без сходів, діагональних і горизонтальних зв'язків по всій осі фасаду, в тому числі в зоні арки на висоту відмітки 3 ярусу без обривання елементів риштувань. В процесі виконання 3 ярусу в зоні арочного пройому зробити переопирання 3 ярусу на металеву конструкцію та одночасно розкріпити периметр вертикальних елементів до існуючого фасаду на кожному ярусі методом «П». Здійснити під наглядом відповідальної особи перевірку надійності

діагональних і горизонтальних зв'язків вертикальних елементів. Після вище перелічених робочих операцій здійснити демонтаж 1-2 ярусу.

Етап 3. Встановити рами 3 ярусу, з'єднати їх зв'язками по всій осі горизонту та розкріпити в шахматному порядку до фасаду анкерним з'єднанням. Діагональні зв'язки розташувати таким чином, щоб вони були встановлені в шаховому порядку. Для монтажу потрібно використовувати ригелі, на які укладаються дерев'яні настилами з суцільною бортовою обшивкою по низу та похилими сходами для підйому і спуску людей. Встановити торцеві і поздовжні огорожі. З зовнішньої сторони риштувань закріпити захисну сітку та здійснити заземлення.

Етап 4. Повторюючи етап 3 набрати необхідну висоту риштувань. Проміжні елементи і діагоналі повинні бути встановлені відповідно до загальної схеми складання риштувань.

Етап 5. Риштовання та помості висотою вище ніж 4 м прийняти в експлуатацію комісією з оформленням відповідного акту та перевірити: наявність кріплень, що забезпечують їх стійкість, вузли кріплення окремих елементів, робочі настили та огороження, вертикальність стояків, надійність опорних площадок та заземлення (для металевих риштовань).

Таблиця 1.2 – Приклад оцінки ризику для першого етапу монтажу риштувань

№ з/п	Існуючий джерело небезпеки (об'єкт, обладнання) або можлива небезпечна ситуація	Вид небезпеки	Виробничі умови виникнення небезпек (нормальна робота або аварійна ситуація)	Потенційні (найбільш важкі) наслідки для людей (працівники, підрядники, відвідувачі, ін.)	Існуючі способи захисту (технічні, організаційні, ЗІЗ)	Оцінка ризику (Наслідки х Можливість = Ризик)		
						В	Т	Р
Етап 1.	Екскаватор (планування території)	Транспортні фактори небезпеки	Н	Стійка втрата працездатності, інвалідності людини, або групи людей, смертельні випадки	1. Вимоги до кваліфікованого, навченого та досвідченого персоналу. 2. Ознайомлення з проектно-технологічною документацією 3. Проведення цільового інструктажу на виконання робіт підвищеної небезпеки, видача наряду-допуску. 4. Визначити та огородити сигнальним огороженням небезпечну зону виконання робіт. 5. Застосування обміну інформації на відстані роботи екскаватора за допомогою портативних рацій 6. Особиста обережність, уважність до виконання робіт 7. Використання ЗІЗ 8. Наявність медичної аптечки. Наявність проти алергічних препаратів 9. Режим роботи та відпочинку	1	5	5
		Захоплення машинами, перевертання	А			1	5	5
	Ділянка проведення робіт (територія/місце монтажу риштувань)	Небезпечні перешкоди на об'єктах, гострі предмети	Н	Мілкі порізи, подряпини, забій м'яких тканин без кровотечі, синці, подразнення очей пилом		2	2	4
		Вплив високих температур	Н	Втрата свідомості, уважності, запаморочення		1	2	2
		Біологічні контакти	А	Укус змії, комах, тощо		1	1	1

1.6 Висновки по розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено комплексний аналіз стану охорони праці, організаційної структури та специфіки виробничої діяльності ТДВ «Житлобуд-2», а також досліджено чинні методологічні підходи до оцінювання професійних ризиків. Зазначено, що ТДВ «Житлобуд-2» - це потужне будівельне підприємство повного циклу. В процесі аналізу технологічних процесів виявлено, що широке використання технології монолітно-каркасного зведення багатоповерхових будівель зумовлює високу концентрацію небезпечних зон та вимагає специфічних інженерних рішень у сфері безпеки праці.

Система управління охороною праці у ТДВ «Житлобуд-2» побудована за ієрархічним принципом із прямим підпорядкуванням відділу охорони праці керуючому компанією, що забезпечує належну незалежність та повноту контролюючих функцій служби. Ефективність функціонування системи підтверджено успішним проходженням сертифікаційного аудиту на відповідність вимогам міжнародного стандарту ISO 45001:2018 (ДСТУ ISO 45001:2019), що свідчить про інтеграцію проактивного менеджменту безпеки у загальну бізнес-стратегію холдингу.

На основі аналізу наукової літератури виділено п'ять найбільш критичних технологічних процесів у контексті виробничого травматизму: роботи на висоті, експлуатація важких вантажопідйомних машин, земляні роботи нульового циклу, обслуговування тимчасових електромереж, а також принципово новий фактор - воєнні ризики (загрози обстрілів та мінної небезпеки), які потребують невідкладної інтеграції в систему цивільного захисту підприємства.

Встановлено, що на підприємстві впроваджено сучасний напівкількісний метод оцінювання за допомогою матриці наслідків та ймовірностей, який повністю відповідає класифікації міжнародного стандарту

ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2022. Перевагою даного підходу визначено його дискретність, тобто розподіл циклу на окремі операції, врахування як нормальних, так і аварійних умов праці, а також математичне вираження рівня ризику за шкалою від 1 до 15.

На прикладі розробленої на підприємстві Карти оцінки ризиків для процесу монтажу рамних риштувань показано, як технологічний процес послідовно трансформується у систему керованих ризиків, що дозволяє службі охорони праці чітко диференціювати захисні бар'єри. Це забезпечує адресне впровадження організаційних, технічних заходів та засобів індивідуального захисту (зокрема, лямкових поясів з амортизаторами та жорстких анкерних ліній) відповідно до ієрархії засобів контролю.

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Захист працівників від впливу незадовільного рівня метеоумов

Результати оцінювання ризиків у нормальних умовах повсякденного перебігу технологічних процесів на ТДВ «Житлобуд-2» показали, що будівельний персонал піддається постійному впливу комплексу шкідливих виробничих факторів. Найбільш вираженими серед них є несприятливий мікроклімат, який характеризується дією високих та низьких температур. Також присутній високий рівень запиленості робочої зони, шум і вібрація від роботи будівельних машин, а також ергономічні навантаження.

Будівельні роботи (особливо земляні, монолітні та монтаж риштувань) виконуються на відкритому повітрі, що зумовлює пряму залежність стану працівників від метеорологічних умов холдингу. З метою мінімізації впливу шкідливих чинників, профілактики професійних захворювань будівельників та покращення стану робочого середовища відповідно до вимог санітарного законодавства України, запропоновано відповідні рішення.

Для захисту від теплових ударів в теплий період року та запобігання втраті свідомості, запамороченню та зневодненню персоналу необхідно оптимізувати режими праці та відпочинку. Під час проведення робіт на відкритих майданчиках сумарна тривалість робіт за температури понад +28 °С не повинна перевищувати 4-5 годин за зміну, а тривалість регламентованих перерв має становити не менше 10 % робочого часу на кожні 2 °С перевищення. При виконанні робіт на відкритій місцевості за температури зовнішнього повітря понад +35 °С тривалість періодів безпечної роботи має становити 15-20 хвилин із наступною тривалістю відпочинку не менше 10 хвилин в охолоджених приміщеннях [12].

Для автоматизації контролю тривалості регламентованих перерв та превентивного захисту персоналу ТДВ «Житлобуд-2» від теплового стресу за температури понад $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$... $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, пропонується впровадження елементів концепції «Цифрового будівельного майданчика». Зокрема, доцільним є використання IoT-метеостанції Kestrel 5400 [13] для безперервного моніторингу показників метеоумов та інтеграція біометричних смарт-браслетів у загальну систему ЗІЗ будівельників-монтажників.



Рисунок 2.1 – Трекер теплового стресу Kestrel 5400

Дані з метеостанції передаються у хмару. Програмне забезпечення автоматично порівнює поточний стан метеоумов з нормативами. Як тільки температура перетинає відмітку $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$ або $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, програма автоматично генерує та розсилає у месенджерах чи спеціальному додатку пуш-повідомлення: «Увага! Температура на ярусі №5 становить $+35,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Перевести бригаду БМУ на режим: 15 хв праці / 10 хв відпочинку».

Іншим варіантом може бути використання IoT-платформи SlateSafety, яка розроблена та успішно використовується на об'єктах різного призначення США [14]. Це одна з найбільш передових комплексних цифрових систем для захисту працівників від теплового стресу, яка поєднує локальний моніторинг

середовища та персональні датчики. Платформа використовує кліматичні IoT-хаби та персональні наплічні датчики BAND V2. Система збирає показники метеоумов з навколишнього середовища і зіставляє їх із фізіологічними даними працівника (температура тіла, пульс). Хмарна архітектура автоматично розсилає пуш-сповіщення керівникам робіт, коли комбінація зовнішньої спеки та навантаження працівника досягає критичної межі.

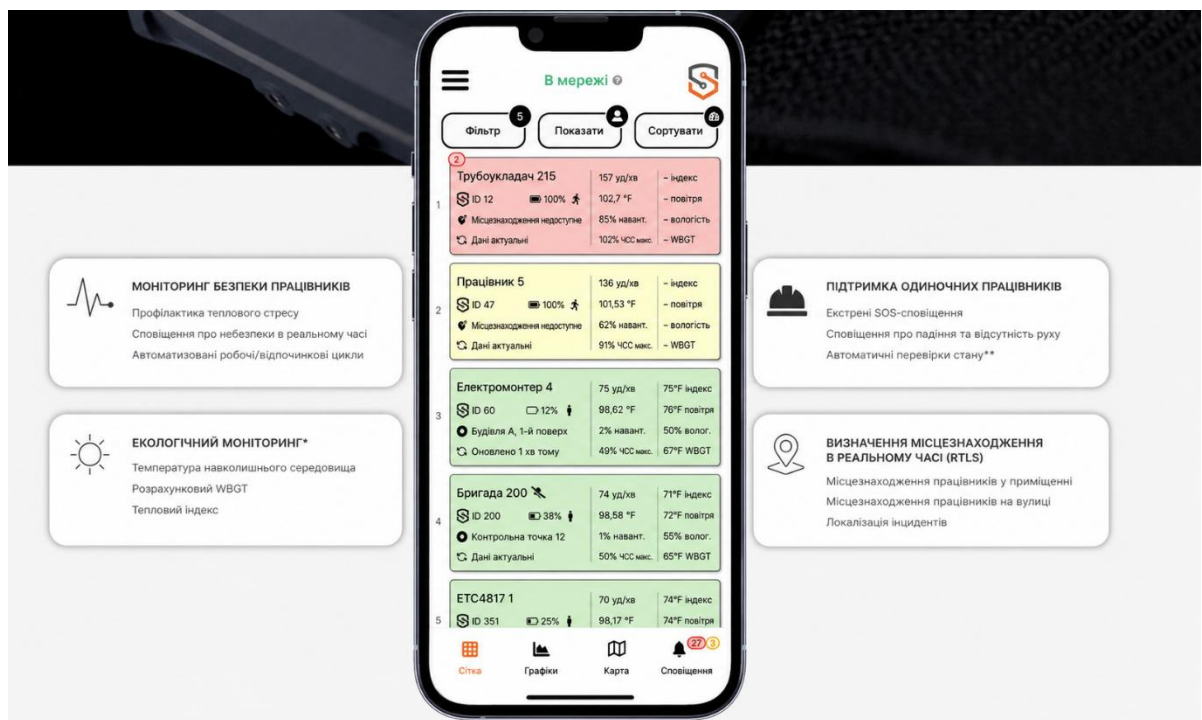


Рисунок 2.2 – Інтерфейс програмно-апаратного комплексу
SlateSafety для онлайн-моніторингу теплового
навантаження будівельників

Впровадження цих технологій дозволить замінити суб'єктивний контроль за режимами праці та відпочинку на об'єктивне цифрове управління, повністю виключивши людський фактор керівників і звівши ризик теплових ударів чи втрати свідомості робітників до нуля.

Наступним важливим аспектом попередження травм та захворювань працівників, які працюють на відкритому повітрі, є організація питного

режиму. На будівельних майданчиках необхідно забезпечувати мобільні пункти з питною водою. Вживати воду та напої слід часто і в невеликих кількостях, у той же час виконуючи фізичну роботу за температури повітря понад $+30^{\circ}\text{C}$, потрібно випивати не менше 0,5 л води на годину [12].

Для захисту від переохолодження працівників в холодний період року необхідно розробити графік періодичних перерв для обігріву працівників у спеціально пунктах обігріву, де температура повітря повинна підтримуватися на рівні не нижче 22°C .

Враховуючи такі вимоги, з метою забезпечення належних санітарно-побутових умов та захисту будівельників ТДВ «Житлобуд-2» від несприятливих метеорологічних чинників, пропонується впровадження на майданчику мобільних блок-модулів контейнерного типу з інтегрованими системами клімат-контролю. Дані пункти мають експлуатуватися у всесезонному режимі: в літній період року вони функціонують як кондиціоновані приміщення для регламентованого відпочинку та профілактики теплового стресу з підтримкою температури $+22^{\circ}\text{C}$, а в зимовий період — як пункти обігріву працівників, оснащені автоматичними електроконвекторами. Обов'язкове розташування таких пунктів у радіусі не більше 50–75 м від основних робочих місць (монолітних ярусів, котлованів) дозволить забезпечити повну відповідність вимогам санітарного законодавства та зведе до мінімуму ризики професійної захворюваності та втрати свідомості персоналом через екстремальні температури [15].

Приклад такого блок-модуля контейнерного типу представлений на рис 2.3 [16]. Побутові вагончики для робітників утеплені базальтовою ватою Техно НІКОЛЬ (від 100 мм, 35кг/м^3), що зберігає комфортну температуру всередині як зимою, так і літом. Цей матеріал за показником ефективності перевершує цегляну стіну в 10 разів і сприяє суттєвій економії теплоенергії. Також базальтова вата ефективно поглинає шум зовні.



Рисунок 2.3 – Блок-модуль контейнерного типу для будівельного майданчика

Для забезпечення нормативних параметрів робочого середовища згідно з ДСН 3.3.6.042-99 [17], кожен модуль комплектується інверторною спліт-системою та локальною припливно-витяжною вентиляцією з рекуперацією тепла. Дане інженерне рішення дозволяє цілорічно підтримувати всередині пункту відпочинку температуру на рівні $22^{\circ}\text{C} \dots +24^{\circ}\text{C}$ та відносну вологість 40-60 %, забезпечуючи ефективне відновлення сил робітників під час регламентованих перерв у зимовий та літній періоди року.

Для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в пункті відпочинку працівників виконано розрахунок необхідної холодопродуктивності кондиціонера .

Сумарні теплонадходження до приміщення визначаються за формулою [18]:

$$Q_{\text{сум}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (2.1)$$

де Q_1 – теплонадходження через огорожувальні конструкції;

Q_2 – тепловиділення від людей;

Q_3 – тепловиділення від обладнання та освітлення.

Приймаємо наступні розміри блок-модуля: довжина $L = 6,05$ м, ширина $B = 2,44$ м, висота $H = 2,6$ м.

Площа приміщення становить:

$$S = 6,05 \cdot 2,44 = 14,76 \text{ м}^2.$$

Для подальших розрахунків приймаємо $S = 15 \text{ м}^2$.

Об'єм приміщення $V = 15 \cdot 2,6 = 39 \text{ м}^3$. Кількість працівників $n = 4$ особи.

Питомий коефіцієнт теплонадходжень для блок-модуля, розташованого на відкритому будівельному майданчику $q = 40 \text{ Вт/м}^3$.

Теплонадходження через стіни, покрівлю та вікна визначаються за формулою:

$$Q_1 = V \cdot q \quad (2.2)$$

$$Q_1 = 39 \cdot 40 = 1560 \text{ Вт} = 1,56 \text{ кВт}.$$

Для працівників, які перебувають у стані відпочинку, тепловиділення приймається 100 Вт на одну особу.

Тоді:

$$Q_2 = n \cdot 100 \quad (2.3)$$

$$Q_2 = 4 \cdot 100 = 400 \text{ Вт} = 0,40 \text{ кВт}.$$

З урахуванням роботи освітлення, холодильника, електрочайника та інших побутових приладів приймаємо $Q_3 = 300 \text{ Вт} = 0,30 \text{ кВт}$.

Визначення сумарних теплонадходжень:

$$Q_{\text{сум}} = 1,56 + 0,40 + 0,30 = 2,26 \text{ кВт}.$$

Для врахування пікових теплових навантажень вводимо коефіцієнт запасу $K_3 = 1,15$.

Необхідна холодопродуктивність кондиціонера:

$$Q_n = Q_{\text{сум}} \cdot K_3 \quad (2.4)$$

$$Q_n = 2,26 \cdot 1,15 = 2,60 \text{ кВт}.$$

Таким чином, у результаті проведеного розрахунку встановлено, що для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в блок-модулі площею 15 м² необхідна холодопродуктивність системи кондиціонування становить не менше 2,6 кВт. Для даного приміщення доцільно застосувати інверторну спліт-систему типорозміру 09 (9000 BTU/год) з холодопродуктивністю 2,5–2,7

кВт. Використання такої системи дозволить підтримувати комфортну температуру повітря в межах 22–24 °С [17], зменшити теплове навантаження на працівників під час відпочинку та забезпечити виконання вимог виробничої санітарії щодо параметрів мікроклімату.

Також такі блок-модулі дозволяють вирішити питання забезпечення санітарно-побутових потреб працівників, адже вони обладнані роздягальнями з індивідуальними шафами для роздільного зберігання чистого та робочого (запиленого) одягу, а також душовими кабінами з гарячим водопостачанням.

2.2 Зниження запиленості та загазованості повітря робочих зон

Під час підготовки основи, земляних робіт, різання будматеріалів та зведення стін виникає інтенсивне виділення мінерального пилу, що загрожує подразненням очей та хронічними пиловими бронхітами.

Для оцінки умов праці працівників ТДВ «Житлобуд-2» проведемо розрахунок концентрації пилу в зоні дихання під час виконання робіт із сухого різання та шліфування бетонних і цегляних конструкцій ручним електроінструментом. Розрахунок виконано на основі балансу мас шкідливих речовин та визначення концентрації пилу в зоні дихання працівника в умовах природного повітрообміну [19-20]. Приймаємо інтенсивність пилоутворення $G = 16,67$ мг/с. Вважаємо, що швидкість руху повітря на відкритому будівельному майданчику становить $v = 1$ м/с. Відстань від джерела пилоутворення до органів дихання працівника $r = 0,5$ м. Гранично допустима концентрація неорганічного пилу із вмістом діоксиду кремнію до 10 % $C_{ГДК} = 6$ мг/м³ [19].

Площа умовного поперечного перерізу зони розсіювання визначається за формулою:

$$F = \pi \cdot r^2 \quad (2.5)$$

$$F = 3,14 \cdot (0,5)^2 = 0,785 \text{ м}^2.$$

Об'ємна витрата повітря через робочу зону становить:

$$L = F \cdot v \quad (2.6)$$

Підставляємо значення:

$$L = 0,785 \cdot 1 = 0,785 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Концентрація пилу в зоні дихання працівника визначається за формулою:

$$C_{\text{факт}} = G / L \quad (2.7)$$

Підставляємо значення:

$$C_{\text{факт}} = 16,67 / 0,785 = 21,24 \text{ мг/м}^3.$$

Кратність перевищення гранично допустимої концентрації визначається за формулою:

$$K = C_{\text{факт}} / C_{\text{ГДК}} \quad (2.8)$$

Підставляємо значення:

$$K = 21,24 / 6 = 3,54.$$

Отже, фактична концентрація пилу перевищує нормативне значення у 3,54 рази.

У результаті проведеного розрахунку встановлено, що під час сухого різання або шліфування бетонних і цегляних конструкцій на відкритому повітрі фактична концентрація пилу в зоні дихання працівника становить 21,24 мг/м³, що перевищує гранично допустиму концентрацію у 3,5 рази.

Враховуючи високу дисперсність та фіброгенну небезпеку пилу на об'єктах ТДВ «Житлобуд-2», у дипломній роботі пропонується інженерне рішення щодо переходу від пасивного захисту органів дихання до використання засобів колективного захисту – активних систем пилопригнічення.

Так, зокрема, для локалізації пилової хмари в зоні роботи важкої техніки (нульовий цикл, земляні роботи) пропонується використання мобільних водяних гармат вентиляторного типу, що забезпечують дисперсність крапель у межах 50–150 мкм, що гарантує швидке осадження пилу без утворення калюж. Прикладом сучасного індустріального рішення в цій сфері є

професійні водяні гармати для пилопригнічення вентиляторного (турбінного) типу серії MobyDick Cannon [21].



Рисунок 2.4 – Водяна гармата для пилопригнічення вентиляторного (турбінного) типу серії MobyDick Cannon

Системи контролю пилу MobyDick працюють за принципом зв'язування пилу за допомогою крихітних крапельок води. Сучасний насос високого тиску в поєднанні з потужною системою фільтрації, спеціальними форсунками та аеродинамічно сформованим високопродуктивним конусом (турбіною) забезпечують оптимальний розмір та розподіл крапель. Вони спрямовуються на джерело пилу кільцем форсунки. Там вони зв'язуються з летючими частинками пилу та змушують їх швидко падати на землю, що призводить до значного зменшення пилу, що корисно для працівників та довкілля. Ці установки розроблені спеціально для важких умов експлуатації на будівельних майданчиках, при знесенні будівель, у кар'єрах та на цементних виробництвах. Високопродуктивний конус (турбіна), виготовлений з твердого пластику, армованого волокном, був розроблений спільно з Інститутом

аеродинаміки Цюрихського університету прикладних наук і є надзвичайно стійким до корозії, зменшує шум і легко ремонтується. Завдяки своїй інноваційній формі (рефлексні аеродинамічні профілі) та інтегрованим статорам, він досягає видатного рівня ефективності. Генерований повітряний потік забезпечує потужну тягу, яка точно спрямовує краплі води до джерела пилу. Сегментоване кільце форсунок (15+15 змінних спеціальних форсунок) дозволяє створювати два різні розпилення з різним об'ємом води [21].

Наступним важливим кроком у напрямку знепилення технологічних процесів та захисту персоналу є локалізація пилу при роботі з ручним інструментом. Усі відрізні та шліфувальні машини (для різання газобетону, цегли, зачищення моноліту) повинні комплектуватися пиловловлювальними кожухами з підключенням до промислових будівельних пиłosосів. Так, зокрема, для операцій із зачищення напливів бетону, опалубних швів, обробки інших матеріалів та шліфування поверхонь пропонується використовувати сучасні системи на базі спеціального витяжного кожуха. Прикладом такого обладнання може бути шліфувальна машина Hilti DG 150 у парі з будівельним пиłosосом Hilti VC 40-M [22].

Через патрубок у кожусі пиłosос створює потужне розрідження повітря і миттєво засмоктує пил. Пиłosоси класу М обладнані HEPA-фільтрами, які затримують 99,9% пилу. Кожні 15–30 секунд пиłosос автоматично «простукує» (очищає пневмоімпульсом) власні фільтри, тому потужність всмоктування не падає під час безперервної роботи.



Рисунок 2.5 – Будівельний пиросос Hilti VC 40-M

Впровадження зазначених заходів дозволить знизити пилове навантаження на працівників та привести умови праці у відповідність до вимог нормативних документів [15, 19].

Також працівники ТДВ «Житлобуд-2» мають забезпечуватися ефективними засобами індивідуального захисту органів дихання та зору, а саме, протипиловими респіраторами класу захисту не нижче FFP2 та герметичними захисними окулярами з непрямою вентиляцією. Відповідно до вимог ДСТУ EN 149:2017 [23] респіратори класу FFP2 забезпечують коефіцієнт захисту не менше 10.

Проведемо розрахунок ефективності респіратора FFP2 за умов, що фактична концентрація пилу в зоні дихання працівника (ф-ли 2.5-2.8) $C_{\text{факт}} = 21,24 \text{ мг/м}^3$, гранично допустима концентрація неорганічного пилу $C_{\text{ГДК}} = 6 \text{ мг/м}^3$ [19]. Коефіцієнт захисту респіратора FFP2 приймаємо $K_{\text{зах}} = 10$ [23].

Концентрація пилу, що потрапляє до органів дихання працівника, визначається за формулою [23-24]:

$$C_{\text{зах}} = C_{\text{факт}} / K_{\text{зах}} \quad (2.9)$$

$$C_{\text{зах}} = 21,24 / 10 = 2,12 \text{ мг/м}^3.$$

Визначимо співвідношення отриманої концентрації до гранично допустимої:

$$K = C_{\text{зах}} / C_{\text{ГДК}} \quad (2.10)$$

$$K = 2,12 / 6 = 0,35.$$

Ефективність застосування респіратору визначається за формулою:

$$E = ((C_{\text{факт}} - C_{\text{зах}}) / C_{\text{факт}}) \cdot 100 \%. \quad (2.11)$$

Підставляємо значення:

$$E = ((21,24 - 2,12) / 21,24) \cdot 100 \% = 90,0 \%.$$

Результати розрахунку показали, що під час виконання робіт із сухого різання та шліфування бетонних конструкцій концентрація пилу в зоні дихання працівника становить 21,24 мг/м³ та перевищує нормативне значення у 3,5 рази. Застосування респіратору класу захисту FFP2 забезпечує зниження концентрації пилу, що надходить до органів дихання працівника, до 2,12 мг/м³, тобто нижче гранично допустимої концентрації 6 мг/м³. Ефективність запропонованого заходу становить 90 %, що підтверджує доцільність обов'язкового використання респіраторів під час виконання пилових будівельних робіт.

У той же час, незважаючи на достатньо високу ефективність респіраторів класу FFP2 щодо зниження концентрації пилу в повітрі, що вдихається працівником, їх застосування належить до засобів індивідуального захисту і не усуває джерело утворення пилу. Відповідно до принципів управління професійними ризиками та ієрархії заходів безпеки (рис. 1.5), пріоритет повинні мати засоби колективного захисту, спрямовані на запобігання поширенню шкідливих речовин у робочій зоні.

У зв'язку з цим використання респіраторів доцільно розглядати лише як додатковий захід захисту. Основним напрямом зниження запиленості під час виконання будівельних робіт повинно бути впровадження активних систем пилопригнічення, зокрема технології мокрого різання та шліфування, застосування локальних аспіраційних пристроїв, промислових пилососів,

підключених безпосередньо до ручного електроінструменту, а також використання обладнання із вбудованими системами видалення пилу.

Застосування засобів колективного захисту дозволяє зменшити концентрацію пилу безпосередньо в зоні його утворення, забезпечує захист усіх працівників, які перебувають на будівельному майданчику, та сприяє приведенню умов праці у відповідність до вимог виробничої санітарії. Тому найбільший ефект досягається при комплексному використанні активних систем пилопригнічення та засобів індивідуального захисту органів дихання.

2.3 Захист від виробничого шуму

Захист працівників від шумового навантаження на будівельному майданчику ТДВ «Житлобуд-2» є критично важливим завданням виробничої санітарії. Будівництво належить до галузей із надвисоким рівнем шуму: робота відбійних молотків, бетононасосів, компресорів, баштових кранів та КШМ створює звуковий тиск у діапазоні 85–115 дБА, що значно перевищує санітарні норми [25]. Тривалий вплив такого шуму призводить до професійної приглухуватості (нейросенсорної приглухуватості), підвищує втомлюваність та блокує звукові сигнали небезпеки, що збільшує ризик травматизму.

Для оцінки шумового впливу на працівників будівельного майданчика проведемо розрахунок відстані r , на якій рівень шуму від працюючої бетономішалки знижується до нормативного значення 80 дБА [25-26]. Приймаємо рівень шуму на відстані $r_0 = 1$ м від джерела $L_0 = 95$ дБА. Допустимий рівень шуму $L_{гр} = 80$ дБА. Коефіцієнт атмосферного затухання для середніх частот шуму $\alpha = 0,004$ дБ/м.

Рівень шуму на певній відстані від джерела визначається за формулою:

$$L = L_0 - 20 \cdot \lg(r / r_0) - \alpha \cdot (r - r_0) \quad (2.12)$$

Оскільки на невеликих відстанях вплив атмосферного затухання є незначним, для інженерного розрахунку використовуємо спрощену формулу

$$L_{гр} = L_0 - 20 \cdot \lg(r) \quad (2.13)$$

Звідси:

$$r = 10^{\frac{L_0 - L_{гр}}{20}} \quad (2.14)$$

Після розрахунку відстань до межі зони підвищеного шуму $r = 5,62$ м.

Таким чином, у результаті розрахунку встановлено, що рівень шуму від працюючої бетономішалки зменшується від 95 дБА до нормативного значення 80 дБА на відстані приблизно 5,6 м від джерела шуму.

Працівники, які перебувають у межах зазначеної зони протягом тривалого часу, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів слуху (протишумними навушниками або вкладишами), а сама зона має бути позначена попереджувальними знаками безпеки.

Сучасна концепція Smart HSE дозволяє реалізувати підхід проактивного цифрового захисту персоналу від акустичного навантаження за допомогою комплексу взаємопов'язаних технологій [27-31]. Першим рівнем такого захисту є інтелектуальні засоби індивідуального захисту, зокрема індустриальні розумні навушники з активним шумопригніченням та функціями Talk-Through або Ambient Aware, такі як 3M Peltor WS Alert X чи Sensear. На відміну від звичайних пасивних навушників, які повністю ізолюють будівельника від навколишнього світу та створюють небезпеку через нечуваність криків колег, сигналів техніки чи звуків падіння конструкцій, цифрові пристрої діють вибірково. Вбудовані в них мікрофони безперервно аналізують зовнішній звуковий спектр, а цифровий сигнальний процесор DSP моментально виділяє постійні шкідливі низькочастотні шуми від двигунів екскаваторів чи компресорів і генерує інвертовану звукову хвилю, яка повністю їх гасить. Головна цифрова перевага цієї технології полягає в тому, що процесор одночасно пропускає і підсилює корисні високочастотні звуки, включаючи людську мову та аварійні сигнали, а інтегрований Bluetooth-зв'язок дозволяє чітко спілкуватися по внутрішній рації чи телефону без зняття захисту в зоні шуму.

Паралельно з індивідуальним захистом впроваджується безперервний IoT-моніторинг шумового фону та побудова цифрових карт шуму, що замінює застарілу практику періодичних ручних замірів шумоміром. Цей захід реалізується шляхом розміщення по периметру та на висотних ярусах будівельного майданчика стаціонарних бездротових IoT-датчиків звукового тиску систем Enosean або промислових рішень від Brüel & Kjær. Дані з цих датчиків у реальному часі передаються на хмарну платформу управління будівництвом, де програмне забезпечення автоматично візуалізує інформацію та створює динамічну цифрову карту шуму об'єкта. У разі фіксації перевищення критичного санітарного порогу у 80–85 дБА, наприклад біля ділянки заготівлі арматури, система автоматично автоматизує процеси безпеки, надсилаючи пуш-повідомлення виконробу про необхідність обмежити час перебування людей у цій зоні для захисту часом, а також активує електронне світлодіодне табло на вході до небезпечної зони з попередженням про обов'язкове використання ЗІЗ органів слуху.

Для захисту працівників параметри акустичної безпеки закладаються ще на етапі проєктування організації будівництва за допомогою комп'ютерного моделювання, BIM-технологій та спеціалізованого програмного забезпечення для тривимірного проєктування звукових полів, такого як SoundPLAN або CadnaA. Під час практичного застосування інженер може завантажити 3D-модель майданчика ТДВ «Житлобуд-2», розставляє будівельну техніку із зазначенням її паспортних шумових характеристик та запустити алгоритм прорахунку відбиття звукових хвиль від сусідніх будівель і монолітних стін, що зводяться. Результатом такого моделювання є точне цифрове визначення місць розташування мобільних звукоізоляційних екранів і шумових бар'єрів або оптимізація перенесення компресорних станцій для мінімізації впливу на зони відпочинку та суміжні робочі місця ще до початку фізичного виконання робіт.

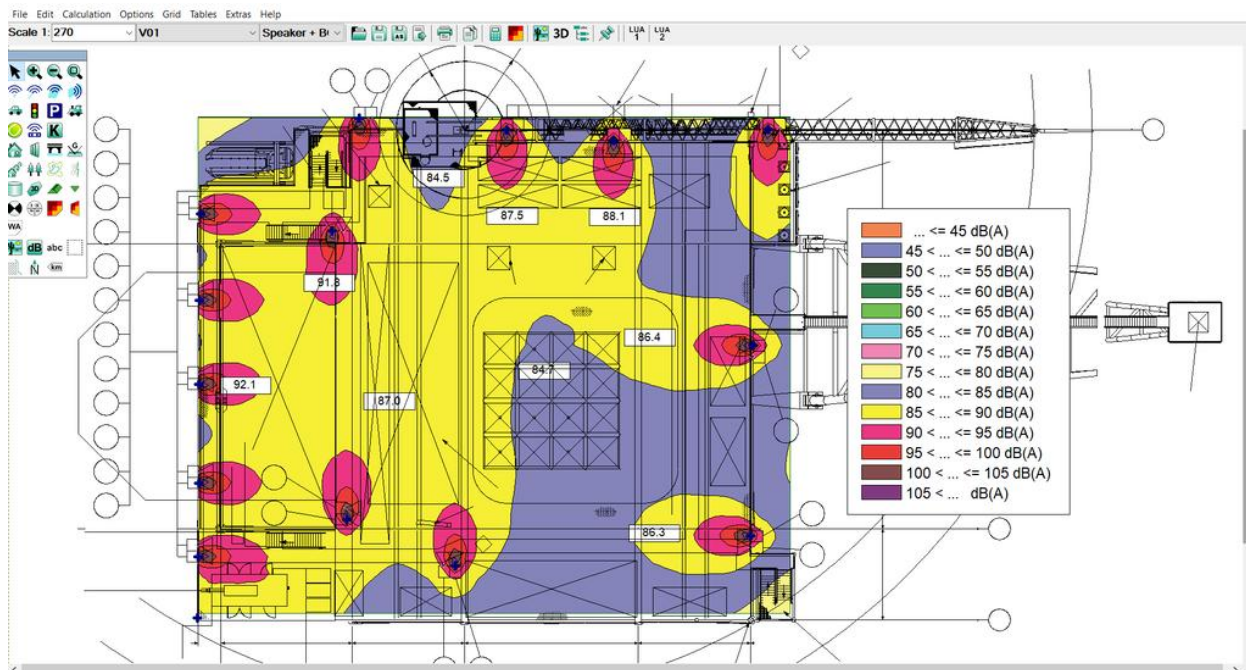


Рисунок 2.6 – Приклад карти шуму, виконаний в програмі CadnaA [31]

Кінцевий контроль безпеки забезпечують персональні носії-гаджети для обліку накопиченої шумової дози, оскільки рівень загрози безпосередньо залежить від тривалості дії звукового тиску на конкретну людину протягом зміни. Цей захід передбачає інтеграцію цифрових мікро-дозиметрів типу Casella dBadge2 безпосередньо у смарт-каски або наплічні ремені спецодягу працівників. Індивідуальний ношений датчик фіксує акустичне навантаження впродовж дня, а наприкінці зміни передає інженеру з охорони праці готовий графік експозиції шуму на робітника. Якщо монтажник за першу половину зміни вичерпує повну безпечну денну норму шуму, система автоматично сигналізує про необхідність його негайної ротації та переведення на іншу, безпечну ділянку роботи.

2.4 Висновки по розділу

У другому розділі магістерської роботи розроблено комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на покращення стану робочого середовища та мінімізацію впливу шкідливих виробничих чинників на персонал ТДВ «Житлобуд-2». У межах оптимізації захисту працівників від температурного навантаження визначено раціональні режими праці та відпочинку в умовах екстремальних температур і розроблено концепцію автоматизації контролю теплового стресу. Для усунення суб'єктивного чинника лінійних керівників запропоновано розгортання елементів концепції «Цифрового будівельного майданчика» на базі IoT-метеостанцій Kestrel 5400 та індивідуальних біометричних датчиків платформи SlateSafety, що дозволяє здійснювати безперервний онлайн-моніторинг і надсилати попереджувальні сповіщення про необхідність введення регламентованих перерв. З метою забезпечення належних санітарно-побутових умов, а також захисту працівників ТДВ «Житлобуд-2» від несприятливих метеорологічних чинників, пропонується впровадження на будівельному майданчику мобільних блок-модулів контейнерного типу. На основі проведеного розрахунку визначено, що сумарні теплонадходження у мобільний побутовий блок-модуль площею 15 квадратних метрів становлять 2,26 кВт. Визначено, що для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату згідно з ДСН 3.3.6.042-99 необхідна холодопродуктивність системи кондиціонування має становити не менше 2,6 кВт, що обґрунтовує доцільність застосування інверторних спліт-систем.

Проведений розрахунок концентрації пилу в робочій зоні працівника при виконанні робіт із сухого різання та шліфування залізобетонних конструкцій показав, що за умов природного повітрообміну фактична концентрація пилу в зоні дихання працівника сягає 21,24 мг/м³, що перевищує гранично допустиму концентрацію у 3,5 рази. Розрахунок ефективності засобів індивідуального захисту показав, що застосування протипилових респіраторів класу FFP2

знижує залишкову концентрацію пилу до $2,12 \text{ мг/м}^3$, забезпечуючи загальну ефективність на рівні 90 %. Проте, спираючись на ієрархію заходів безпеки, зроблено висновок, що пріоритет необхідно віддавати засобам колективного захисту, а саме переходу на технології активного пилопригнічення за допомогою мобільних турбінних водяних гармат MobyDick Cannon на відкритих майданчиках та аспіраційних систем DRS класу «М» компанії Hilti на ручному електроінструменті.

Шляхом розрахунку акустичного розсіювання звукового тиску у вільному просторі встановлено, що еквівалентний рівень шуму від працюючої бетономішалки знижується з вихідних 95 дБА до нормативного санітарного значення 80 дБА на відстані 5,62 метра, що дозволяє чітко встановити інженерну межу небезпечної зони радіусом 6 метрів. Для проактивного захисту від акустичного навантаження обґрунтовано впровадження концепції Smart HSE, яка поєднує використання інтелектуальних навушників з активним шумопригніченням, безперервний IoT-моніторинг, а також цифрову дозиметрію для індивідуального контролю накопиченої експозиції шуму протягом зміни. Впровадження запропонованих комплексних рішень забезпечує повну відповідність умов праці на об'єктах ТДВ «Житлобуд-2» вимогам виробничої санітарії та чинного законодавства України.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ

Результати оцінювання ризиків за допомогою матриці наслідків та ймовірностей, проведеного у першому розділі, продемонстрували, що будівельний майданчик ТДВ «Житлобуд-2» характеризується високою концентрацією небезпечних виробничих факторів. Найбільш критичні рівні ризику зафіксовані у зонах висотних робіт, під час експлуатації важкої техніки та кранового господарства, а також у процесах тимчасового електрозабезпечення ділянок.

З метою зниження показників професійного ризику до допустимих значень та створення безпечного робочого середовища, у магістерській роботі розглянутий комплекс інженерно-технічних та організаційних заходів, який базується на дотриманні ієрархії засобів контролю (рис. 1.5) відповідно до ДСТУ ISO 45001:2019 [32].

3.1 Шляхи вдосконалення засобів колективного та індивідуального захисту при роботах на висоті

Оскільки падіння з висоти визначено як найбільш критичну загрозу, для захисту робочих зон під час монолітно-каркасного будівництва та монтажу риштувань пропонуються наступні заходи [15, 33-35]:

1. Інженерне улаштування бар'єрів. В рамках цього заходу пропонується впровадити обов'язкове використання інвентарних захисно-охоронних огорожень периметра перепадів висот із суцільною бортовою обшивкою по низу (заввишки не менше 0,15 м) для запобігання падінню інструментів. Для забезпечення безпеки праці та виконання вимог ДБН А.3.2-2:2009 на межі перепаду висот по всьому периметру плити перекриття встановлюється інвентарне захисно-охоронне огороження класу А (тип Combisafe) [35].

Конструкція огородження складається зі знімних металевих стійок, закріплених у торці або на поверхні бетону за допомогою гвинтових затискачів, та захисних сітчастих панелей заввишки 1,15 м. Панелі в обов'язковому порядку обладнані інтегрованим сталевим бортом (бортовою лінією) заввишки 150 мм, що виключає падіння предметів і засобів праці на нижні робочі горизонти будівельного майданчика.



Рисунок 3.1 – Захисне огородження Combisafe

Робочі настили рамних риштувань мають бути укомплектовані зовнішньою захисною вловлювальною сіткою, яка повністю перекриває фасадну площину будівлі.

2. Організація анкерних ліній.). Для захисту робочих зон у місцях, де встановлення стаціонарних або тимчасових інвентарних бар'єрів є технологічно неможливим через специфіку арматурно-опалубних робіт, має

бути передбачено організацію жорстких горизонтальних анкерних ліній згідно з вимогами ДСТУ EN 795:2019 [34].



Рисунок 3.2 – Тимчасова горизонтальна анкерна лінія

Технічне рішення полягає у встановленні по периметру перепаду висот тимчасових сталевих стійок-стійок, що фіксуються до опорних конструкцій, між якими за допомогою талрепа натягується високоміцний сталевий канат діаметром 10 мм. Лінія в обов'язковому порядку комплектується кінцевим демпфувальним амортизатором для гасіння динамічного зусилля у разі виникнення позаштатної ситуації. Персонал, який виконує монтаж хребтових балок або в'язання арматурного каркаса, кріпиться до анкерної лінії за допомогою великого карабіна двоплечого стропа, інтегрованого у п'ятиточкову страхову систему типу ПЛ (ДСТУ EN 361:2017 [36]). Це забезпечує працівникам безперервність страховки, свободу переміщення вздовж технологічного фронту робіт і повне виключення ризику травматизму від падіння з висоти на початкових циклах монолітного будівництва.

3. Перехід на сучасні ЗІЗ. Для забезпечення належного рівня безпеки необхідно заборонити використання застарілих безлямкових монтажних поясів. Усі верхолази та монтажники мають бути забезпечені п'ятиточковими лямковими запобіжними поясами безпеки, оснащеними стропами з інтегрованими амортизаторами ривка, які мінімізують динамічне навантаження на тіло людини у разі зупинки падіння.

3.2 Підвищення рівня безпеки праці при експлуатації вантажопідійомних механізмів та машин

Сучасне монолітно-каркасне будівництво на об'єктах ТДВ «Житлобуд-2» характеризується високою інтенсивністю одночасного використання великогабаритної будівельної техніки, зокрема баштових кранів, автомобільних бетононасосів, гусеничних та колісних екскаваторів. Така висока концентрація механізованих комплексів у межах обмеженого будівельного майданчика створює постійні ризики виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних із падінням вантажів, зіткненням стрілових конструкцій та наїздами техніки на персонал. З метою зниження рівня виробничого травматизму та оптимізації безпеки праці під час підйомно-транспортних і земляних робіт в дипломній роботі пропонуються заходи з виробничої безпеки, які охоплюють цифровізацію процесів комунікації, модернізацію світлового середовища та впровадження жорстких фізичних і візуальних бар'єрів навколо зон безпосередньої небезпеки.

Основним інженерним рішенням у напрямі ліквідації людського фактору під час переміщення вантажів кранами є повна цифровізація координації дій між учасниками вантажопідйомного процесу. Відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.80-18 [37], у випадках, коли візуальний контакт між учасниками вантажопідйомних операцій порушується через висотність споруди або геометрію майданчика, використання ручних сигналів заборонено. Натомість

в магістерській роботі пропонується повна відмова від застарілих візуальних жестів між стропальниками та машиністами баштових кранів. Замість цього всі робочі ланки в обов'язковому порядку комплектуються індивідуальними дубльованими портативними цифровими раціями стандарту DMR (Digital Mobile Radio). Цифровий зашифрований радіозв'язок забезпечує безперервну, миттєву та кришталево чітку голосову координацію дій без сторонніх завад навіть в умовах інтенсивного технологічного шуму будівельного майданчика. Використання гарнітур прихованого носіння або інтегрованих у захисні каски систем зв'язку дозволяє стропальникам тримати руки повністю вільними для фіксації вантажу, що повністю нівелює ризики роботи в так званих «сліпих зонах», де безпосередній візуальний контакт між кранівником та монтажником на верхніх горизонтах є фізично неможливим.



Рисунок 3.3 – Приклад носимого пристрою iSmarch IoT для будівельників

Приклад реалізації цього принципу - носимі пристрої iSmarch, які забезпечують безперервний зв'язок між працівниками та керівництвом, сприяючи миттєвому спілкуванню та управлінню завданнями. Крім того вони забезпечують моніторинг життєво важливих показників та умов навколишнього середовища в режимі реального часу, що дозволяє негайно реагувати на надзвичайні ситуації та потенційні небезпеки. Пристрої призначені для виявлення падінь, ударів та інших інцидентів, надсилаючи миттєві сповіщення для забезпечення своєчасного втручання та зниження ризику травм [38].

Також важливим елементом забезпечення безпеки експлуатації вантажопідійомних механізмів та машин є просторове координування та маркування меж небезпечних зон. В рамках переходу до концепції Smart HSE на об'єктах ТДВ «Житлобуд-2» пропонується модернізація підходів до просторового координування та маркування небезпечних зон будівельної техніки. Базовим інженерним рішенням визначено впровадження активних радарних бар'єрів безпеки 3D FMCW промислового типу, зокрема, датчику S202A-MV. Дана технологія передбачає монтаж на поворотних вузлах та виносних опорах вантажопідійомних машин і екскаваторів мікрохвильових смарт-датчиків, що динамічно формують навколо обладнання цифрову зону безпеки [39]. Датчик S202A-MV спеціально розроблений для функції виявлення присутності. Він дуже надійний, надзвичайно простий у налаштуванні (потрібно лише 3 параметри) та забезпечує максимальну безпеку оператора, водночас значно підвищуючи продуктивність.

Інтеграція датчиків із бортовою системою керування технікою дозволяє автоматично заблокувати роботу гідроприводів або знизити швидкість технологічних операцій у разі несанкціонованого перетину працівником встановлених меж небезпечної зони. Також радарний датчик надзвичайно стійкий до впливу навколишнього середовища. Це дозволяє працювати без

хібних спрацьовувань у середовищах з димом, пилом, водою та стружкою від обробки.

Для візуального дублювання меж зон відлітання вантажу баштових кранів в умовах вечірньої зміни доцільно улаштування систем лазерної світлової проєкції сигнальних ліній червоного спектра безпосередньо на робочі горизонти плити перекриття [40]. На відміну від верхніх знаків або звукових сигналів тривоги, які можна пропустити в гучних місцях, ці візуальні попередження залишаються в полі зору працівника. Створюючи визначені зони безпеки, вони допомагають запобігти зіткненням, зменшити ризики сліпих зон та підтримують безпечніші та більш передбачувані операції.



Рисунок 3.4 – Приклад використання системи лазерної світлової проєкції сигнальних ліній [40]

Дана система забезпечує безперервну інформованість будівельників про межі поточної небезпеки, усуває ризики людського фактору і зводить імовірність наїзду техніки чи травмування персоналу вантажем до мінімуму.

Таким чином, комплексна реалізація цих заходів створює надійний організаційно-технічний щит, який виключає несанкціонований доступ людей до зон підвищеного ризику та мінімізує ймовірність аварій із важкими наслідками при роботі машинного парку підприємства.

3.3 Інженерно-технічні заходи з підвищення електробезпеки тимчасових мереж

Будівельний майданчик ТДВ «Житлобуд-2» є об'єктом підвищеної небезпеки щодо ураження персоналу електричним струмом. Специфіка монолітно-каркасного будівництва пов'язана з постійною динамікою зміни робочих горизонтів, безперервним переміщенням засобів малої механізації та ручного електроінструменту, а також безпосереднім впливом несприятливих чинників навколишнього середовища, таких як висока вологість, атмосферні опади, запиленість та ризик механічного пошкодження ізоляції. За наявності великої кількості металевих конструкцій (арматурних каркасів, щитів опалубки, рамних риштувань) будь-який пробій фазної ізоляції на корпус може призвести до миттєвого поширення потенціалу та виникнення аварійних ситуацій із критичними наслідками для життя людей.

З метою підвищення рівня електробезпеки тимчасових електромереж та забезпечення захисту важливо впроваджувати сучасні технології попередження інцидентів.

Основою системи автоматизації захисту тимчасових мереж будівельного майданчика є комплектування всіх мобільних інвентарних розподільчих щитів (РЩ) пристроями захисного відключення (ПЗВ) або диференційними автоматичними вимикачами. На кожному будівельному горизонті, де здійснюється підключення споживачів, кінцеві ланцюги живлення ручного інструменту та зварювального обладнання повинні захищатися

високочутливими дво- або чотириполюсними ПЗВ із номінальним диференційним струмом спрацьовування, що не перевищує 30 мА [15, 41].

У разі прямого дотику працівника до оголеного струмоведучого провідника або при виникненні струму витoku на корпус пошкодженого обладнання, диференційний трансформатор пристрою фіксує асиметрію струмів у фазному та нульовому провідниках. Завдяки швидкодії сучасних електронних та магнітоелектричних розчіплювачів, час повного розриву силових контактів становить не більше 0,04 секунди [42]. Таке миттєве знеструмлення ділянки мережі гарантує, що час проходження електричного струму через тіло людини буде занадто малим для виникнення фібриляції серця або інших важких фізіологічних ушкоджень організму, повністю нівелюючи ризики важкого травматизму.

Другим важливим вектором безпеки є перебудова топології прокладання тимчасових електричних мереж і впровадження жорстких специфікацій до кабельної продукції. Забороняється хаотичне прокладання тимчасових ліній живлення безпосередньо по землі, бруду, калюжах чи відкритих плитах перекриття, де існує постійний ризик їх перетискання колесами будівельної техніки, пошкодження гострими краями арматури або заливки бетоном. Усі силові магістралі та живильні кабелі повинні монтуватися методом повітряного трасування на тимчасових діелектричних або ізольованих опорах на висоті не менше 2,5 метра від рівня підлоги чи робочого настилу, що виключає їх випадкове зачіпання персоналом та механізмами [15, 41]. У виняткових випадках, коли трасування повітрям є технологічно неможливим (наприклад, у зонах інтенсивного руху важкої гусеничної техніки, автобетонозмішувачів чи на автомобільних проїздах), кабелі повинні укладатися всередину спеціальних високоміцних броньованих кабель-каналів — гумових або поліуретанових лотків-кабель-роликів, здатних витримувати колосальні механічні навантаження (до кількох десятків тон) без деформації внутрішніх порожнин. Крім того, для організації тимчасового

електропостачання дозволено застосовувати виключно гнучкі силові кабелі з мідними жилами у подвійній гумовій ізоляції підвищеної міцності та зносостійкості типу КГ або КГ-ХЛ (в холодостійкому виконанні), які зберігають свою еластичність, діелектричну проникність та стійкість до механічних деформацій у широкому температурному діапазоні.

Останнім бар'єром, що забезпечує запропоновану систему інженерного захисту, є забезпечення електростатичної та електродинамічної безпеки великогабаритних металевих елементів будівельного майданчика, насамперед рамних та хомутових будівельних риштувань фасаду будівлі ТДВ «Житлобуд-2». Оскільки риштування мають величезну площу поверхні та безпосередньо контактують із вологим атмосферним повітрям, існує висока ймовірність наведення на них небезпечного потенціалу внаслідок статичної електрики, атмосферних розрядів (блискавки) або випадкового контакту з обірваним дротом тимчасової мережі. Для запобігання ураженню струмом при дотику до металевих стійок, проєкт передбачає створення системи примусового заземлення риштувань [33]. Металеві стійки конструкції через кожні 20–25 метрів по периметру фасаду жорстко з'єднуються за допомогою сталевих смуги або гнучких мідних перемичок великого перерізу з магістральним внутрішнім контуром заземлення будівельного майданчика.

Згідно з вимогами [41], загальний опір заземлювального пристрою, до якого підключаються риштування, за будь-яких погодних умов і стану ґрунту не повинен перевищувати 4 Ом. Такий низький опір гарантує, що у разі виникнення будь-якого витоку або пробоя потенціалу, струм аварійного замикання піде в землю, що призведе до негайного спрацьовування систем захисту та унеможливить появу небезпечної для життя людини напруги дотику на металевих елементах обладнання.

3.4 Висновки по розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи на основі результатів ідентифікації небезпек та оцінювання професійних ризиків, розроблено комплексну систему інженерно-технічних та організаційних заходів. Запропоновані рішення спрямовані на зниження рівнів ризику на будівельному майданчику ТДВ «Житлобуд-2» до мінімально допустимих значень.

Враховуючи, що падіння з висоти визначено як найбільш критичну загрозу для персоналу при зведенні монолітного каркаса споруди, розроблено трирівневий бар'єр безпеки робочих зон. Обґрунтовано впровадження інвентарних захисно-охоронних огорожень периметра перепадів висот типу Combisafe (клас А), оснащених суцільною бортовою обшивкою заввишки не менше 0,15 м та сітчастою панеллю заввишки 1,15 м, що виключає падіння людей та інструментів на нижні яруси. Для ділянок з незавершеними опалубними роботами запропоновано улаштування тимчасових жорстких горизонтальних анкерних ліній зі сталевого каната діаметром 10 мм із кінцевими демпфувальними амортизаторами відповідно. Також передбачено повний перехід на сучасні п'ятиточкові лямкові запобіжні паски безпеки зі стропами та інтегрованими амортизаторами ривка, що повністю виключає травматизм на ранніх циклах монолітного будівництва.

З метою попередження впливу людського фактора під час експлуатації парку вантажопідйомних механізмів і будівельних машин, запропоновано цифровізацію процесів координації та просторового контролю. Пропонується повна відмова від застарілої знакової сигналізації руками на користь безперервного голосового зв'язку за допомогою цифрових радіостанцій стандарту DMR та індивідуальних носимих пристроїв iSmarch IoT з інтегрованою функцією моніторингу життєво важливих показників та детекції інцидентів, зокрема, падінь, ударів. Для усунення ризиків «сліпих зон» та наїздів техніки обґрунтовано монтаж активних промислових радарів безпеки

3D FMCW (модель S202A-MV), які автоматично блокують рух приводів будівельних машин у разі виявлення присутності людини в небезпечній зоні. У вечірню зміну ця система дублюється лазерними світловими проєкторами сигнальних ліній червоного спектра, які наочно візуалізують межі небезпечних зон безпосередньо на робочих горизонтах плити перекриття.

Для попередження загрози ураження електричним струмом у специфічних умовах високої вологості й динаміки тимчасових мереж, розроблено комплекс технічних рішень з електробезпеки. Так, зокрема, передбачено оснащення мобільних розподільчих щитів високочутливими пристроями захисного відключення зі струмом спрацьовування до 30 мА та швидкодією до 0,04 секунди, що гарантує захист у разі прямого дотику. Усі кабельні лінії підлягають повітряному трасуванню на ізольованих опорах (на висоті не менше 2,5 м) або укладанню в броньовані гумові кабель-канали у зонах руху техніки із використанням виключно гнучких мідних кабелів типу КГ. Останнім захисним бар'єром визначено організацію примусового заземлення металевих фасадних риштувань шляхом їх приєднання до магістрального контуру майданчика з величиною опору розтікання струму не більше 4 Ом, що повністю запобігає виникненню небезпечної напруги дотику на конструкціях.

Таким чином, упровадження розробленого організаційно-технічного комплексу дозволяє забезпечити зниження ймовірності виникнення аварій та нещасних випадків на будівельному майданчику.

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз можливих надзвичайних ситуацій на будівельному майданчику

Зважаючи на особливості локації та технологію зведення багатоповерхових житлових будинків, потенційні надзвичайні ситуації на будівельному майданчику можна розділити на три основні групи [43]:

- надзвичайні ситуації техногенного характеру, код 10200: найбільш імовірними джерелами є місця тимчасового зберігання паливно-мастильних матеріалів, зони проведення зварювальних і газополум'яних робіт (експлуатація балонів із пропаном та киснем), а також аварійні режими роботи тимчасових електромереж (короткі замикання, перевантаження), які можуть призвести до масштабного займання дерев'яних елементів опалубки чи побутових приміщень;

- надзвичайні ситуації через аварії будівельних конструкцій та механізмів, код 10600: руйнування або обвалення великих елементів тимчасових опорних риштувань, деформація та падіння стрілових конструкцій баштових кранів під дією критичних вітрових навантажень чи порушень правил монтажу, а також раптовий зсув ґрунту в глибоких котлованах під час виконання земляних робіт екскаваторами;

- надзвичайні ситуації воєнного характеру, код 40000: з огляду на географічне розташування м. Харкова, критичною залишається загроза ураження внаслідок артилерійських обстрілів, ракетних ударів або атак безпілотних літальних апаратів, що супроводжується руйнуванням конструкцій, завалами та утворенням масових вогнищ пожеж.

Проведена класифікація надзвичайних ситуацій дозволяє розробити окремий, незалежний і максимально ефективний контур безпеки для кожного

типу джерела загрози, що мінімізує час реакції системи та виключає вплив людського фактору під час ліквідації її наслідків.

4.2 Запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного характеру, пов'язаним із пожежами та вибухами

Запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного характеру, пов'язаним із пожежами та вибухами на будівельних майданчиках (код НС 10200 відповідно до Державного класифікатора надзвичайних ситуацій [43]), потребує впровадження превентивного контролю в трьох найбільш критичних технологічних зонах: місцях зберігання легкозаймистих речовин, локаціях виконання вогневих робіт та в системі тимчасового електропостачання. Оскільки основним пожежним навантаженням на верхніх горизонтах монолітного будівництва є дерев'яні елементи палубної опалубки (бруси, фанера), а на нижніх – побутові приміщення, комплекс попереджувальних заходів розподіляється за чіткими інженерними напрямками.

Тимчасові склади нафтопродуктів (дизельного палива для генераторів та техніки, мастил для опалубки) є об'єктами підвищеної вибухопожежонебезпеки. З метою виключення масштабного розливу та займання рідин майданчик для зберігання паливно-мастильних матеріалів розташовується на відстані не менше 24 метрів від споруджуваного будинку та побутового містечка. Периметр майданчика обладнується замкненою земляною обваловкою або суцільним залізобетонним бортиком заввишки не менше 0,5 м, а внутрішня поверхня вкривається гідроізоляційною бентонітовою мембраною, що створює превентивний технологічний резервуар, здатний утримати 100% об'єму палива у разі раптової розгерметизації цистерн. Усі резервуари повинні мати заземлення для відведення статичної електрики з опором не більше 10 Ом та обладнуватися дихальними клапанами з інтегрованими вогнеперешкоджувачами сітчастого

типу. Поверхня місткостей фарбується світловідбивальною емаллю для запобігання сонячній радіації та перегріву палива в літній період, а безпосередньо біля складу паливно-мастильних матеріалів організовується пост пожежогасіння, укомплектований сухим піском об'ємом не менше 1 кубічного метра, двома покривалами з негорючого теплоізоляційного матеріалу (кошма) розміром 2х2 метри та батареєю пересувних порошкових вогнегасників типу ВП-50 або ВП-100, призначених для гасіння пожеж класу В [44-45].

Експлуатація балонів із горючими (пропан-бутан) та підтримуючими горіння (кисень) газами за наявності відкритого полум'я та іскор створює пряму загрозу вибуху ацетилено- чи пропано-повітряних сумішей, тому попередження надзвичайних ситуацій на будівельних об'єктах ТДВ «Житлобуд-2» має реалізовуватися через сувору заборону спільного зберігання в одному приміщенні балонів із киснем та балонів із горючими газами, а також їх розміщення ближче ніж на 10 метрів від джерел відкритого вогню та інтенсивного тепловиділення [44]. Транспортування балонів по майданчику дозволяється виключно на спеціальних критих візках, обладнаних гумовими амортизаційними кільцями, що нівелює ризики ударів та пошкодження вентилів.

Газополум'яні пальники та різакі в обов'язковому порядку комплектуються зворотними захисними клапанами, які запобігають виникненню явища зворотного удару полум'я в шланги та балон. Усі зварювальні кабелі та газові рукави перевіряються щозмінно на відсутність тріщин та витоків за допомогою мильної емульсії. Перед початком зварювання арматурних випусків чи елементів опалубки на монтажному горизонті всі дерев'яні конструкції (палуба, стійки) в радіусі 5 метрів захищаються екранами з листової сталі або негорючого фіброцементу, а зона під місцем зварювання на нижніх ярусах огорожується сигнальною стрічкою для запобігання падінню розпеченої окалини на пальне будівельне сміття [44-45].

Електромережі будівельного майданчика функціонують у режимі екстремальних навантажень, де короткі замикання та перевантаження ліній є основними причинами загоряння електропроводки у побутових вагончиках та на підмостях. Попередження цих процесів базується на автоматизації та інженерному розрахунку, тому всі лінії тимчасового електропостачання розраховуються на тривалі струмові навантаження з коефіцієнтом запасу не менше 1,25 [41]. Магістральні та фідерні щити комплектуються автоматичними вимикачами з правильно підібраними часострумовими характеристиками типу С або D для пускових струмів електродвигунів, що забезпечує миттєве вимкнення пошкодженої ділянки при короткому замиканні за час, що не перевищує 0,1 секунди, до моменту займання ізоляції кабелю [41].

Для недопущення переростання локального займання у масштабну пожежу у випадку їх загоряння, елементи дерев'яної опалубки багаторазового використання (інвентарні стійки, балки Н20) проходять періодичне просочення антипіренами глибокого проникнення, що переводить деревину з класу легкозаймистих до класу важкогорючих матеріалів [44-45].

4.3 Інженерно-технічні заходи щодо попередження надзвичайних ситуацій через аварії будівельних конструкцій та механізмів

Попередження надзвичайних ситуацій, зумовлених раптовим руйнуванням споруд, обваленням конструкцій та аваріями великих механізованих комплексів є базовою умовою забезпечення структурної стійкості всього будівельного майданчика. Висотна специфіка монолітно-каркасного будівництва та значні об'єми земляних робіт у глибоких котлованах створюють передумови для масштабних аварій, ліквідація наслідків яких вимагає системного впровадження превентивних інженерних рішень,

автоматизованого моніторингу та суворого розрахунку тримальної здатності допоміжних споруд.

Першим важливим напрямом вектором захисту є недопущення обвалення великих елементів тимчасових опорних риштувань та інвентарної опалубки перекриттів, які в період заливки бетону сприймають колосальні динамічні та статичні навантаження. Інженерно-технічні заходи в цьому напрямку починаються з обов'язкового вхідного контролю елементів рамних і хомутових риштувань, де всі вертикальні стійки, ригелі та діагональні зв'язки перевіряються на відсутність деформацій, мікротріщин у зварних швах та корозійного зносу металу. Розрахунок стійкості риштувань виконується з урахуванням максимального коефіцієнта надійності за навантаженням, а їх монтаж здійснюється виключно на жорстку сплановану основу з укладанням спеціальних дерев'яних підкладок (опорних дощок) під кожен домкратну п'яту для рівномірного розподілу тиску на ґрунт або бетонну плиту. Кріплення риштувань до стін або колон споруди реалізується за допомогою анкерних болтів через кожні 4 метри у шаховому порядку, що повністю виключає ризик перекидання конструкції під дією вітрового підпору. Крім того, перед кожним етапом бетонування вищих ярусів комісія у складі головного інженера та інженера з охорони праці проводить інструментальний контроль вертикальності стійок за допомогою цифрових теодолітів, фіксуючи відхилення, які за стандартами не повинні перевищувати $1/500$ від загальної висоти конструкції [15, 46-47].

Другим напрямом підвищеної небезпеки є експлуатація баштових кранів, чий стрілові конструкції та щогли піддаються постійним вітровим і динамічним навантаженням у процесі переміщення вантажів. Попередження аварій і падіння кранового господарства базується на повній автоматизації систем безпеки самого вантажопідйомного механізму та жорсткому дотриманні правил його монтажу. Кожен баштовий кран в обов'язковому порядку комплектується цифровим приладом безпеки, який у реальному часі

відстежує координати стріли, вагу вантажу на гаку та виліт. Система автоматично блокує роботу приводів крана у разі спроби підняти вантаж, що перевищує номінальну вантажопідйомність на даному вильоті більше ніж на 10%. Важливим елементом є захист від критичних вітрових навантажень, для чого на найвищій точці крана (оголовку щогли) встановлюється цифровий датчик швидкості вітру – анемометр.



Рисунок 4.1 – Падіння баштового крана [48]

При досягненні швидкості вітру 15 м/с система подає звуковий та світловий сигнал попередження в кабінку машиніста, а при поривах понад 20 м/с експлуатація крана негайно припиняється, вантаж опускається на землю, стріла розблоковується для вільного флюгерного обертання за вітром, а сам кран фіксується на рейковій колії за допомогою противітрові затискачів. Монтаж, нарощування щогли та демонтаж крана виконуються виключно спеціалізованими сертифікованими організаціями за окремими проєктами виконання робіт під безпосереднім наглядом інженерно-технічних працівників.

Третім напрямком техногенної безпеки є запобігання раптовим зсувам та обваленням масивів ґрунту в глибоких котлованах (глибиною понад 2-3 метри) під час розробки ґрунту екскаваторами та улаштування фундаментних плит. Висока вологість, наявність ґрунтових вод та вібраційні навантаження від роботи важкої гусеничної техніки суттєво знижують сили зчеплення в ґрунтовому масиві, що може призвести до засипання людей у котловані. Для запобігання зсувам кут укосів борту котловану розраховується відповідно до фізико-механічних властивостей конкретного типу ґрунту (пісок, суглинок, глина) та вимог [15]. У стиснених умовах міської забудови, де улаштування безпечних пологих укосів є неможливим, впроваджується інженерне шпунтове огородження стін котловану з буроін'єкційних паль або металевих труб, скріплених розподільчим поясом та анкерними розпірками. Рух будь-якої будівельної техніки (самоскидів, автобетонозмішувачів) та складування матеріалів дозволяється виключно за межами призми обрушення ґрунту, на відстані не менше 1-1,5 метра від бровки котловану до найближчого колеса чи опори машини. У процесі виконання земляних робіт екскаваторами здійснюється щоденний візуальний та моніторинг стану бровки на предмет появи тріщин відшарування, а у разі виявлення підшкірних або ґрунтових вод негайно вмикається система примусового водозниження [15].

Комплексна реалізація розглянутих організаційно-технічних заходів та засобів дозволяє контролювати стабільність будівельних конструкцій, ґрунтів і будівельних машин, знижуючи ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах будівництва.

4.4 Порядок дій персоналу будівельного майданчика у разі виникнення надзвичайної ситуації

Ефективність ліквідації наслідків НС безпосередньо залежить від злагодженості та швидкості дій кожного працівника. Алгоритм дій будується за такою схемою:

При виникненні пожежі або техногенної аварії [44-45, 49-50]:

1. Оповіщення та фіксація: працівник, який першим виявив ознаки займання або руйнування конструкцій, зобов'язаний негайно подати сигнал тривоги, повідомити безпосереднього керівника робіт (майстра, виконроба, начальника дільниці) та викликати пожежно-рятувальний підрозділ за номером 101, вказавши точну адресу, характер події та наявність загрози людям

2. Локалізація та евакуація: до прибуття рятувальних підрозділів персонал (за відсутності прямої загрози життю) вживає заходів щодо знеструмлення електроустановок на аварійній дільниці та використовує первинні засоби пожежогасіння. Інші робітники організовано залишають небезпечну зону за заздалегідь затвердженими евакуаційними маршрутами.

При оголошенні сигналу «Повітряна тривога» або загрози артилерійського чи ракетного обстрілу:

1. Негайна зупинка робіт: машиністи кранів зобов'язані опустити вантаж на землю, звільнити вантажозахоплювальні пристрої, привести кран у безпечний стан відповідно до вимог експлуатаційної документації та відключити електроживлення. Зварювальники припиняють подачу газів та вимикають зварювальні апарати. Персонал на монтажних горизонтах відкладає ручний інструмент у безпечні місця, щоб унеможливити його падіння від вибухової хвилі.

2. Перехід в укриття: увесь персонал будівельного майданчика зобов'язаний найкоротшим евакуаційним шляхом спуститися до визначеної

захисної споруди (укриття). Перебування на відкритих майданчиках, риштуваннях або поблизу скляних та нестабільних конструкцій під час дії сигналу тривоги заборонено.

3. Контроль та перекличка: після прибуття до захисної споруди відповідальні особи (виконроби, майстри дільниць) проводять поіменну перекличку персоналу для перевірки повноти евакуації персоналу та встановлення місцезнаходження відсутніх працівників на робочих місцях з метою оперативної передачі цих даних підрозділам ДСНС. Вихід з укриття дозволяється виключно після офіційного сигналу «Відбій повітряної тривоги».

У разі виявлення підозрілих предметів, боєприпасів або їх фрагментів працівникам забороняється торкатися, переміщувати або розбирати знайдений предмет. Необхідно негайно припинити роботи, огородити небезпечну зону, повідомити керівника робіт та викликати екстрені служби за номером 101 або 102.

4.5 Висновки по розділу

У четвертому розділі кваліфікаційної роботи виконано комплексний аналіз потенційних загроз та розроблено інженерно-технічні й організаційні заходи щодо забезпечення безпеки і цивільного захисту персоналу на будівельному майданчику ТДВ «Житлобуд-2» в умовах виникнення надзвичайних ситуацій різного походження.

На основі аналізу специфіки монолітно-каркасного висотного будівництва та географічного розташування об'єкта у місті Харкові, потенційні небезпеки класифіковано за трьома основними групами відповідно до Державного класифікатора: техногенного характеру, пов'язані з пожежами та вибухами паливно-мастильних матеріалів, газових балонів і аварійними режимами електромереж; через аварії будівельних конструкцій та механізмів, які включають руйнування риштувань, падіння стріл баштових кранів та зсуви

грунту в котлованах; а також воєнного характеру, зумовлені ризиками ракетно-артилерійських ударів та атак безпілотних літальних апаратів.

За результатами аналізу сформовано комплекс інженерних рішень щодо запобігання пожежо- та вибухонебезпечним ситуаціям шляхом дотримання безпечної відстані при розміщенні складів легкозаймистих речовин, облаштування їх захисним обвалуванням із гідроізоляційними мембранами для утримання проливів, а також через роздільне зберігання балонів із газами, впровадження зворотних клапанів на пальниках та екранування дерев'яної опалубки під час зварювання.

Захист тимчасових електромереж від коротких замикань та перевантажень вирішено на основі інженерного розрахунку ліній із необхідним струмовим запасом та застосування селективних автоматичних вимикачів швидкого спрацьовування.

Стабільність кранового господарства забезпечується автоматизацією систем безпеки (обмежувачами вантажопідйомності та цифровими анемометрами) з чітким алгоритмом блокування приводів і переведення стріли у вільне обертання за вітром у разі негоди. Безпека виконання земляних робіт у глибоких котлованах досягається розрахунком безпечного кута укосів, улаштуванням шпунтового огородження з паль, обмеженням руху важкої техніки біля бровки та застосуванням систем водозниження.

Запропоновано дієвий алгоритм дій працюючих у разі виникнення позаштатних ситуацій, який базується на принципах швидкого сповіщення керівництва, виклику екстрених служб, селективного знеструмлення обладнання та організованої евакуації.

Загалом, запропонована система організаційно-технічних заходів дозволяє попередити надзвичайні ситуації, що підвищує рівень цивільного захисту та гарантує збереження життя і здоров'я працівників підприємства в сучасних умовах.

РОЗДІЛ 5 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

Соціальна відповідальність будівельного бізнесу є одним із ключових чинників сталого розвитку сучасної інфраструктури та міського простору. Оскільки будівельна галузь має колосальний вплив на довкілля, економіку та життєдіяльність громад, її соціальна відповідальність виходить далеко за межі класичної благодійності та охоплює комплексне управління техногенними, екологічними та соціальними чинниками.

5.1 Безпека праці та захист персоналу

Оскільки будівельні майданчики є об'єктами підвищеної небезпеки через роботу на висоті, експлуатацію важкої техніки та постійні ризики конструкційних аварій, першочерговим проявом соціальної відповідальності компаній є забезпечення захисту життя і здоров'я працівників. Проте в сучасних ринкових та соціально-економічних умовах будівельні компанії не мають зупинятися лише на формальному дотриманні базових вимог охорони праці. Виконання нормативних приписів є лише обов'язковим фундаментом, тоді як справжня соціальна відповідальність передбачає перехід до вищого рівня корпоративної культури - розвитку цілісної концепції підвищення якості трудової діяльності [51-53].

Ця концепція передбачає створення такого виробничого середовища, де працівник відчуває себе не просто ресурсом, а ключовою цінністю підприємства. Вона охоплює широке коло взаємопов'язаних чинників: від модернізації побутових умов на будівельному майданчику (забезпечення якісними фірмовими засобами індивідуального захисту, комфортними та теплими приміщеннями для відпочинку й харчування) до впровадження гнучких систем мотивації, медичного страхування та регулярного

психологічного розвантаження персоналу, що працює в умовах підвищеного стресу.

Для будівельної галузі, яка традиційно стикається з високим рівнем плинності кадрів та дефіцитом кваліфікованих технічних фахівців, інвестиції в якість трудового життя мають чіткий прагматичний ефект. Комплексна турбота про добробут персоналу, прозорий кар'єрний розвиток та повага до особистого часу працівників безпосередньо сприяють утриманню висококласних кадрів на підприємстві. Робочі та інженерно-технічні працівники, які бачать реальні прояви соціальної відповідальності з боку керівництва, демонструють значно вищий рівень лояльності до бренду компанії. Як наслідок, суттєво підвищується їхня внутрішня залученість у виробничі процеси, зростає індивідуальна та командна ефективність, знижується відсоток браку під час виконання будівельно-монтажних робіт, а головне — мінімізується ризик виникнення інцидентів через так званий людський фактор. Таким чином, трансформація системи охорони праці у глобальну стратегію підвищення якості трудової діяльності є стратегічним кроком, що перетворює безпекове лідерство будівельної компанії на її головну конкурентну перевагу.

5.2 Впровадження стандартів «зеленого» будівництва як інструменту екологічної відповідальності

Будівельний сектор є одним із найбільших споживачів природних ресурсів та глобальних джерел викидів вуглецю, що накладає на сучасних девелоперів особливі зобов'язання перед суспільством. Соціально відповідальні будівельні компанії мінімізують цей екологічний слід через практичне впровадження концепцій «зеленого» будівництва та орієнтацію на провідні міжнародні системи рейтингової сертифікації об'єктів нерухомості, зокрема BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment

Method) [54] та LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) [55]. Ці стандарти оцінюють життєвий цикл будівлі за комплексом критеріїв, перетворюючи екологічний менеджмент на системний інженерний процес, який реалізується за кількома ключовими векторами.

Першим і найбільш технологічно містким вектором є забезпечення максимальної енергоефективності об'єктів. Відповідно до вимог «зелених» стандартів [54-55], проектування будівель базується на принципах пасивного екодизайну та мінімізації втрат енергії. Це досягається шляхом використання сучасних високоефективних теплоізоляційних матеріалів для огорожувальних конструкцій, монтажу інноваційних енергоощадних віконних систем із мультифункціональним склом та аргоновим наповненням камер, а також через повне виключення містків холоду в залізобетонних вузлах. Крім того, обов'язковим елементом сучасного будівництва стає інтеграція відновлюваних джерел енергії, таких як дахові та фасадні масиви сонячних панелей, а також геотермальні чи повітряні теплові насоси для систем опалення та гарячого водопостачання. Впровадження цих рішень дозволяє радикально знизити питоме споживання традиційних енергоресурсів, оптимізувати експлуатаційні витрати майбутніх мешканців та суттєво зменшити пікові навантаження на міські централізовані енергетичні мережі під час майбутньої тривалої експлуатації житлових будинків.

Другим стратегічним напрямом у межах сертифікацій BREEAM та LEED є раціональне поводження з ресурсами та ефективне управління відходами безпосередньо на території будівельного майданчика. Стандарти «зеленого» будівництва вимагають від генпідрядника розробки та суворого виконання спеціалізованого плану поводження з будівельними відходами. Цей процес передбачає тотальне сортування сміття за категоріями у спеціально відведених та маркованих зонах майданчика, що дозволяє уникнути змішування паперу, металу, пластику, деревини та мінеральних залишків. Більше того, соціально відповідальний підхід орієнтований на циклічну економіку, де значна частина

демонтованих чи залишкових матеріалів спрямовується на вторинне використання. Наприклад, технологічні залишки бетону, браковані залізобетонні вироби та бій цегли проходять механізоване подрібнення безпосередньо на об'єкті або на спеціальних мобільних дробильно-сортувальних комплексах для отримання сертифікованого вторинного щебеню, який згодом використовується для відсіпання тимчасових доріг, улаштування технологічних підстильних шарів під інженерні мережі чи благоустрою території.



Рисунок 5.1 – Процес переробки залишків бетону [56]

Третім важливим напрямом екологічної відповідальності виступає локальна екологічна безпека процесів та запобігання будь-якому антропогенному забрудненню ґрунтів, атмосферного повітря і підземних вод на етапі безпосереднього зведення будівлі. У межах вимог міжнародних екологічних сертифікатів особлива увага приділяється захисту водних ресурсів та родючого шару землі від хімічного отруєння нафтопродуктами. Це інженерне завдання успішно вирішується шляхом жорстко регламентованого

улаштування складів паливно-мастильних матеріалів, де зони зберігання палива для будівельної техніки обов'язково комплектуються зовнішнім захисним бетонним або земляним обвалуванням, а вся внутрішня чаша ізолюється за допомогою хімічно стійких гідроізоляційних бентонітових мембран, здатних надійно утримати і заблокувати випадкові аварійні розливи або витоки палива. Додатково впроваджуються заходи проти змиву ґрунту дощовими водами у міську злизову каналізацію шляхом встановлення фільтраційних бар'єрів навколо дощоприймальних колодязів та системи обов'язкового миття коліс автотранспорту на виїзді з майданчика для запобігання забрудненню міських магістралей.

Таким чином, системна орієнтація на критерії «зеленого» будівництва дозволяє трансформувати екологічну відповідальність будівельного бізнесу з декларативної форми у вимірюваний, технологічний та інженерно обґрунтований комплекс превентивних екологічних бар'єрів.

5.3 Відповідальність перед громадою: формування інклюзивного, комфортного та сталого міського середовища

Будівництво нового об'єкта завжди змінює архітектурний, транспортний та соціальний ландшафт району. Соціальна відповідальність перед мешканцями навколишніх територій вимагає від сучасного забудовника відмови від застарілих концепцій точкової забудови на користь створення людиноцентричного простору. Цей підхід базується на принципах універсального дизайну, безбар'єрності, інфраструктурного комфорту та поваги до міського контексту.

Проектування житлових будинків та громадських споруд із урахуванням потреб маломобільних груп населення — це не просто виконання технічних вимог, а базовий індикатор поваги до гідності кожної людини. Соціально

відповідальні компанії інтегрують принципи універсального дизайну на всіх етапах проектування об'єктів:

Створення безбар'єрного доступу починається з нульового рівня входу до будівель – повної відмови від сходів перед під'їздами або улаштування інтегрованих пандусів із нормативним кутом нахилу. Вхідні групи та ліфтові холи проектуються без порогів, що забезпечує безперешкодний рух для людей на кріслах колісних, батьків із дитячими візками та літніх людей. Ліфтові кабіни оснащуються широкими дверима, заниженими панелями керування, голосовим супроводом зупинок та шрифтом Брайля [57].

Для людей із порушеннями зору впроваджується суцільна система тактильної навігації. Тактильна плитка (напрямна та попереджувальна) укладається на всіх основних пішохідних маршрутах майданчика, перед пішохідними переходами та вхідними зонами. Контрастне маркування першої та останньої сходинок, а також скляних елементів фасадів і дверей мінімізує ризик травматизму.



Рисунок 5.2 – Приклад тактильної плитки

Соціально відповідальний забудовник не просто зводить ізольовану будівлю, а комплексно благоустроює територію, інтегруючи її в існуючу

тканину міста та підвищуючи якість життя в усьому мікрорайоні. На прибудинковій території створюються сучасні дитячі майданчики, розділені за віковими категоріями, а також інклюзивні спортивні зони із безпечним гумовим покриттям. Важливим елементом є ландшафтне озеленення – висадка дорослих дерев, улаштування газонів та мультифункціональних зелених зон, які слугують місцями для соціалізації мешканців [58].

Для забезпечення комфорту пішоходів розширюються та модернізуються пішохідні доріжки, улаштовуються пониження бордюрів у місцях перетину з проїжджою частиною. Проектування території базується на концепції «двір без авто», де внутрішній простір залишається безпечним для дітей та пішоходів. Усі місця для паркування, включаючи підземні паркінги та гостьові стоянки з обов'язковими широкими місцями для водіїв з інвалідністю, виносяться за периметр житлової зони, що дозволяє уникнути захаращення навколишніх дворів і проїздів автотранспортом [58].

5.4 Висновки по розділу

У п'ятому розділі кваліфікаційної роботи обґрунтовано парадигму соціальної відповідальності будівельного бізнесу як стратегічного чинника сталого розвитку сучасної інфраструктури та людиноцентричного міського простору. Доведено, що комплексна діяльність компанії у цій сфері виходить далеко за межі класичної благодійності, трансформуючись у збалансоване управління якістю трудової діяльності, екологічними ризиками та інтересами місцевих громад.

Встановлено, що першочерговим вектором корпоративної культури є відхід від формального виконання нормативних приписів охорони праці на користь концепції підвищення якості трудового життя. Створення ергономічного та психологічно сприятливого виробничого середовища на будівельних майданчиках, модернізація побутових умов, впровадження

гнучких систем мотивації та медичного страхування забезпечують стабільне утримання висококласних технічних фахівців. Такий підхід суттєво знижує плинність кадрів, мінімізує ризики інцидентів через людський фактор, підвищує лояльність працівників до бренду компанії та трансформує безпекове лідерство у її головну ринкову конкурентну перевагу.

Досліджено інструменти мінімізації екологічного сліду девелопменту через інтеграцію міжнародних систем рейтингової сертифікації BREEAM та LEED. Інженерна реалізація «зелених» стандартів дозволяє оптимізувати життєвий цикл об'єктів за трьома основними напрямками: досягнення максимальної енергоефективності споруд шляхом пасивного екодизайну та впровадження відновлюваних джерел енергії; перехід до циклічної економіки через тотальне сортування і механізоване подрібнення залишків бетону чи цегли для вторинного використання; забезпечення локальної екологічної безпеки процесів за допомогою превентивного інженерного захисту ґрунтів і підземних вод від хімічного забруднення нафтопродуктами у зонах зберігання палива.

Обґрунтовано необхідність комплексного благоустрою навколишніх територій на засадах універсального дизайну, безбар'єрності та транспортного комфорту громади. Соціально відповідальне проектування житлового простору забезпечує безперешкодну інтеграцію маломобільних груп населення за рахунок улаштування безпорогових входних груп, систем тактильної навігації та інклюзивних рекреаційних зон. Трансформація мікрорайону на базі концепції «двір без авто» з винесенням паркувальних місць за периметр житлової зони та ландшафтним озелененням дозволяє створити безпечне, екологічне та комфортне середовище для соціалізації та підвищення загальної якості життя мешканців міських агломерацій.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра проведено комплексне теоретичне узагальнення та розв'язано актуальне науково-практичне завдання щодо дослідження умов праці, обґрунтування проактивних методів управління безпекою та розробки організаційно-технічних заходів зниження травматизму на об'єктах ТДВ «Житлобуд-2». Аналіз структури та виробничої діяльності підприємства засвідчив наявність ефективної системи управління охороною праці з прямим підпорядкуванням профільного відділу керуючому компанією. Ефективність менеджменту підтверджується успішною сертифікацією СУОП на відповідність вимогам міжнародного стандарту ISO. На основі аналізу технологічних процесів висотного монолітно-каркасного будівництва та аналізу статистики виробничого травматизму було виділено ключові джерела небезпеки, серед яких найбільш критичними є роботи на висоті, експлуатація важких машин і кранів, земляні роботи, функціонування тимчасових електромереж та воєнні ризики. Застосування дискретного напівкількісного методу оцінювання за допомогою матриці «ймовірність-тяжкість» дозволило розрахувати індекси професійних ризиків та виявити найвищі рівні небезпеки на етапах висотного монтажу опалубки, виконання армувальних робіт та при загрозі обвалення рамних риштувань через перевантаження.

З метою покращення параметрів робочого середовища та виключення людського фактору обґрунтовано впровадження автоматизованого контролю теплового стресу за допомогою спеціалізованих метеостанцій та цифрової платформи моніторингу. На основі проведених теплотехнічних розрахунків для всесезонних мобільних блок-модулів було визначено сумарні теплонадходження, що дозволило встановити нормативну потребу в системах кондиціонування для підтримки оптимального мікроклімату. Розрахунок балансу мас пилоутворення під час сухого різання бетону показав, що фактична концентрація пилу в зоні дихання суттєво перевищує гранично

допустиму концентрацію, у зв'язку з чим підкреслено ефективність застосування респіраторів відповідного класу захисту та впровадження систем колективного пилопригнічення, таких як водяні гармати промислового типу та аспіраційні установки. Дослідження акустичного розсіювання шуму від працюючого обладнання дозволило чітко визначити межу небезпечної зони, де рівень звукового тиску падає до встановленої санітарної норми, а для захисту персоналу в межах цієї зони запропоновано концепцію використання інтелектуальних навушників з активним шумопригніченням.

Для забезпечення безпеки обладнання і технологічних процесів розроблено багаторівневу систему захисту при роботах на висоті, яка включає інвентарні захисно-охоронні огороження перепадів висот, улаштування горизонтальних жорстких анкерних ліній та обов'язкове використання п'ятиточкових лямкових запобіжних поясів. Безпеку вантажопідйомних операцій підвищено завдяки заміні ручної сигналізації на цифровий радіозв'язок та смарт-браслети персоналу, а ліквідація прихованих зон важкої техніки досягається інтеграцією промислових радарів безпеки з гідросистемою автоматичного блокування машин та лазерною світловою проекцією меж небезпечних зон у вечірню зміну. У сфері електробезпеки обґрунтовано комплектування розподільчих щитів пристроями захисного відключення з високою швидкодією, повітряне трасування гнучких кабелів або їх захист броньованими кабель-каналами, а також обов'язкове примусове заземлення металевих фасадних риштувань до контуру з низьким опором розтікання струму.

Враховуючи особливості функціонування підприємства в Харківському регіоні, здійснено класифікацію потенційних надзвичайних ситуацій техногенного, конструктивного та воєнного характеру. Запропоновано схему цивільного захисту та евакуації персоналу будівельних бригад в укриття за допомогою розгортання на об'єктах мобільних модульних швидкозводимих конструкцій, а також жорстко регламентовано заходи пожежної безпеки під

час виконання вогневих робіт. Інтеграція запропонованих інженерно-технічних рішень та інноваційних технологій цифрового будівельного майданчика дозволить підприємству мінімізувати професійні ризики, трансформувати систему охорони праці та забезпечити повну відповідність умов праці сучасним стандартам безпеки.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт компанії ТДВ «Житлобуд-2». URL: <https://zhilstroj-2.ua/>.
2. Види діяльності ТДВ «ЖИТЛОБУД-2». *YouControl : сервіс перевірки контрагентів*. URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/01270351/.
3. Про охорону праці : Закон України від 14 жовт. 1992 р. № 2694-XII. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 49. Ст. 668. (Актуальна редакція).
4. Про затвердження Типового положення про службу охорони праці : Наказ Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 15 листоп. 2004 р. № 255. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1526-04>.
5. Безпека праці в будівництві. *Головне управління Пенсійного фонду України в Івано-Франківській області*. URL: <https://www.pfu.gov.ua/if/188378-bezpeka-pratsi-v-budivnytstvi/>.
6. Abukhashabah E., Summan A., Balkhyour M. Occupational accidents and injuries in construction industry in Jeddah city. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2020. Vol. 27, Iss. 8. P. 1993–1998. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.033>.
7. Construction: a hazardous work. *International Labour Organization*. URL: <https://www.ilo.org/resource/construction-hazardous-work>.
8. Куделко А., Євтушенко О. Дослідження виробничого травматизму у будівельній галузі України. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 89 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів (Київ, 3–7 квітня 2023 р.). Київ : НУХТ, 2023. Ч. 1. С. 380.

9. Методичні рекомендації щодо запобігання нещасним випадкам у будівельній галузі. *Державна служба України з питань праці*. URL: <https://pratsia.in.ua/pdf/budova.pdf>.
10. Керування ризиками. Методи оцінювання ризику (EN IEC 31010:2019, IDT; IEC 31010:2019, IDT) : ДСТУ EN IEC 31010:2022. [Чинний від 2023-12-31]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. 84 с.
11. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). *Physiopedia*. URL: <https://langs.physio-pedia.com/uk/personal-protective-equipment-ppe-uk/>.
12. Робота в умовах спеки. *Управління Держпраці*. URL: <https://pd.dsp.gov.ua/news/robota-v-umovakh-speky/>.
13. Kestrel Heat Stress meters. *Kestrel Meters*. URL: <https://kestrelmeters.com/collections/heat-stress>.
14. The #1 heat stress prevention wearable. *SlateSafety*. URL: <https://slatesafety.com/>.
15. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) : ДБН А.3.2-2-2009. [Чинний від 2010-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 77 с. (Державні будівельні норми України).
16. Будівельні вагончики: працюємо з комфортом! *Блок Модуль*. URL: <https://blockmodul.com.ua/ua/stroy-bytovki/>.
17. Державні санітарні норми виробничого мікроклімату : ДСН 3.3.6.042-99. [Чинні від 1999-12-01]. Київ : МОЗ України, 1999. 18 с.
18. Теплотехніка та енергетичні машини. Розрахунок системи кондиціонування : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / уклад.: В. В. Дубровська, В. І. Шкляр ; КПП ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 56 с.
19. Про затвердження Державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони :

Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14 лип. 2024 р. № 1238. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1107-24>.

20. Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України : КД 52.9.4.01-09. Київ : Державна гідрометеорологічна служба, 2009. 48 с.

21. Dust Control - Clean Air for People & Environment. *MobyDick*. URL: <https://www.mobydick.com/gb/dust-control/>.

22. Контроль пилу та води. *Hilti Україна*. URL: https://www.hilti.ua/c/CLS_DUST_WATER_MANAGEMENT.

23. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтрувальні півмаски для захисту від аерозолів. Вимоги, випробування, маркування (EN 149:2001+A1:2009, IDT) : ДСТУ EN 149:2017. [Чинний від 2018-11-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 32 с.

24. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник. 5-те вид. Київ : Каравела, 2011. 384 с.

25. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99. [Чинні від 1999-12-01]. Київ : МОЗ України, 1999. 24 с.

26. Захист від шуму та вібрації : ДБН В.1.2-10:2021. [Чинний від 2022-04-01]. Київ : Мінрегіон України, 2021. 62 с. (Державні будівельні норми України).

27. Worker Health & Safety Products. *3M United States*. URL: https://www.3m.com/3M/en_US/worker-health-safety-us/.

28. Casella dBadge2 Personal Noise Dosimeter. *Frontline Safety*. URL: <https://www.frontline-safety.co.uk/casella-dbadge2-plus-kit-inc-monitor-and-accessories>.

29. SoundPLAN GmbH: Noise and air pollution simulation software. URL: <https://www.soundplan.eu/en/software>.

30. EnOcean Alliance Offer Unique Solutions for Smart Buildings. URL: <https://www.enocean-alliance.org/>.

31. DataKustik. Industry Noise Calculation and Assessment. URL: <https://www.datakustik.com/noise-outdoors/industry-noise>.
32. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT) : ДСТУ ISO 45001:2019. [Чинний від 2021-04-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 46 с. (Національний стандарт України).
33. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті : НПАОП 0.00-1.15-07. [Затверджено Наказом Держгірпромнагляду України від 27.03.2007 р. № 62]. Київ : Основа, 2007. 104 с.
34. Індивідуальне спорядження для захисту від падіння. Анкерні пристрої. Вимоги та методи випробування (EN 795:2012, IDT) : ДСТУ EN 795:2017. [Чинний від 2019-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 28 с.
35. Steel Mesh Barrier System: Edge protection solutions. *Combisafe*. URL: <https://combisafe.com/collections/steel-mesh-barrier-lightweight>.
36. Індивідуальне спорядження для захисту від падіння з висоти. Спорядження для всього тіла (EN 361:2002, IDT) : ДСТУ EN 361:2017. [Чинний від 2019-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 14 с.
37. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання : НПАОП 0.00-1.80-18. [Затверджено Наказом Мінсоцполітики України від 19.01.2018 р. № 62]. Київ : Форт, 2018. 194 с.
38. iSmarch IoT Wearable Device for Construction Workers and Management. *iSmarch*. URL: <https://ismarch.com/ismarch-iot-wearable-devices-for-construction/>.
39. The first radar sensors certified for industrial safety. *Inxpect*. URL: <https://www.inxpect.com/en/>.
40. Crane Lights. Laserglow Technologies Industrial Safety. *Laserglow*. URL: <https://www.laserglow.com/crane-lights>.

41. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). 4-те вид., перероб. і допов. Харків : Форт, 2017. 760 с.
42. Вимикачі автоматичні, керовані диференційним струмом, без умонтованого захисту від надструмів, побутової та аналогічної призначеності (ВАДС). Частина 1. Загальні правила (EN 61008-1:2012; A1:2014; A2:2014; A11:2015, IDT) : ДСТУ EN 61008-1:2017. [Чинний від 2019-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 58 с.
43. Класифікатор надзвичайних ситуацій : ДК 019:2010. [Чинний від 2011-03-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 24 с. (Національний класифікатор України).
44. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні : Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30 груд. 2014 р. № 1417. *Офіційний вісник України*. 2015. № 24. Ст. 708.
45. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : ДБН В.1.1-7:2016. [Чинний від 2017-06-01]. Київ : Мінрегіон України, 2016. 48 с. (Державні будівельні норми України).
46. Тимчасове робоче обладнання. Частина 1. Риштування. Вимоги до продуктивності та загальна конструкція (EN 12811-1:2003, IDT) : ДСТУ EN 12811-1:2022. [Чинний від 2023-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 36 с.
47. Фасадні риштування зі збірних компонентів. Частина 1. Специфікації виробів (EN 12810-1:2003, IDT) : ДСТУ EN 12810-1:2022. [Чинний від 2023-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 22 с.
48. Київщина: через падіння баштового крану загинув кранівник. *Головне управління Державної служби України з питань праці у Київській області*. URL: <https://kyiv.dsp.gov.ua/novyny/kyivshchyna-cherez-padinnia-bashtovoho-kranu-zahynuv-kranivnyk/>.
49. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс України від 02 жовт. 2012 р. № 5403-VI. *Відомості Верховної Ради України*. 2013. № 34-35. Ст. 458. (Актуальна редакція).

50. Про затвердження Положення про функціональну підсистему єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру Мінрегіону України : Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 26 верес. 2012 р. № 489. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=29884.

51. Настанови щодо соціальної відповідальності (ISO 26000:2010, IDT) : ДСТУ ISO 26000:2019. [Чинний від 2020-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 112 с. (Національний стандарт України).

52. Поп В. В. Сучасні тенденції розвитку та соціальна відповідальність як чинники інноваційного розвитку будівельної галузі України. *Академічні візії*. 2025. Вип. 42. С. 1–10. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/download/2071/1948>.

53. Олійник О. О. Соціальна відповідальність : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2016. 222 с.

54. Unlock the Benefits of BREEAM: enhanced sustainability and reduced costs. *BREEAM*. URL: <https://breeam.com/>.

55. U.S. Green Building Council (USGBC) and LEED. URL: <https://www.usgbc.org/>.

56. Рециклінг бетону: техніка та основні етапи переробки. *Stroyfibra*. URL: <https://stroyfibra.com.ua/recikling-betonu-tehnika-ta-osnovni-etapi-pererobki/>.

57. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення (зі Зміною № 1) : ДБН В.2.2-40:2018. [Чинний від 2019-04-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 68 с. (Державні будівельні норми України).

58. Планування та забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2019. [Чинний від 2019-10-01]. Київ : Мінрегіон України, 2019. 174 с. (Державні будівельні норми України).

Перелік графічного матеріалу

1. Мета і завдання роботи
2. Характеристика підприємства ТДВ «Житлобуд-2»
3. Аналіз системи управління охороною праці
4. Розрахунок рівня ризику
5. Захист працівників від несприятливого впливу метеоумов
6. Розрахунок холодопродуктивності кондиціонера
7. Зниження запиленості та загазованості робочих зон
8. Захист від виробничого шуму
9. Розрахунок зони підвищеного шуму
10. Підвищення безпеки експлуатації вантажопідйомних механізмів
11. Аналіз можливих надзвичайних ситуацій
12. Порядок дій персоналу у разі надзвичайної ситуації
13. Впровадження стандартів «зеленого» будівництва
14. Відповідальність перед громадою
15. Загальні висновки