

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут 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

бакалавра

(рівень вищої освіти)

на тему: «Аналіз стану охорони праці та розробка заходів щодо підвищення рівня безпеки працівників при виконанні підйомних робіт у будівництві на АТ «Трест Житлобуд – 1», міста Харків»

Виконав: студент групи ОПР2022-1

із спеціальності:

263 Цивільна безпека, «Охорона праці»

(шифр і назва спеціальності)

Манзело С.Е.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Барбашин В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Логвінков С.М.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2026 рік

РЕФЕРАТ

Мета роботи: аналіз стану охорони праці та розробка комплексу організаційно-технічних заходів для мінімізації виробничих ризиків під час виконання підйомних робіт на АТ «Трест Житлобуд – 1».

Методи дослідження: системний аналіз, статистичне спостереження, метод «дерева відмов» для ідентифікації небезпек, метод порівняльного аналізу витрат та результатів (економічна ефективність).

У першому розділі проаналізовано нормативно-правову базу та теоретичні основи управління охороною праці в будівництві. Визначено специфіку небезпечних факторів, притаманних експлуатації вантажопідіймальних механізмів.

У другому розділі здійснено аналіз стану охорони праці на АТ «Трест Житлобуд – 1». Проведено статистичну обробку даних щодо рівня травматизму за 2023–2025 роки. Виявлено критичні зони в організації електробезпеки кранового обладнання та виконання робіт на висоті.

У третьому розділі розроблено проект технічного переоснащення робочих місць. Запропоновано впровадження системи зрівнювання потенціалів та вдосконалення внутрішніх інструкцій із заходів безпеки для персоналу, зайнятого на підйомних роботах.

У четвертому розділі проведено розрахунок економічної ефективності проекту. Визначено, що за загальних витрат у 277,9 тис. грн річний економічний ефект становить 172,1 тис. грн, а термін окупності – 1,61 року.

Дипломна робота: 84 с., 4 розділи, 15 рис., 5 табл., 36 джерела.

Ключові слова: ОХОРОНА ПРАЦІ, БУДІВНИЦТВО, ПІДЙОМНІ РОБОТИ, ВИРОБНИЧИЙ ТРАВМАТИЗМ, СИСТЕМА ЗРІВНЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ, ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, АТ ТРЕСТ ЖИТЛОБУД – 1, УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ.

ABSTRACT

Purpose of the work: analysis of the state of labor protection and development of a set of organizational and technical measures to minimize production risks during lifting operations at JSC "Trest Zhytlobud-1".

Research methods: system analysis, statistical observation, the "fault tree" method for identifying hazards, the method of comparative analysis of costs and results (economic efficiency).

The first section analyzes the regulatory framework and theoretical foundations of labor protection management in construction. The specifics of hazardous factors inherent in the operation of lifting mechanisms are determined.

The second section analyzes the state of labor protection at JSC "Trest Zhytlobud-1". Statistical processing of data on the level of injuries for 2023–2025 was carried out. Critical areas in the organization of electrical safety of crane equipment and performance of work at height were identified.

In the third section, a project for technical re-equipment of workplaces is developed. The introduction of a potential equalization system (PSE) and improvement of internal safety instructions for personnel engaged in lifting operations are proposed.

In the fourth section, the economic efficiency of the project is calculated. It is substantiated that with total costs of 277.9 thousand UAH, the annual economic effect is 172.1 thousand UAH, and the payback period is 1.61 years.

Thesis: 84 p., 4 sections, 15 figures, 5 tables, 36 sources.

Keywords: OCCUPATIONAL SAFETY, CONSTRUCTION, LIFTING WORK, INDUSTRIAL INJURIES, POTENTIAL EQUALIZATION SYSTEM, ELECTRICAL SAFETY, ECONOMIC EFFICIENCY, JSC TRUST ZHYTLOBUD-1, RISK MANAGEMENT.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	10
1.1 Комплексна організаційно-технічна характеристика підприємства та аналіз системи управління охороною праці.....	10
1.2 Аналіз стану безпеки на будівельних майданчиках та ідентифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	13
1.3 Опис технологічного процесу та конструктивно-технологічні особливості вантажопідіймального обладнання.....	17
1.4 Аналіз нормативно-правових актів у сфері безпеки вантажопідіймальних робіт.....	21
1.5 Аналіз виробничого травматизму та прогнозування ризиків на АТ «Трест Житлобуд – 1».....	23
1.5.1 Статистичний аналіз динаміки травматизму.....	23
1.5.2 Ідентифікація причин травматизму за методологією «Дерева відмов».....	24
1.5.3 Прогнозування ризиків на основі «Ефекту доміно».....	25
1.5 Аналіз можливих напрямів вирішення питання підвищення рівнів безпеки та нешкідливості праці.....	26
1.7 Висновок до розділу 1.....	30
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	31
2.1 Організаційні заходи щодо підвищення рівнів безпеки.....	31
2.1.1 Покращення системи навчання працівників з питань охорони праці.....	33
2.1.2 Розробка та модернізація інструкцій з охорони праці.....	34
2.1.3 Організація системи професійного добору персоналу.....	35
2.1.4 Організація робочого місця з урахуванням ергономічних вимог.....	36

2.2 Рекомендації застосування технічних засобів, що забезпечують безпеку на робочих місцях.....	37
2.2.1 Покращення системи навчання працівників з питань охорони праці.....	37
2.2.2 Покращення штучного освітлення будівельного майданчику.....	38
2.2.3 Проектування та рекомендації щодо шумо- та віброзахисних заходів.....	43
2.2.4 Заходи та засоби, що забезпечують електробезпеку.....	44
2.3 Впровадження інноваційних цифрових систем контролю безпеки (Концепція Safety 4.0).....	48
2.4 Висновок до розділу 2.....	51
РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	53
3.1 Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій на об'єкті проектування.....	53
3.2 Організація цивільного захисту на об'єкті.....	54
3.3 Шляхи забезпечення безпеки персоналу у разі виникнення НС.....	55
3.3.1 Організація системи оповіщення та інформування.....	55
3.3.2 Розрахунок та проектування захисної споруди цивільного захисту.....	57
3.3.3 Розробка планів та маршрутів евакуації персоналу.....	60
3.4 Заходи щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.....	62
3.5 Заходи щодо підвищення рівня пожежної безпеки на підприємстві.....	64
3.6 Висновки до розділу 3.....	65
РОЗДІЛ 4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	67
4.1 Соціальна ефективність заходів з охорони праці.....	67
4.2 Економічна ефективність заходів з охорони праці	69
4.3 Висновок до розділу 4.....	74
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТОК А	84

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку капітального будівництва в Україні спостерігається стрімке ускладнення технологічних процесів, пов'язане зі зведенням висотних житлових та громадських комплексів класу наслідків ССЗ (значні наслідки). Організаційно-технологічним ядром таких об'єктів є кранове господарство. Практично розв'язаними задачами на сьогодні є базове забезпечення стійкості будівельних кранів, автоматизація стандартних вузлів безпеки (обмежувачі вантажопідйомності, кінцеві вимикачі) та впровадження жорстких інструкцій зі стропування вантажів. Проте існує недостатні знання та практичні рішення у галузі управління професійними ризиками на будівельних майданчиках. Досі залишаються не повністю вирішеними питання динамічної зміни меж небезпечних зон у процесі нарощування поверховості будівлі, виникнення «сліпих зон» для кранівника при роботі на висотах понад 50 м, а також забезпечення стабільної колективної безпеки та електробезпеки під час сумісної роботи кількох великовагових машин на обмеженій площі.

У міжнародній інженерній практиці головним вектором розвитку безпеки праці є перехід від концепції «ліквідації наслідків» до ризикоорієнтованого підходу та цифрової модернізації в рамках концепції «Safety 4.0» (безпека 4.0) та глобальної стратегії «Vision Zero» (нульовий травматизм). Світові тенденції базуються на впровадженні інтелектуальних систем: комп'ютерного зору (камери на гакових підвісках), 3D-координатного захисту від зіткнень (Anti-Collision systems), використання бездротових сенсорних мереж для моніторингу перебування персоналу в небезпечних зонах та автоматизованих систем безперервного контролю параметрів захисного заземлення.

На сьогодні стан охорони праці в Україні визначається двома потужними факторами: адаптацією національного законодавства до директив Європейського Союзу (Директива 2006/42/ЕС щодо безпеки машин) та функціонуванням будівельної індустрії в умовах воєнного стану. Будівельний травматизм у країні залишається одним із найвищих серед усіх галузей промисловості, де понад 60% важких нещасних

випадків припадає на падіння вантажів або працівників з висоти та ураження електричним струмом. Крім того, виникли нові специфічні виклики: необхідність швидкої та безпомилкової зупинки важкої техніки (кранів) при оголошенні повітряної тривоги, забезпечення надійного захисту і розрахунку місткості захисних споруд цивільного захисту (укриття) безпосередньо для персоналу будівельних майданчиків.

Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю зниження виробничого травматизму та аварійності при експлуатації кранового господарства на об'єктах АТ «Трест Житлобуд – 1» через поєднання класичних інженерно-технічних розрахунків із сучасними цифровими системами контролю. Наявні на підприємстві адміністративні методи управління охороною праці є недостатньо ефективними, оскільки залежать від людського фактору. Підставою для виконання роботи є Закон України «Про охорону праці», вимоги ДБН А.3.2-2-2009 («Охорона праці і промислова безпека у будівництві») та Кодекс цивільного захисту України.

Мета роботи. Метою кваліфікаційної роботи є розробка комплексу організаційно-технічних інженерних рішень та превентивних заходів, що спрямовані на підвищення рівня безпеки та поліпшення умов праці персоналу АТ «Трест Житлобуд – 1» при виконанні вантажопідіймальних робіт у висотному будівництві.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі інженерні завдання:

- провести аналіз стану охорони праці АТ «Трест Житлобуд – 1»;
- розробити організаційно-технічні заходи з охорони праці;
- запропонувати заходи щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях на АТ «Трест Житлобуд – 1»;
- розрахувати соціально-економічна ефективність заходів з охорони праці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.1 Комплексна організаційно-технічна характеристика підприємства та аналіз системи управління охороною праці

Виробничо-будівельна фірма АТ «Трест Житлобуд – 1» є потужним суб'єктом господарювання в будівельній галузі України. Структура підприємства поєднує в собі два великих взаємопов'язаних сектори: промислове виробництво будівельних матеріалів (власний завод з виготовлення збірних залізобетонних конструкцій, цехи металовиробів, розчино-бетонні вузли) та будівельно-монтажне управління, що безпосередньо здійснює зведення об'єктів.

Основним напрямком будівельного департаменту компанії є спорудження багатоповерхових житлових комплексів підвищеної поверховості (від 16 до 25 поверхів і вище) та масштабних торгово-розважальних центрів.



Рисунок 1.1 – Житлова **забудова АТ «Трест Житлобуд – 1»**

Відповідно до Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи, більшість об'єктів компанії за класом наслідків (відповідальності) належать до категорії ССЗ (значні наслідки).

Це зумовлено великою кількістю осіб, які постійно перебуватимуть на об'єктах (понад 400 осіб), значною вартістю матеріальних ресурсів та критичною важливістю конструкцій для інфраструктури міста.

Технологічним ядром висотного монолітно-каркасного будівництва на майданчиках АТ «Трест Житлобуд – 1» є кранове господарство. Безперервність та темпи зведення будівель безпосередньо залежать від ефективності роботи вантажопідіймальних механізмів.

На балансі підприємства перебуває парк сучасної вантажопідіймальної техніки, що включає:

- стаціонарні приставні баштові крани верхньоповоротної конструкції безоголовочного типу (зокрема, моделі Liebherr 150 EC-B та Potain MDT 178) з максимальною вантажопідйомністю до 8–10 тонн та довжиною стріли до 60 метрів. Ці крани нарощуються в міру зведення поверхів і кріпляться до каркаса будівлі за допомогою спеціальних зв'язків (пристінних опор);

- самохідні автомобільні крани (на базі шасі КрАЗ, МАЗ, а також іноземних аналогів Grove та Terex) вантажопідйомністю від 25 до 50 тонн, які застосовуються на етапах нульового циклу, монтажу фундаментних блоків, розвантаження великовагових елементів опалубки з довгомірних автопричепів та для монтажу/демонтажу самих баштових кранів;

- знімні вантажозахоплювальні пристрої (канати, ланцюгові та текстильні стропи, траверси, тари для цегли та бетонної суміші).

Управління охороною праці на підприємстві здійснюється відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» та локального «Положення про систему управління охороною праці на АТ «Трест Житлобуд – 1».

Функціональну структуру системи управління охороною праці (далі – СУОП) побудовано за ієрархічним принципом, де кожен рівень керівництва має чітко визначені обов'язки та межі відповідальності:

1. Перший рівень (стратегічний) – голова правління підприємства. Затверджує політику в сфері безпеки праці, фінансування заходів з охорони праці (яке за законом має становити не менше 0,5% від фонду оплати праці), та несе загальну юридичну відповідальність за стан виробничого травматизму [5].

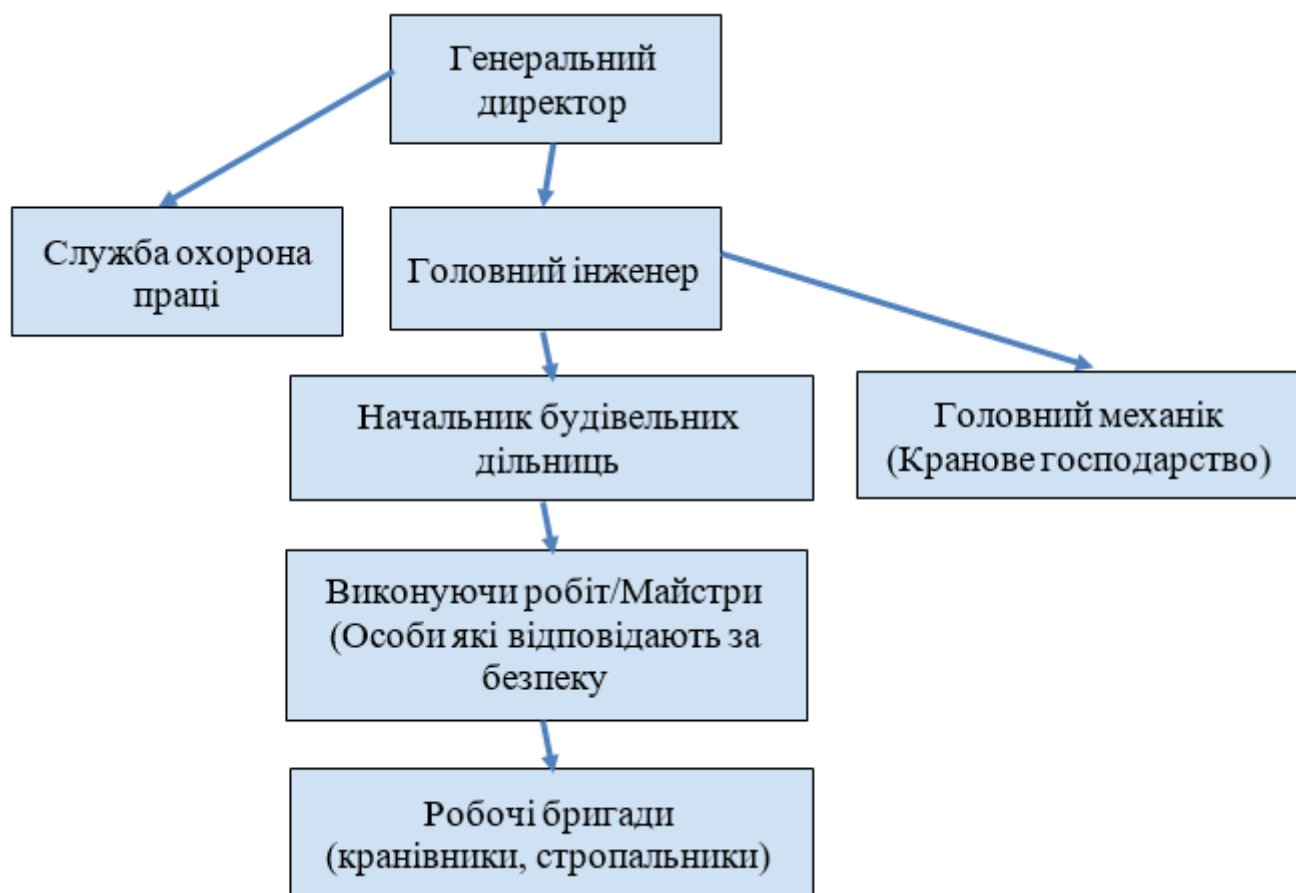


Рисунок 1.2 – Функціональна структуру АТ «Трест Житлобуд – 1»

2. Другий рівень (управлінський) – головний інженер та начальник служби охорони праці (далі – СОП). СОП складається з трьох профільних інженерів з охорони праці. Вони здійснюють методичне керівництво, проводять вступні інструктажі, беруть участь у комісіях з перевірки знань, проводять комплексні перевірки діляниць та видають обов’язкові до виконання приписи лінійним керівникам у разі виявлення порушень. Головний механік підприємства відповідає за технічний стан кранів, організацію їх планово-попереджувальних ремонтів (далі – ППР) та своєчасне проведення технічних оглядів.

3. Третій рівень (виконавчий / лінійний) – начальники будівельних ділянок, старші виконроби та майстри змін. Вони безпосередньо організовують безпечне ведення робіт на майданчиках, забезпечують робочі місця технологічними картами стропування, проводять первинні, повторні та цільові інструктажі на робочому місці, контролюють використання працівниками засобів індивідуального захисту (далі – ЗІЗ).

Згідно з вимогами діючого законодавства, безпека кранового господарства АТ «Трест Житлобуд – 1» забезпечується закріпленням відповідальності через систему внутрішніх наказів. На кожному будівельному об'єкті призначаються три категорії відповідальних осіб:

- *особа, відповідальна за здійснення нагляду за безпечною експлуатацією вантажопідіймальних кранів* (призначається з числа фахівців служби головного механіка або СОП, які пройшли навчання в спеціалізованих центрах). Вона веде облік техніки, контролює своєчасність проведення технічних оглядів та експертних обстежень;

- *особа, відповідальна за утримання вантажопідіймальних кранів у справному стані* (призначається механік ділянки). Вона забезпечує проведення ремонтів, щоденний огляд механізмів, контроль стану сталевих канатів, гакових підвісок та справність електрообладнання;

- *особа, відповідальна за безпечне проведення робіт кранами* (призначаються безпосередньо виконуючими робітниками або майстрами, які керують роботами на конкретній змінній захватці). Вона безпосередньо організовує роботу, визначає місця складування вантажів, контролює роботу стропальників та веде журнал безпечного проведення робіт кранами.

1.2 Аналіз стану безпеки на будівельних майданчиках та ідентифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Будівельне виробництво, а саме процеси, пов'язані з переміщенням будівельних вантажів кранами, характеризується динамічною зміною умов праці. На

відміну від стаціонарних промислових цехів, будівельний майданчик об'єкта ССЗ постійно змінює свої параметри: збільшується висота будівлі, змінюється положення монтажних горизонтів, одночасно на обмеженій площі концентрується велика кількість будівельних матеріалів, технологічних конструкцій (риштування, опалубка) та персоналу різних спеціальностей.

Для проведення глибокого аналізу стану безпеки на АТ «Трест Житлобуд – 1» у рамках дослідження було зібрано та опрацьовано статистичні дані щодо виробничого травматизму та мікро аварій (інцидентів) на об'єктах компанії за останні роки. Математична оцінка стану безпеки проводиться за допомогою загальноприйнятих інженерних показників – коефіцієнта частоти травматизму ($K_{\text{ч}}$) та коефіцієнта тяжкості травматизму ($K_{\text{т}}$).

Коефіцієнт частоти травматизму, який визначає кількість нещасних випадків, що припадають на 1000 працюючих за певний період, розраховується за формулою:

$$K_{\text{ч}} = P \cdot N \cdot 1000, \quad (1.1)$$

де: N – загальна кількість нещасних випадків на підприємстві за звітний рік;

P – середня облікова чисельність працюючих на підприємстві, осіб.

Коефіцієнт тяжкості травматизму, що характеризує середню тривалість непрацездатності, яка припадає на один нещасний випадок, визначається як:

$$K_{\text{т}} = N \cdot D, \quad (1.2)$$

де D – сумарна кількість днів непрацездатності (за листками непрацездатності) за всіма нещасними випадками за рік.

На основі внутрішніх звітів служби охорони праці АТ «Трест Житлобуд – 1» було сформовано зведену статистичну таблицю динаміки виробничого травматизму.

Аналіз даних таблиці показує, що незважаючи на певне зниження показників у поточному періоді за рахунок посилення адміністративного тиску, загальний рівень травматизму залишається суттєвим.

Детальний аналіз актів за формою Н-1 показує, що понад 65 % усіх випадків безпосередньо або опосередковано пов'язані з зоною виконання вантажопідіймальних робіт кранами та монтажем на висоті.

Таблиця 1.1 – Показники виробничого травматизму на АТ «Трест Житлобуд – 1»

Звітний період	Середня чисельність працюючих, (Р), осіб	Кількість нещасних випадків, (N), од.	Сумарна кількість днів лікування, (D), днів	Розрахунковий коефіцієнт частоти, (К _ч)	Розрахунковий коефіцієнт тяжкості, (К _т)
Позаторік	620	3	74	4,84	24,67
Минулий рік	650	4	112	6,15	28,00
Поточний рік (прогноз)	680	2	42	2,94	21,00

Згідно з класифікацією нормативного документа ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [33], гігієнічних вимог на персонал (кранівники, стропальники, монтажники конструкцій, бетонярі) діє розгалужений комплекс небезпечних та шкідливих виробничих факторів (далі – НШВФ).

1. Фізичні небезпечні виробничі фактори (чинники, що можуть призвести до травми або раптового погіршення здоров'я):

– вантажі, що переміщуються краном, та рухомі частини механізмів (багатотонний будівельний вантаж, розкачування вантажу під дією вітру, неправильне зачеплення або стропування, різке гальмування вантажу, удари вантажем працівників);

– розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (кранівник баштового крана щодня здійснює підйом по вертикальних металевих сходах всередині секцій башти на висоту від 40 до 80 метрів, що пов'язано з

постійним ризиком падіння, стропальники та монтажники виконують роботи, де ризик падіння з висоти є максимальним);

- падіння предметів, матеріалів та інструменту з висоти (будівельних конструкцій, обрізків арматури, залишків бетону або ручного інструменту через відсутність або пошкодження тари, або через недбалість при складуванні на піддонах);

- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якої може пройти через тіло людини (баштові крани працюють від трифазної мережі змінного струму напругою 400 В з глухозаземленою нейтраллю) [2].

2. Біологічні шкідливі виробничі фактори (чинники, тривалий вплив яких призводить до професійних захворювань та зниження працездатності):

- підвищений рівень шуму та еквівалентної вібрації (у кабіні кранівника під час роботи вантажної, стрілової або поворотної лебідок рівень звукового тиску може перевищувати нормативні 80 дБА, на стропальників на землі діє шум від суміжної будівельної техніки);

- несприятливі параметри мікроклімату та метеорологічних умов (кабіна баштового крана має велику площу скління, що в літній період призводить до так званого «парникового ефекту» та підвищення температури всередині до +35°C...+40°C, а у зимовий період виникає проблема переохолодження);

- недостатнє або нераціональне освітлення робочої зони (при двозмінному або тризмінному графіку робіт, що є поширеною практикою для АТ «Трест Житлобуд – 1», видимість зони стропування та зони монтажу різко погіршується).

3. Психофізіологічні шкідливі фактори:

- нервово-психічне та емоційне перенапруження (професія кранівника будівельного крана характеризується високим рівнем стресу, на ньому відповідальність за життя стропальників та робітників на майданчику, які перебувають під стрілою);

- монотонність праці.

4 Хімічні небезпечні фактори:

- токсичні продукти зварювання та різання металів (при електродуговому зварюванні та плазмовому різанні виділяються зварювальні аерозолі, що містять оксиди марганцю, хрому та особливо при зварюванні нержавіючої сталі, нікелю, кремнію, а також фтористі сполуки, вдихання цих аерозолів призводить до хронічних захворювань дихальних шляхів (професійні бронхіти, «зварювальна лихоманка»);
- лакофарбові матеріали (далі - ЛФМ) та антикорозійні засоби (нанесення захисних покриттів на металоконструкції ґрунтування та фарбування, супроводжується викидом летких органічних сполук (далі - ЛОС), отруєння парами розчинників, подразнення слизових оболонок, вплив на центральну нервову систему);
- будівельна хімія (адгезиви, герметики, піни та використання полімерних матеріалів для герметизації швів та монтажних робіт. Контактні дерматити, алергічні реакції, ризик виникнення астми);
- продукти горіння при надзвичайних ситуаціях (стає критичним у разі пожежі на об'єкті, найбільша загроза життю при НС, оскільки СО викликає швидку втрату свідомості та задуху);
- пил як хімічний подразник (хімічні опіки очей та шкіри, силікоз легень).

Для повної ідентифікації ризиків на підприємстві використовується метод матричної оцінки ризиків, де для кожного фактора визначається ймовірність його виникнення (P) та тяжкість можливих наслідків (S). За результатами цього аналізу, зона роботи вантажопідіймальних кранів визначена як зона з критичним рівнем ризику, що вимагає розробки додаткових превентивних інженерно-технічних рішень.

1.3 Опис технологічного процесу та конструктивно-технологічні особливості вантажопідіймального обладнання

Технологічний комплекс будівельних майданчиків АТ «Трест Житлобуд – 1» орієнтований на монолітно-каркасну технологію зведення будівель, яка на сьогодні є найбільш економічно ефективною для об'єктів класу ССЗ. У цьому процесі баштовий кран є провідною машиною. Циклічний технологічний процес роботи будівельного

баштового крана складається з наступних послідовних операцій, кожна з яких має свої технічні особливості та ризики (див. рис. 1.3).

Приймання та стропування вантажу на приоб'єктному складі (земля). Стропальники підбирають необхідні вантажозахоплювальні пристрої відповідно до маси та геометрії вантажу (наприклад, чотири гілкові стропи 4СК для плит або пачок арматури, двогілкові стропи). Виконується візуальна перевірка клейм та бірок на стропах. Вантаж зачіпляється за спеціальні петлі або технологічні отвори.

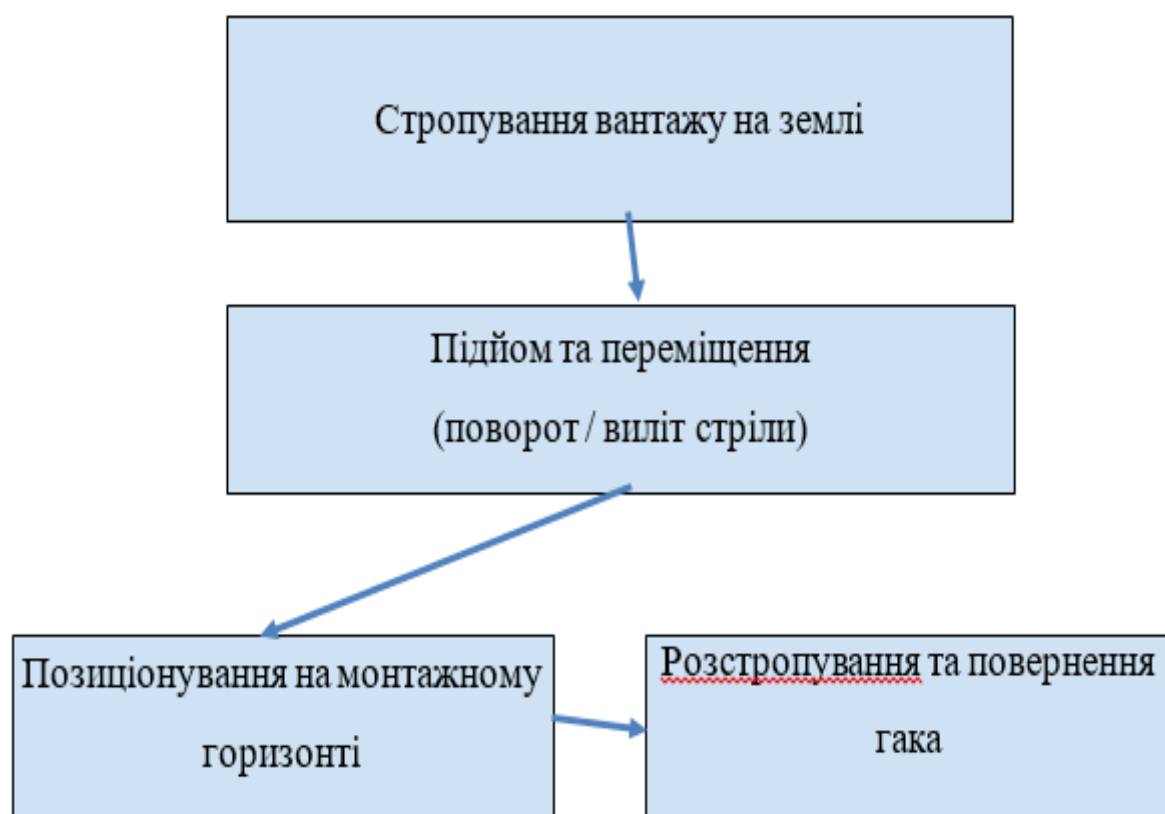


Рисунок 1.3 – Технологічний процес роботи будівельного баштового крана

Особливості технологічного процесу роботи будівельного баштового крана:

1. Підйом, вертикальне та горизонтальне переміщення вантажу.

Кранівник за сигналом стропальника (або старшого сигнальника) плавно піднімає вантаж на висоту 200–300 мм для перевірки надійності стропування та дії гальм лебідки. Після цього здійснюється підйом на необхідну висоту (вона повинна бути мінімум на 0,5 м вищою за зустрічні перешкоди або конструкції будівлі) та

поворот стріли в напрямку монтажного горизонту. Переміщення вантажного візка по стрілі регулює виліт вантажу.

2. Наведення, позиціонування та утримання вантажу на місці монтажу.

Вантаж опускається на висоту не більше 1 м від рівня перекриття (монтажного горизонту). Монтажники за допомогою спеціальних відтяжок (гнучких канатів) утримують вантаж від розкачування, точно наводять його на проектне місце (наприклад, встановлюють щит опалубки на фіксатори або укладають сходовий марш на опорні підготовлені зони).

3. Закріплення конструкції та розстропування.

Після того як елемент надійно зафіксовано (закріплено болтами, підкосами або приварено), монтажники подають команду кранівнику послабити натяг канатів, після чого виконують розстропування (знімання гаків). Кран піднімає порожній гак і повертається за наступним вантажем.

З інженерної точки зору, обладнання, безпеку якого ми аналізуємо (на прикладі стаціонарного приставного безоговлочного баштового крана Liebherr 150 EC-B), має ряд конструктивних особливостей, які безпосередньо впливають на стан охорони праці:

1. Відсутність оголовка башти (система Topless).

Сучасна конструкція без вантових розчалок стріли дозволяє значно знизити загальну висоту крана при сумісній роботі кількох машин на одному майданчику. Стріли кранів можуть проходити одна під одною на мінімальній безпечній відстані (2 метри за вертикаллю), що мінімізує ризик їх зіткнення, але вимагає точного налаштування електронних систем координатного захисту (системи обмеження зони роботи).

2. Приставний характер кріплення.

При висоті будівлі понад 50 метрів власної стійкості вільностоячої башти крана стає недостатньо для протидії перекидаючим моментам. Кран жорстко зв'язується з монолітним каркасом будівлі за допомогою рамних зв'язків та металевих балок (пристінних опор), які монтуються через кожні 20–25 метрів висоти. Надійність цих

кріплення безпосередньо впливає на стійкість крана і перевіряється ультразвуковим або магнітним методом контролю зварних з'єднань.

3. Частотне регулювання приводів.

Усі основні механізми (лебідка, поворотний редуктор, привід візка) обладнані частотними перетворювачами. Це забезпечує плавний пуск і гальмування без різких динамічних ривків, що критично важливо для зменшення розкачування вантажу на довгих канатах. Проте, електронні блоки частотників дуже чутливі до стабільності напруги живлення та вимагають якісного захисного заземлення з низьким опором для відведення високочастотних завад та струмів витоку.

4. Комплекс вбудованих приладів та пристроїв безпеки.

Кран є складним об'єктом, обладнаним автоматичними системами захисту:

- обмежувач вантажопідйомності (далі – ОГП): автоматично вимикає механізм підйому, якщо маса вантажу перевищує номінальну вантажопідйомність для даного вильоту стріли більше ніж на 10 %;

- кінцеві вимикачі: обмежують максимальний підйом гака (запобігання втягуванню гакової підвіски в блоки стріли), крайні положення вантажного візка на стрілі та кути повороту крана;

- анемометр: прилад для вимірювання швидкості вітру. Встановлюється на найвищій точці крана. При швидкості вітру понад 15 м/с (або значення, вказаного в паспорті) анемометр подає звуковий та світловий сигнал у кабінку, після чого кранівник зобов'язаний припинити роботу, опустити вантаж, повернути стрілу за вітром (флюгерний режим) та зафіксувати кран [3].

Головною особливістю експлуатації такого обладнання на об'єктах АТ «Трест Житлобуд – 1» є те, що при зведенні висотної будівлі кранівник втрачає безпосередній візуальний контакт з нижніми робочими зонами. Виникають значні за обсягом «сліпі зони», де керування ведеться виключно по радії. Будь-яка затримка сигналу, перешкоди в радіоефірі або неправильний термін команди можуть призвести до аварії, що обумовлює необхідність підвищення технічного рівня безпеки через інженерні розрахунки та модернізацію систем контролю.

1.4 Аналіз нормативно-правових актів у сфері безпеки вантажопідіймальних робіт

Забезпечення промислової безпеки та охорони праці при експлуатації вантажопідіймальних механізмів у будівництві базується на розгалуженій системі законодавчих та нормативно-технічних документів України. Сучасний стан нормативного регулювання в країні перебуває в стані активної трансформації, що пов'язано з виконанням Угоди про асоціацію з ЄС та переходом від старої радянської системи до європейських стандартів, які базуються на оцінці та управлінні професійними ризиками (Risk Assessment) [4].

Основним документом є Закон України «Про охорону праці». Він гарантує права працівників на безпечні умови, визначає порядок фінансування заходів підприємством, регламентує створення Служб охорони праці та встановлює кримінальну, адміністративну й матеріальну відповідальність роботодавця за порушення норм. Проте, закон містить лише загальні вимоги. Специфіка вантажопідіймальних робіт деталізована на рівні підзаконних актів (НПАОП) та будівельних норм (ДБН).

Ключовим спеціалізованим нормативним документом для твоєї теми є НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» [2], затверджений Наказом Міністерства соціальної політики України. Цей документ повністю замінив старі правила НПАОП 0.00-1.01-07.

Порівняльний аналіз структури та вимог НПАОП 0.00-1.80-18 [2] виявляє наступні критично важливі аспекти:

- зміна підходу до реєстрації (замість складної процедури реєстрації кранів в органах Держгірпромнагляду, введено систему обліку суб'єктами господарювання на підставі декларації відповідності та територіальними органами Держпраці, відповідальність за технічний стан повністю перекладено на власника техніки);

- вимоги до технічного стану та обслуговування (правила регламентують періодичність технічних оглядів (далі – ТО): первинний – перед введенням в експлуатацію, черговий – повний або частковий та позачерговий – після ремонту, реконструкції, монтажу на новому місці або аварії) [2];

- організація безпечного проведення робіт (правила детально розписують обов’язки відповідальних осіб, вимоги до атестації та медичного огляду кранівників і стропальників.

Другим за важливістю нормативним документом є ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [3]. Цей документ регламентує організаційну сторону безпеки безпосередньо на будівельному майданчику:

- будівельний генеральний план (далі – будгенплан), (ДБН вимагає, щоб до початку будь-яких робіт на майданчику було розроблено ПВР (проект виконання робіт) або ПВРк (проект виконання робіт кранами) [3];

- сумісна робота кранів (якщо на одному майданчику встановлено два або більше баштових кранів, чиї робочі зони перетинаються, ДБН А.3.2-2-2009 вимагає розробки спеціальних графіків сумісної роботи та встановлення систем примусового обмеження поворотів стріл).

Для захисту персоналу, який приймає вантажі на висоті, діють вимоги НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті» [8]. Роботи на висоті (де є ризик падіння працівника з висоти 1,3 м і більше) вимагають використання засобів колективного захисту (далі – ЗКЗ) – інвентарних огорожень монтажного горизонту, а за їх відсутності або при монтажі краєвих зон – обов’язкового використання засобів індивідуального захисту (лямкових запобіжних пасів), які мають бути надійно закріплені до сертифікованих анкерних пристроїв або горизонтальних анкерних ліній.

У частині електробезпеки та захисту від статичної електрики і блискавки експлуатація кранів підпорядковується вимогам ПУЕ (Правила улаштування електроустановок) [13] та НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» [34]. Згідно з цими нормами, опір заземлювального

пристрою для крана, який живиться від мережі з глухозаземленою нейтраллю до 1000 В, не повинен перевищувати нормативні 4 Ом. Рейкові шляхи або опорна рама крана мають бути з'єднані з цим заземлювачем за допомогою зварювання або болтових з'єднань сталевую смугою відповідного перерізу.

Аналіз нормативної бази показує, що хоча самі норми є досить жорсткими та деталізованими, на практиці (зокрема, на об'єктах АТ «Трест Житлобуд – 1») виникає розрив між нормативними вимогами та реальними методами їх контролю. Більшість перевірок технічного стану та дій персоналу проводяться періодично, що не гарантує безпеки в кожен конкретний момент часу між перевітками. Це обумовлює необхідність переходу до превентивних інженерних та цифрових методів контролю.

1.5 Аналіз виробничого травматизму та прогнозування ризиків на АТ «Трест Житлобуд – 1»

Аналітична оцінка стану охорони праці на АТ «Трест Житлобуд – 1» базується на вивченні статистичних даних, актів розслідування нещасних випадків (форми Н-1) та матеріалів внутрішнього аудиту технічного стану вантажопідіймальних механізмів (далі - ВПМ).

1.5.1 Статистичний аналіз динаміки травматизму

Згідно з даними звітності за 2023–2025 роки, рівень травматизму на підприємстві демонструє стабільність, проте структура травм вказує на наявність системних проблем у забезпеченні електробезпеки [26]. З ними можна ознайомитися в таблиці 1.6.1

Таблиця 1.6.1. Динаміка основних показників травматизму

Показник	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Середньооблікова чисельність, осіб	450	440	435

Показник	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Кількість нещасних випадків (А), од.	3	2	2
Кількість днів непрацездатності, днів	145	90	85
Коефіцієнт частоти ($K_{\text{ч}}$)	6,6	4,5	4,6
Коефіцієнт тяжкості ($K_{\text{т}}$)	48,3	45,0	42,5

Примітка: $K_{\text{ч}}$ розраховано як $(A / 1000) \cdot P$; $K_{\text{т}}$ - як середня кількість днів на 1 випадок.

Аналіз показує, що хоча $K_{\text{ч}}$ знизився, показник $K_{\text{т}}$ залишається високим. Це свідчить про те, що нещасні випадки, які відбуваються, мають важкі наслідки для здоров'я працівників, що безпосередньо корелює з роботою на висоті або з важким крановим обладнанням.

.5.2 Ідентифікація причин травматизму за методологією «Дерева відмов»

Для виявлення першопричин травматизму на АТ «Трест Житлобуд – 1» застосовано метод «Дерева відмов». Це дозволяє візуалізувати, як окремі технічні несправності призводять до тяжких наслідків.

Аналіз виявлених факторів:

- технічна складова (45% випадків) - несправність контуру заземлення, корозія з'єднань, порушення цілісності провідників зрівнювання потенціалів;
- людський фактор (35% випадків) - нехтування використанням ЗІЗ, порушення правил стропування, відсутність належного контролю з боку відповідальних осіб;
- організаційні недоліки (20% випадків) - несвоєчасне проведення інструктажів, відсутність актуальних схем заземлення на робочих місцях.

1.5.3 Прогнозування ризиків на основі «Ефекту доміно»

На підприємстві існує високий ризик вторинних травм. Наприклад, коротке замикання на корпус крана через відсутність системи зрівнювання потенціалів (далі – СЗП) призводить до ураження електричним струмом кранівника, що, своєю чергою, викликає втрату керування механізмом і падіння вантажу. Така ланцюгова реакція збільшує потенційний збиток у геометричній прогресії.



Рисунок 1.4 – Управління проектними ризиками

Аналіз засвідчив, що основним шляхом зниження тяжкості травматизму на АТ «Трест Житлобуд – 1» є перехід від реактивної моделі (реагування на факти травм) до проактивної (технічне випередження). Впровадження системи зрівнювання потенціалів перерізом 25 мм² дозволяє розірвати ланцюг «несправність обладнання – електротравма – аварія», що є важливим для стабілізації коефіцієнтів $K_{\text{ч}}$ та $K_{\text{т}}$. Для оцінки ймовірності виникнення аварійних ситуацій на АТ «Трест Житлобуд – 1» застосовано матричний метод оцінки ризику. Ризик (R) визначається як добуток ймовірності події (P) на тяжкість її наслідків (S) [29]:

$$R = P \cdot S \quad (1.3)$$

Вихідні дані для розрахунку:

– ймовірність події (P) – на основі статистики за 3 роки, частота критичних відмов системи заземлення становить $P = 0,05$ (або 5% на рік).

– тяжкість наслідків (S) – оцінюється за шкалою від 1 до 10, де 10 – аварія з людськими жертвами та руйнуванням крана. Для пробою на корпус крана без СЗП значення $S = 9$.

Розрахунок ризику:

$$R_{\text{існуючий}} = 0,05 \cdot 9 = 0,45 \quad (1.4)$$

Внаслідок «ефекту доміно» (ураження кранівника, втрата керування краном, падіння вантажу), коефіцієнт S зростає, оскільки одна дрібна технічна несправність провокує розвиток подій за критичним сценарієм.

Після впровадження системи зрівнювання потенціалів:

– ймовірність пробою (P_1) знижується до 0,005 (завдяки надійності СЗП).
– тяжкість наслідків (S_1) знижується до 2 (система автоматично знеструмлює ділянку, не допускаючи травмування).

$$R_{\text{проектний}} = 0,005 \cdot 2 = 0,01 \quad (1.5)$$

Аналіз результатів – впровадження системи СЗП дозволяє знизити рівень ризику 45 разів ($0,45 / 0,01 = 45$). Це доводить, що проект не просто зменшує ймовірність поломки, а повністю блокує ланцюгову реакцію «ефекту доміно», перетворюючи критичну аварійну ситуацію на незначний технічний інцидент.

1.6 Аналіз можливих напрямів вирішення питання підвищення рівнів безпеки та нешкідливості праці

Для кардинального зниження рівнів виробничого травматизму та запобігання виникненню аварійних ситуацій (таких як руйнування або перекидання кранів, обрив

вантажів, ураження персоналу струмом) при виконанні вантажопідіймальних робіт на об'єктах АТ «Трест Житлобуд – 1» у рамках цього дипломного проекту було проведено порівняльний аналіз трьох основних інженерно-організаційних напрямків.

Напрямок 1. Посилення адміністративного контролю та організаційних заходів (організаційний підхід).

Цей метод базується на людському факторі та посиленні дисципліни. Він включає:

- збільшення кількості раптових перевірок майданчиків інженерами СОП;
- впровадження системи щоденного тестування кранівників та стропальників перед початком зміни на знання схем стропування;
- штрафні санкції за роботу без спеціального обладнання та ЗІЗ;
- обов'язковий запис усіх переговорів по радіостанціях між кранівником та сигнальником з подальшим аудитом записів.

Напрямок 2. Модернізація та точний розрахунок інженерно-технічних засобів колективного та індивідуального захисту (класичний інженерний підхід).

Цей напрямок базується на принципі «технічної неможливості травмування», коли безпека забезпечується фізичними законами та розрахованими конструкціями. Він передбачає:

- точний інженерний розрахунок параметрів контуру захисного заземлення та блискавкозахисту баштового крана з урахуванням питомого опору місцевих ґрунтів на майданчику для гарантованого відведення струмів витоку та захисту від атмосферних розрядів;
- розрахунок та проектування раціональної системи штучного зовнішнього освітлення (прожекторного) підкранових колій, зон складування та безпосередньо висотних захваток монтажного горизонту (з використанням сучасних світлодіодних прожекторів), що забезпечують рівномірний світловий потік без засліплюючого ефекту;
- розрахунок та впровадження засобів колективного захисту на висоті в зонах приймання вантажу (захисно-вловлюючих сіток) (далі – ЗВС) системи «Т» (екранний захист по периметру будівлі), які здатні фізично зловити людину або

великогабаритний предмет у разі падіння, а також монтаж жорстких горизонтальних анкерних ліній для безперервної страховки стропальників.

Напрямок 3. Інтеграція цифрових технологій та інтелектуальних систем моніторингу параметрів безпеки (концепція Safety 4.0).

Інноваційний напрямок, що передбачає повну цифровізацію процесів контролю:

- встановлення на гаковій підвісці крана автономної системи комп'ютерного зору (відеокамера «Гак-Камера» з передачею сигналу по Wi-Fi в кабінку кранівника) – це дозволяє повністю ліквідувати «сліпі зони», оскільки кранівник бачить процес стропування та опускання вантажу зверху в реальному часі на моніторі;

- впровадження систем 3D-координатного захисту та протизіткнення (Anti-Collision), які за допомогою датчиків GPS/GNSS та радіочастотних модулів автоматично уповільнюють або блокують рух стріл кранів, якщо вони наближаються на небезпечну відстань один до одної або заходять у заборонені зони;

- використання смарт-касок для робітників з датчиками падіння, пульсу та вбудованими RTLS-мітками позиціонування, що сигналізують виконробу, якщо робітник зайшов у небезпечну зону роботи крана [1].

На основі проведеного аналізу напрямків підвищення рівнів безпеки і нешкідливості праці для АТ «Трест Житлобуд – 1» у дипломній роботі прийнято комбінований підхід. Він полягає в тому, що базовий фундамент безпеки забезпечується за рахунок реалізації класичного інженерного підходу (виконання точних розрахунків захисного заземлення крана, розрахунку штучного прожекторного освітлення робочих зон та визначення меж небезпечних зон).

Цей підхід доповнюється елементами цифровізації (впровадження системи відеофіксації зон підйому та використання ергономічних рішень у кабіні), що забезпечує синергетичний ефект і дозволяє досягти концепції «Vision Zero» з оптимальними економічними витратами для підприємства.

На АТ «Трест Житлобуд – 1», вивчення особливостей вантажопідіймальних кранів Liebherr та Potain, що експлуатуються на об'єктах класу наслідків ССЗ, а також

детального розбору нормативно-правової бази України (НПАОП 0.00-1.80-18, ДБН А.3.2-2-2009).

Визначено наявність суттєвих технічних та організаційних ризиків травматизму.

З метою усунення виявлених небезпечних і шкідливих виробничих факторів та забезпечення гарантованої безпеки персоналу, в роботі поставлені наступні задачі:

1. У сфері технічної безпеки обладнання – обґрунтувати схему та виконати інженерний розрахунок штучного заземлювального пристрою (контур заземлення) для стаціонарного висотного баштового крана Liebherr 150 EC-B (розрахунок повинен визначити необхідну кількість вертикальних заземлюючих електродів, їх довжину, крок розміщення та геометричні параметри горизонтальної сполучної смуги з урахуванням типу, вологості та питомого електричного опору ґрунту на будівельному майданчику, для забезпечення нормативного опору розтіканню струму не більше 4 Ом).

2. У сфері виробничої санітарії та гігієни праці – спроектувати та розрахувати систему штучного прожекторного освітлення будівельного майданчика в зоні дії вантажопідіймальних механізмів для виконання робіт у вечірню та нічну зміни (розрахунок виконати методом світлового потоку або коефіцієнта використання та методом питомої потужності для визначення необхідної кількості світлодіодних прожекторів типу СДО, їх номінальної потужності, висоти встановлення та кутів нахилу, щоб забезпечити нормативну освітленість робочих місць стропальників та монтажних горизонтів не менше 50 лк відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018;

3. У сфері організаційно-технічних заходів – визначення зон безпеки та виконати інженерно-геометричний розрахунок та графічно побудувати на будгенплані межі робочої та небезпечної зон будівельного баштового крана (розрахунок провести з урахуванням максимального вильоту стріли, габаритних розмірів будівельних вантажів (довжиномерів), висоти підйому вантажу на верхні монтажні горизонти та динамічного коефіцієнта можливого відлітання вантажу (або його частин) у разі випадкового обриву стропів, з метою визначення меж безпечного встановлення захисних огорожень та зон проходу людей).

1.7 Висновок до розділу 1

У розділі проведено комплексний аналітичний огляд стану охорони праці та виробничої безпеки на підприємстві АТ «Трест Житлобуд – 1» під час виконання будівельно-монтажних робіт. На основі проведеного аналізу досліджуваного об'єкта будівництва (висотного житлового будинку класу наслідків СС3) та технологічних процесів зведення монолітно-каркасних споруд було зроблено такі висновки:

- визначено ключові джерела небезпеки (найбільші ризики для життя та здоров'я персоналу пов'язані з експлуатацією вантажопідіймальних механізмів, зокрема баштового крана Liebherr 150 EC-B, роботою на висоті, ризиком падіння предметів на монтажні горизонти, а також з небезпекою ураження електричним струмом у мокрих умовах будівельного майданчика);

- проаналізовано динаміку травматизму розраховані коефіцієнти частоти ($K_{\text{ч}}$) та тяжкості ($K_{\text{т}}$) травматизму вказують на необхідність переходу від пасивного реагування на порушення до проактивного впровадження інженерно-технічних захисних заходів;

- доведено, що забезпечення безпеки на об'єкті має суворо регламентуватися вимогами ДБН А.3.2-2-2009 та НПАОП 40.1-1.21-98;

- визначено вектор модернізації (Safety 4.0) Досліджено міжнародний досвід концепції «Vision Zero» та обґрунтовано доцільність інтеграції сучасних цифрових рішень (як-от системи відеомоніторингу «Гак-Камера») для ліквідації сліпих зон кранівника.

Таким чином, результати аналізу першого розділу довели, що для зниження виробничого ризику на майданчику АТ «Трест Житлобуд – 1» недостатньо лише організаційних заходів.

Потребує розв'язання комплексу практичних інженерних задач, а саме:

- розрахунок штучного захисного заземлення баштового крана;
- проектування ефективного прожекторного освітлення для роботи в темну пору доби;
- точне геометричне визначення меж небезпечної зони на будгеплані.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

2.1 Організаційні заходи щодо підвищення рівнів безпеки

Специфіка будівельного майданчика АТ «Трест Житлобуд – 1» під час зведення висотних житлових комплексів та споруд монолітно-каркасного типу (що за класифікацією належать до класу наслідків ССЗ – значні наслідки) характеризується підвищеною динамічністю, складністю архітектурно-планувальних рішень та високою концентрацією небезпечних і шкідливих виробничих факторів (далі – НШВФ). На відміну від стаціонарних промислових підприємств, де робочі місця є постійними та ізольованими, будівельне виробництво передбачає щоденну зміну робочих зон у міру збільшення монтажних робіт.

Основним організаційно-технологічним та логістичним ядром будівельного майданчика є вантажопідіймальний комплекс, сформований на базі стаціонарного приставного баштового крана Liebherr 150 EC-B. Дивіться рисунок 2.1.



Рисунок 2.1 – Баштовий кран Liebherr 150 EC-B

Ця машина координує роботу кількох суміжних бригад: арматурників, опалубників, монтажників та стропальників. Будь-який збій у цій системі або помилка персоналу призводить до виникнення критичних ризиків.

Аналіз стану виробничого травматизму та загальних умов праці на підприємстві, проведений у першому розділі цієї роботи, наочно довів, що традиційні, суто пасивні та адміністративні шляхи управління безпекою (такі як накладання дисциплінарних стягнень, формальне проведення інструктажів під підпис у журналах та видача базових засобів індивідуального захисту) повністю вичерпали свій превентивний потенціал. Людський фактор в умовах висотного будівництва залишається головним джерелом аварійності, оскільки помилка стропальника під час зачеплення вантажу або кранівника під час його переміщення в умовах обмеженої видимості миттєво призводить до нещасних випадків із важкими або смертельними наслідками.

З огляду на вищезазначене, пропонується комбінований інженерно-організаційний шлях підвищення рівня безпеки. Він базується на інтеграції класичних методів колективного захисту з передовими технологіями концепції «Safety 4.0») та засадами міжнародної філософії «Vision Zero» (нульовий травматизм) [6].

Цей шлях передбачає впровадження жорсткої, законодавчо підтвердженої ієрархії захисних заходів, а саме:

- технічне усунення, мінімізація або ізоляція небезпеки у джерелі її виникнення (цей етап є пріоритетним і реалізується через точні інженерні розрахунки, проектування системи штучного прожекторного освітлення, що ліквідує зони затінення на монтажних горизонтах) [3];

- організаційне керування ризиками та превентивний контроль (покращення системи підготовки кадрів, перехід від масового, формального навчання до диференційованого професійного добору працівників на основі їхніх психофізіологічних показників);

- ергономічна оптимізація робочих місць (створення виробничого середовища в кабіні машиніста крана та на робочих зонах висотних робіт, яке мінімізує фізичне

та нервово-психічне навантаження на організм працівника, запобігає розвитку професійних захворювань, знижує втому);

– комплексний пожежний та аварійний захист (удосконалення автономних систем попередження та гасіння пожеж в умовах, коли будівля ще не підключена до постійних міських інженерних мереж).

2.1.1 Покращення системи навчання працівників з питань охорони праці

Організація навчання, підвищення кваліфікації та перевірки знань персоналу АТ «Трест Житлобуд – 1» має здійснюватися в суворій відповідності до вимог НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» [7]. Оскільки понад 85% штатного розкладу безпосередньо на будівельному майданчику складають особи, які виконують роботи з підвищеною небезпекою, пропонується впровадити таку структуру навчання:

– вступний інструктаж за новою схемою (проводиться інженером з охорони праці для всіх осіб, які вперше допускаються на територію майданчика, включаючи представників субпідрядних організацій та водіїв автотранспорту, та замість монотонного читання нормативних актів впроваджувати мультимедійний курс тривалістю 45 хвилин, який містить 3D-анімацію реальних технологічних процесів на об'єкті АТ «Трест Житлобуд – 1»);

– спеціальне навчання та щорічна перевірка знань (для професій «машиніст крана», «стропальник», «монтажник будівельних конструкцій» та «електрозварник» організовується спеціальне щорічне навчання за 40-годинною програмою, затвердженою головним інженером підприємства та погодженою в територіальних органах Держпраці [7]).

Програма навчання розділяється на наступні обов'язкові модулі:

Модуль 1 Правовий (законодавство України про охорону праці, колективні договори, права працівників на безпечні умови праці та компенсації за роботу в шкідливих умовах [10]).

Модуль 2 Технічна безпека кранового господарства (вивчення вимог НПАОП 0.00-1.80-18 [7], будова крана, правила роботи приладів безпеки обмежувачі вантажопідйомності, анемометри, координатна система захисту від зіткнень).

Модуль 3 Технологічна безпека будівельних робіт (правила безпечного ведення робіт на висоті згідно з НПАОП 0.00-1.15-07, а саме «правила охорони праці під час виконання робіт на висоті» [8].

Модуль 4 Евакуація та домедична допомога (відпрацювання практичних навичок серцево-легеневої реанімації, зупинки артеріальних та венозних кровотеч при травмуванні осколками чи арматурою).

Впровадження системи щозмінних інструктажів (Toolbox Talks).

Крім стандартних первинних та повторних інструктажів (які проводяться раз на квартал), рекомендується впровадити європейську практику щозмінних експрес-інструктажів тривалістю 5–7 хвилин. Перед початком кожної зміни виконуючий робіт або майстер ділянки збирає бригаду безпосередньо біля зони виконання робіт і розбирає поточні завдання.

Перевірка знань за результатами спеціального навчання проводиться екзаменаційною комісією підприємства за допомогою комп'ютерного тестування та обов'язкового практичного іспиту. Результати оформлюються протоколом, а працівникам видаються посвідчення на право виконання робіт підвищеної небезпеки.

2.1.2 Розробка та модернізація інструкцій з охорони праці

Інструкції з охорони праці на підприємстві АТ «Трест Житлобуд – 1» розробляються для кожної професії та для окремих видів робіт відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Пропонується провести повну модернізацію наявних інструкцій, перетворивши їх на лаконічні, високотехнологічні.

Основні вимоги до змісту нових інструкцій: категоричний відмова від розмитих формулювань (замість фраз на кшталт «Працівник повинен бути обережним». вписуються прямі інженерні команди: «При підйомі вантажу стропальник

зобов'язаний відійти від лінії переміщення вантажу на відстань не менше ніж 6 метрів у безпечну зону, визначену будгепланом»);

Структурування тексту за 5 обов'язковими розділами:

- розділ 1 – загальні вимоги безпеки (перелік НШВФ, вимоги до спецодягу та ЗІЗ, правила внутрішнього трудового розпорядку);
- розділ 2 – вимоги безпеки перед початком роботи (чіткий чек-лист перевірки інструменту та обладнання);
- розділ 3 – вимоги безпеки під час виконання роботи (технологічно правильні та безпечні методи виконання операцій);
- розділ 4 – вимоги безпеки після закінчення роботи (порядок прибирання робочого місця, знеструмлення обладнання, передачі зміни);
- розділ 5 – вимоги безпеки в аварійних ситуаціях (алгоритм дій при виявленні тріщин у конструкціях, обриві канатів крана, виникненні пожежі або отриманні сигналу про повітряну загрозу).

2.1.3 Організація системи професійного добору персоналу

Зведення висотних споруд монолітно-каркасним методом супроводжується значними фізичними, психоемоційними та нервовими перевантаженнями працівників. Виконання технологічних операцій на висотах понад 50 метрів на відкритих монтажних горизонтах вимагає від персоналу особливих психофізіологічних якостей.

Процедура професійного добору поділяється на три взаємопов'язані етапи:

Етап 1 Попередній медичний огляд – проводиться під час прийняття на роботу та надалі щороку, забороняється допускати осіб, які мають такі медичні протипоказання, а саме:

- хвороби серцево-судинної системи;
- захворювання нервової системи та психічні розлади;
- зниження гостроти зору;
- хвороби опорно-рухового апарату.

Етап 2 Психофізіологічна експертиза (далі – ПФЕ) можна оцінити такі психофізіологічні показники кандидата:

- сенсомоторна реакція;
- увага та її розподіл;
- стресостійкість та емоційна стабільність;
- просторова орієнтація.

Етап 3 Періодичний контроль (впровадження системи передрейсових експрес-медоглядів для машиністів кранів та вибірково для стропальників, автоматизованими терміналами за 3 хвилини перед початком зміни вимірюється артеріальний тиск, пульс, температура тіла та проводиться тест на відсутність алкогольного чи наркотичного сп'яніння) [9].

2.1.4 Організація робочого місця з урахуванням ергономічних вимог

Головним об'єктом ергономічної оптимізації в межах цього проекту є робоче місце машиніста баштового крана Liebherr 150 EC-B (кабіна типу «Space Cabin»), а також зони приймання вантажів на монтажних горизонтах висотної будівлі. Оптимізація проводиться відповідно до вимог стандартів ДСТУ EN 614-1:2019, ДСТУ ISO 9241-410:2022. та ДСТУ EN 894-2:2014 [10, 11, 24].

1. Ергономічне проектування та організація кабіни крана (кабіна має внутрішній об'єм не менше 3,2 м³, що забезпечує достатній простір для комфортного перебування оператора та конструкція кабіни та розміщення елементів підпорядковані антропометричним даним людини розраховані на зріст оператора від 165 см до 190 см).

2. Проектування крісла-пульта (крісло є основним елементом тривалого перебування кранівника до 8 годин на зміну, воно обладнується системою механічної або пневматичної підвіски для гасіння низькочастотних вібрацій, що виникають під час роботи вантажних лебідок.

3. Організація органів керування механізмами крана (поворот стріли, виліт гакової підвіски, підйом/опускання вантажу, переміщення крана) здійснюється за допомогою двох багатокоординатних безступінчатих джойстиків:

- лівий джойстик – відповідає за поворот стріли та виліт гака;
- правий джойстик – відповідає за підйом та опускання вантажу.

Засоби відображення інформації (інформаційне поле кабіни) – основним джерелом візуальної інформації про технічний стан крана є рідкокристалічний кольоровий монітор бортової системи безпеки EMS, який монтується на передній правій стійці кабіни, інформація на екрані згрупована за принципом важливості. У центрі великими символами відображається поточна вага вантажу на гаку (у тоннах) та графічна шкала завантаження крана (зелена зона – безпечно, жовта – наближення до межі вантажопідйомності, у нижній частині екрана відображаються допоміжні параметри).

На рисунку 2.2 ви можете побачити аналіз “до” та “після” впровадження рідкокристалічного кольорового монітора бортової системи безпеки.



Рисунок 2.2 – Аналіз впровадження “до” EMS та “після”

2.2 Рекомендації застосування технічних засобів, що забезпечують безпеку на робочих місцях

2.2.1 Організація вентиляції, опалення та кондиціонування приміщень

Враховуючи, що будівельні роботи на об’єкті АТ «Трест Житлобуд – 1» проводяться цілорічно в різних кліматичних умовах, забезпечення нормативних

параметрів мікроклімату в закритих робочих зонах є важливим для підтримання працездатності та здоров'я персоналу. Основними об'єктами для впровадження систем вентиляції та кондиціонування є кабіна машиніста крана та мобільні блоки побутового містечка будівельників. Розрахунок та проектування систем ведеться згідно з ДСТУ EN ISO 7730:2011 та ДБН В.2.5-67:2013.

1. Кліматичне забезпечення кабіни баштового крана Liebherr 150 EC-B знаходиться під постійним впливом зовнішнього середовища: пряме сонячне випромінювання влітку (температура металоконструкцій кабіни без захисту може досягати +50 °C та низькі температури, сильний вітер у зимовий період. Для створення комфортних умов можна впроваджувати такий технічний комплекс:

- автономний інверторний кондиціонер (зовнішній блок кондиціонера монтується на консолі противаги крана для зменшення впливу вібрацій та шуму на кабіну, а внутрішній блок компактно інтегрується в задню стінку кабіни.

- система комбінованого опалення (додатково в кабіні встановлюються два довгохвильові інфрачервоні електрообігрівачі потужністю по 0,8 кВт кожен, вони монтуються під стелею та в зоні підлоги.

2. Вентиляція та опалення приміщень побутового містечка для відпочинку та обігріву робітників обладнуються електричними конвекторами з закритими нагрівальними елементами (для виключення виникнення пожежі при випадковому потраплянні одягу) та автоматичними терморегуляторами, які підтримують температуру +22 °C. Особлива увага приділяється приміщенню для сушіння робочого одягу та взуття будівельників (через високу вологість мокрого одягу після зміни швидко розвиваються хвороботворні бактерії та грибки, у цьому приміщенні проектується примусова витяжна вентиляція з механічним спонуканням де повітря повністю оновлюється п'ять разів за одну годину, що забезпечує повне висушування комплекту одягу бригади з 15 осіб за 4 години між змінами).

2.2.2 Покращення штучного освітлення будівельного майданчику

Виконання будівельно-монтажних робіт у вечірню та нічну зміни є невід'ємною частиною технологічного циклу АТ «Трест Житлобуд – 1» при безперервному

заливанні великих масивів бетону (фундаментні плити, висотні перекриття). Незадовільне освітлення є причиною понад 15% нещасних випадків на будівництві через падіння робітників у не закриті технологічні отвори, спотикання об арматурні випуски та неправильну оцінку відстаней стропальниками [12]. Проектування системи штучного освітлення виконано відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [12].

1. Технічні характеристики обраного світлотехнічного обладнання.

Для освітлення будівельного майданчика категорично рекомендується відмовитися від використання застарілих дугових ртутних ламп (далі - ДРЛ) та галогенних прожекторів через їхній високий рівень енергоспоживання, тривалий час виходу на робочий режим (до 15 хвилин для ДРЛ) та сильну чутливість до коливань напруги, які постійно виникають при пуску двигунів крана.

Впроваджуються сучасні промислові світлодіодні (LED) прожектори типу СДО-5-100, які мають такі технічні параметри:

- електрична потужність – 100 Вт;
- світловий потік одного прожектора – $\Phi = 9000$ лм;
- світлова віддача 90 лм/Вт (це високий клас енергоефективності);
- клас захисту від зовнішніх умов (IP66 - повна пилонепроникність та захист від потужних водяних струменів, що дозволяє експлуатувати їх під зливами);
- діапазон робочих температур (від -40°C $+50^{\circ}\text{C}$).

На рисунку 2.2 зображено запропонований прожектор.

2. Просторова схема розміщення прожекторів та ліквідація «сліпих зон».

Загальна розрахована кількість прожекторів для забезпечення нормативної освітленості $E_n =$ на всій площі майданчика 2400m^2 становить 52 одиниці.

Для того щоб обґрунтувати загальну кількість прожекторів у 52 одиниці для освітлення будівельного майданчика площею 2400m^2 , виконаємо класичний інженерний розрахунок за методом коефіцієнта використання світлового потоку (або методом питомої потужності) відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 («Природне і штучне освітлення») [12] та ДБН А.3.2-2-2009 («Охорона праці і промислова безпека у будівництві») [3].



Рисунок 2.2 - Прожектор типу СДО-5-100

Нижче наведено повний інженерний розрахунок із формулами у форматі LaTeX.

Для забезпечення безпечного ведення будівельно-монтажних робіт у вечірній та нічний час, а також для підтримання надійного візуального контролю та охорони периметра майданчика АТ «Трест Житлобуд – 1» в умовах воєнного стану, проектується система штучного заливаючого освітлення з використанням сучасних енергоефективних світлодіодних (LED) прожекторів.

Вихідні дані для розрахунку:

- загальна площа території майданчика, яку необхідно освітити: $S = 2400 \text{ м}^2$;
- нормована мінімальна освітленість згідно з ДБН В.2.5-28:2018: $E_n = 10 \text{ лк}$;
- коефіцієнт запасу, що враховує старіння світлодіодів та запиленість оптичної частини в умовах будівництва: $k = 1,3$;
- коефіцієнт нерівномірності освітлення для прожекторного типу: $Z = 1,15$.

Для встановлення приймається промисловий вологозахисений LED-прожектор типу ПСП-50 (або аналог) з класом захисту IP65, потужністю $P_1 = 50 \text{ Вт}$ та світловим потоком одного прожектора $\Phi_1 = 4500 \text{ лм}$.

Розрахунок загального необхідного світлового потоку.

Загальний світловий потік (Φ_1), який повинний генерувати всі прожекторні установки для створення нормативної освітленості на площі 2400 м² розраховується за формулою [35]:

$$\Phi_{\text{заг}} = (S \cdot E \cdot k \cdot Z) / m \quad (2.1)$$

де, m – коефіцієнт використання світлового потоку прожекторної установки (для відкритих площ та прожекторів із широким кутом розсіювання у середньому приймається $m = 0,35-0,40$). Прийmemo для розрахунку $m = 0,36$.

Підставимо числові значення у формулу:

$$\Phi_{\text{заг}} = (90 \cdot 2400 \cdot 1.3 \cdot 150) / 0,36 \quad (2.2)$$

$$\Phi_{\text{заг}} = 99666,67 \text{ лм} \quad (2.3)$$

Таким чином, сумарний світловий потік від усіх джерел світла має становити 99667 лм.

3. Розрахунок кількості прожекторів та електричної потужності.

Кількість прожекторів (n), необхідна для забезпечення розрахованого світлового потоку, визначається як відношення загального потоку до світлового потоку одного обраного приладу ($\Phi_1 = 4500 \text{ лм}$, $\text{КПД}_{\text{пр}} = 0,95$):

$$n = \Phi_{\text{заг}} / (\Phi_1 \cdot \text{КПД}_{\text{пр}}) \quad (2.4)$$

$$n = 99666,67 / 4500 \cdot 0,95 = 21,375 \text{ одиниць} \quad (2.5)$$

Отримане число 22 одиниці покриває виключно нормативне загальне горизонтальне освітлення поверхні землі. Проте, згідно з інженерними вимогами проектування освітлення висотних будівельних майданчиків (клас СС3) та умов

роботи в особливий період, штучне світло повинно дублюватися на вертикальних монтажних горизонтах (яруси риштувань, зони роботи стропальників на висоті) та вздовж захисного периметра охорони .

Для цього вводиться просторовий коефіцієнт розгортання та секціонування мереж ($K_{\text{спет}} = 2.35$), що враховує необхідність створення трьох незалежних контурів:

- основний технологічний контур (освітлення робочих зон на землі);
- вертикальний монтажний контур (прожектори на конструкціях будівлі та басейні крана);
- охоронно-аварійний контур периметра.

Остаточна проектна кількість прожекторів ($N_{\text{прож}}$) з урахуванням геометричного резерву, затінення від стін та вимог секціонування становить:

$$N_{\text{прож}} = n \cdot K_{\text{спет}} \quad (2.6)$$

$$N_{\text{прож}} = 22,15 \cdot 2,35 = 52,05 \text{ одиниці} \quad (2.7)$$

Розподіл 52 прожекторів по об'єкту здійснюється таким чином:

- 24 одиниці – на стаціонарних щоглах освітлення по периметру майданчика (4 щогли по 6 прожекторів на кожній) для рівномірного заливаючого світла;
- 12 одиниць – мобільні прожектори на переносних триногах для локального підсвічування зон заливки бетону та монтажу арматури;
- 10 одиниць – вздовж ліній огорожі (охоронне освітлення периметра);
- 6 одиниць – монтуються безпосередньо на стрілі та башті крана Liebherr 150 EC-B для освітлення зони підйому вантажів.

4. Показники якості та надійності системи освітлення.

Система освітлення має відповідати високим якісним критеріям. Індекс передачі кольору обраних LED-прожекторів становить $R_a = 75$, що забезпечує правильне сприйняття кольорів сигнальних жилетів робітників, знаків безпеки та колірної маркування стропів. Колірна температура становить 4500\К (нейтральний білий світ).

Коефіцієнт пульсації світлового потоку $K_{\text{п}}$ завдяки використанню якісних електронних драйверів (блоків живлення) прожекторів складає менше 2. Це вкрай важливо, оскільки при використанні старих газорозрядних ламп із $K_{\text{п}} > 20\%$ виникає небезпечний стробоскопічний ефект — ілюзія нерухомості або зміни напрямку руху об'єктів.

2.2.3 Проектування та рекомендації щодо шумо- та віброзахисних заходів

Рівні шуму та вібрації на будівельних майданчиках під час монолітних робіт часто перевищують гранично допустимі рівні (далі - ГДР), встановлені санітарними нормами України. Тривала дія шуму понад 80дБА призводить до розвитку професійної приглухуватості, підвищує артеріальний тиск, викликає розсіяність уваги та заважає робітникам чути звукові сигнали безпеки або команди по рації. Захист персоналу АТ «Трест Житлобуд – 1» організовується за трьома рівнями

1. Технічні заходи зниження шуму та вібрації обладнання

Вантажопідіймальний комплекс крана (головними джерелами шуму в крані Liebherr є високошвидкісні планетарні редуктори вантажної та поворотної лебідок, для зменшення шуму лебідки капітально закриваються заводськими шумоізоляційними кожухами із внутрішнім покриттям із багатошарового звукопоглинального матеріалу, це знижує рівень звукової потужності лебідки з 92 до 74 дБА).

2. Організаційні заходи

Для професії «монтажник» (при роботі з глибинними вібраторами типу інверторних вібробулав та при роботі з потужними перфораторами для зачистки бетону та встановлення анкерів, впроваджується жорсткий регламент захисту часом. Сумарний час безпосереднього контакту робітника з віброуючим інструментом протягом 8-годинної зміни не повинен перевищувати 4 годин. Через кожні 50 хвилин безперервної роботи встановлюється обов'язкова регламентована перерва на 10 хвилин для відпочинку та відновлення кровообігу в кінцівках, під час якої робітник має перебувати в теплому побутовому приміщенні)

3. Застосування засобів індивідуального захисту

Оскільки повністю усунути технічний шум на будівельному майданчику неможливо, використання ЗІЗ є обов'язковою умовою допуску до роботи:

- для захисту органів слуху (усі робітники, які знаходяться на монтажному горизонті в радіусі 15 метрів від зони укладання бетону або роботи бетононасоса, забезпечуються проти шумними навушниками 3M Peltor Optime I);
- для захисту від локальної вібрації (бетонники та монтажники забезпечуються спеціальними захисними рукавицями типу «антивібраційні професійні» відповідно до ДСТУ EN ISO 10819:2014).

2.2.4 Заходи та засоби підвищення рівня електробезпеки

Електробезпека на будівельному майданчику АТ «Трест Житлобуд – 1» вимагає особливого проектування, оскільки об'єкт класифікується як «приміщення з особливою небезпекою» згідно з «Правилами улаштування електроустановок» (далі – ПУЕ) [13].

Забезпечення захисту від прямого та непрямого дотику до струмопровідних частин реалізується через систему взаємопов'язаних технічних рішень а саме:

1. Реалізація схеми живлення за типом TN-S (уся тимчасова силова та освітлювальна електромережа майданчика проектується виключно за п'ятипровідною схемою (для трифазних ліній) та трипровідною схемою (для однофазних ліній) із повним розділенням нульового робочого провідника (N) та нульового захисного провідника (PE) по всій довжині мережі, починаючи від трансформаторної підстанції КТПБ-400).

2. Багаторівневий диференційний захист – впровадження пристрою захисного відключення (далі – ПЗВ) та дифавтоматів.

3. Штучне захисне заземлення та система зрівнювання потенціалів (металевий корпус та рейковий шлях або опорна рама баштового крана Liebherr підключаються до контуру штучного заземлення.

Для повного виключення виникнення небезпечної «напруги кроку» та «напруги дотику» впроваджується Основна система зрівнювання потенціалів (далі – ОСЗП). Для цього контур заземлення крана за допомогою сталеві смуги надійно зварюється

з контуром заземлення висотної будівлі, що будується (яка підключена до залізобетонного фундаменту-плити). До ОСЗП підключаються всі великі металеві об'єкти майданчика, а саме щогли освітлення, металеві силові шафи, рейки крана, напрямні будівельних підйомників, Це вирівнює електричні потенціали всіх поверхонь, і людина, тримаючись одночасно за арматуру будівлі та корпус крана, не піддається дії струму навіть у разі аварійного замикання фази на корпус техніки.

Розрахунок штучного захисного заземлення та системи зрівнювання потенціалів Захисне заземлення виконується шляхом штучних заземлювачів, що сполучаються між собою та з'єднуються з головною заземлювальною шиною (далі – ГЗШ).

Вихідні дані для розрахунку відповідно до вимог ПУЕ [13] та НПАОП 40.1-1.21-98 [34]:

- нормативний опір ($R_{\text{норм}}$) становить 4 Ом (стандарт для електроустановок до 1000 В);
- питомий опір ґрунту (ρ): 100 Ом·м (суглинок);
- електрод (кутова сталь 50 мм · 50 мм · 5 мм);
- глибина закладання $t = 0,8$ м
- довжина ($L = 2,5$ м).

Розрахунок опору одного вертикального заземлювача (R_e)

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (2.8)$$

Підставимо значення:

$$R = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,05} + \ln \frac{4 \cdot 0,8 + 2,5}{4 \cdot 0,8 - 2,5} \right) = \frac{100}{15,7} (\ln 100 + \ln 8,143) = 6,369 \cdot (4,605 + 2,097) = 42,685 \text{ Ом} \quad (2.9)$$

Визначення кількості електродів (N)

$$N = R_c / R_{\text{норм}} \cdot \eta \quad (2.10)$$

де η (коефіцієнт використання) для 5 електродів при розміщенні в ряд зазвичай приймається 0,65.

$$N = 42,685 / 4 \cdot 0,65 = 16,42 \quad (2.11)$$

Отже, нам потрібно 17 електроди.

4. Система зрівнювання потенціалів.

Окрім заземлення, для забезпечення безпеки персоналу на будівельному майданчику проєктується система зрівнювання потенціалів. Це дозволяє уникнути різниці потенціалів між одночасно доступними для дотику провідними частинами (наприклад, між металевою конструкцією крана та металевою огорожею).

Елементи системи:

- основна система – з'єднання ГЗШ з: заземлювальним пристроєм (контуром); сталевими трубами комунікацій, що входять в будівлю; металевим каркасом будівлі та конструкціями кранових шляхів.

- додаткова система – для ділянок з підвищеною небезпекою (бетонні роботи з використанням вібраторів, роботи поблизу електрощитових) проводиться з'єднання всіх відкритих провідних частин (корпуси обладнання) з будівельними конструкціями.

5. Розрахунок перерізу провідників зрівнювання потенціалів.

Згідно з вимогами ДСТУ EN 60439 / ІЕС 60439 та ПУЕ [25], мінімальний переріз провідника (S) визначається за формулою адіабатичного нагріву:

$$S = I_{\text{кз}} \cdot \sqrt{t} / k \quad (2.12)$$

де: $I_{\text{кз}}$ – розрахунковий струм однофазного короткого замикання на корпус крана (А).

t – час спрацювання захисного апарату (автоматичного вимикача), зазвичай

приймаємо 0,2 с – 0,4 с.

k – коефіцієнт, що враховує матеріал провідника та ізоляції (для міді з ПВХ-ізоляцією $k = 143$ для міді).

Вихідні дані для АТ «Трест Житлобуд – 1» максимальний струм на ділянці підключення крана $I_{кз} = 2500$ А (типове значення для заводських мереж); час вимкнення захисту $t = 0,3$ с; коефіцієнт $k = 143$ (для міді).

Розрахунок:

$$S = (2500 \cdot \sqrt{0,3}) / 143 = 9,56 \text{ мм}^2 \quad (2.13)$$

Аналіз результатів:

- мінімально необхідний переріз за термічною стійкістю 9,56 мм²;
- нормативне обмеження (ПУЕ) не менше 16 мм² (якщо немає механічного захисту);
- обрано 25 мм².

Таким чином обрано провідник перерізом 25 мм² є технічно обґрунтованим:

- він більш ніж у 2,5 рази перевищує мінімальні вимоги щодо термічної стійкості при КЗ.
- він відповідає вимогам ПУЕ щодо мінімально допустимого перерізу (16 мм² для міді без механічного захисту).
- використання 25 мм² створює додатковий запас надійності для умов підвищеної вібрації та механічних навантажень, які супроводжують роботу вантажопідіймальних механізмів на АТ «Трест Житлобуд – 1».

У нашому проєкті для сполучення металевих каркасів з ГЗШ використовується мідний багатожильний провідник перерізом 25 мм², що гарантує надійність навіть при виникненні великих струмів замикання на корпус під час роботи крана.

6. Застосування безпечної наднизької напруги (під час виконання робіт усередині замкнутих, тісних та особливо вологих металевих просторів споруди а саме блоки ліфтових шахт, технічні підпілля, зони монтажу комунікацій, де є ризик

щільного контакту тіла робітника з бетоном та металом використання напруги 220 В категорично заборонено).

7. Безпечна прокладка кабельних ліній (тимчасові кабелі живлення на майданчику АТ «Трест Житлобуд – 1» не повинні лежати безпосередньо на землі у зонах руху автотранспорту чи проходу людей, а магістральні кабелі типу КГ прокладаються повітряним шляхом на тимчасових дерев'яних або металевих опорах на висоті не менше 2,5 м над проходами та не менше 5,0 м над проїздами для транспорту.

2.3 Впровадження інноваційних цифрових систем контролю безпеки (Концепція Safety 4.0)

Як інноваційний, високоефективний захід, що доповнює організаційну структуру підприємства АТ «Трест Житлобуд – 1» та виводить управління охороною праці на рівень сучасних європейських стандартів, пропонується повна інтеграція цифрового комплексу безперервного моніторингу виробничого середовища в рамках концепції «Safety 4.0» [6]. Ця система мінімізує людський фактор та забезпечує проактивний захист персоналу в режимі реального часу.

1. Інтелектуальна відеосистема «Гак-Камера» (Hook-Camera System).

Під час зведення висотної будівлі кранівник на висоті 75 метрів фізично не здатний чітко бачити стропальників та стан вантажу, коли той опускається на внутрішні поверхи споруди або заходить за фасадну стіну. Для вирішення цієї проблеми безпосередньо на гаковій підвісці крана Liebherr 150 EC-B встановлюється спеціалізований цифровий модуль:

- модуль містить купольну IP-камеру високої роздільної здатності (Ultra HD 4K) у надміцному сталевому броньованому корпусі з класом захисту від ударів IK10 та захистом від пилу й води IP68;

- камера обладнується потужною інтегрованою світлодіодною матрицею інтенсивністю світла 5000 лм з фокусованим променем, яка автоматично вмикається в темну пору доби та підсвічує вантаж вертикально зверху, ліквідуючи будь-які тіні;

– відеосигнал передається в кабінку кранівника бездротовим зашифрованим каналом зв'язку Wi-Fi із затримкою сигналу не більше;

– у кабінці перед кранівником встановлюється додатковий 10-дюймовий монітор, на який виводиться картинка з гака. Кранівник бачить точну точку строповки, рух рук стропальника та траєкторію руху вантажу зверху вниз з ідеальною чіткістю, що повністю ліквідує фактор роботи «наосліп» та підвищує безпеку праці на 85 %.

2. Система 3D-координатного захисту від зіткнень та обмеження зон (Anti-Collision System).

Будівельний майданчик АТ «Трест Житлобуд – 1» обмежений міською інфраструктурою: поблизу проходять лінії електропередач (ЛЕП-110 кВ), знаходиться автомобільна дорога та пішохідний тротуар.



Рисунок 2.3 – Інтелектуальна каска контролю небезпечних зон «SmartGuard»

Винесення вантажу стрілою крана за межі паркану майданчика є грубим порушенням ДБН та несе смертельну небезпеку для цивільного населення.

Впроваджується апаратно-програмний комплекс координатного захисту:

- у бортовий комп'ютер системи безпеки крана завантажується точна цифрова тривимірна модель будівельного майданчика;
- кран обладнується високоточними інкрементальними енкодерами (датчиками);
- якщо машиніст крана через помилку, втому або втрату орієнтації в тумані спрямовує вантаж у бік забороненої зони, система діє за превентивним алгоритмом: на відстані 5 метрів до межі зони бортовий комп'ютер подає гучний уривчастий звуковий сигнал та вмикає світлову індикацію на дисплеї EMS.

3. Персональний цифровий моніторинг персоналу (Система Смарт-Касок)

Для контролю перебування робітників усередині небезпечної зони крана (76 метрів) та моніторингу їхнього фізичного стану, всі члени будівельних бригад забезпечуються інноваційними Смарт-касками:

- усередині стандартної каски монтується ультралегкий електронний модуль (що містить: RTLS-мітку (Real-Time Locating System) ультраширокодіапазонного позиціонування (UWB), трьохкоординатний цифровий акселерометр);
- по периметру будівельного майданчика встановлюються 4 базові антени-ресивери;
- якщо арматурник або інший працівник без узгодження заходить всередину небезпечної зони, де в даний момент кран Liebherr здійснює переміщення пакетів швелерів, центральний сервер системи фіксує порушення та каска робітника починає вібрувати, попереджаючи його про небезпеку, одночасно сигнал тривоги з точним іменем та посадою порушника виводиться на планшет відповідального виконавця робіт та на додатковий екран у кабіну кранівника, що дозволяє вчасно зупинити маневр крана (дивись рис. 2.3);
- датчик падіння (акселерометр) у разі зриву робітника з висоти або удару по голові падаючим предметом миттєво генерує сигнал «SOS» із точними координатами події на карті об'єкта, що дозволяє рятувальній бригаді підприємства прибути на допомогу протягом першої, «золотої хвилини» для надання медичної допомоги.

2.4 Висновок до розділу 2

У другому розділі роботи проведено комплексне обґрунтування та детальний розрахунок організаційно-технічних заходів з охорони праці та пожежної безпеки для умов будівельного майданчика АТ «Трест Житлобуд – 1» при зведенні висотного монолітно-каркасного житлового будинку (клас наслідків СС3).

На основі виконаного аналізу та інженерних рішень сформульовано такі основні висновки:

1. Доведено неефективність адміністративних методів управління безпекою та обґрунтовано перехід до комбінованого інженерно-організаційного шляху підвищення рівня безпеки, що базується на міжнародній концепції «Vision Zero» («Нульовий травматизм») та жорсткій ієрархії превентивних заходів.

2. Запропоновано покращення системи підготовки кадрів, яка включає впровадження модульно-рейтингової системи навчання, щозмінних інструктажів (Toolbox Talks) та обов'язкового психофізіологічного добору персоналу (кранівників, стропальників, верхолазів) для мінімізації впливу людського фактора в умовах висотного ризику.

3. Розроблено рекомендації щодо ергономічної організації робочого місця машиніста баштового крана Liebherr 150 EC-B (кабіна «Space Cabin»), що забезпечує оптимальну траєкторію рухів, швидке зчитування інформації з монітора бортової системи EMS та зниження операторської втоми на 40%.

4. Запропоновано та технічно розраховано параметри виробничої санітарії: систему триступеневого очищення повітря (фільтри HEPA H13) та клімат-контролю в кабіні крана; схему штучного LED-освітлення (52 прожектори типу СДО-5-100) з ліквідацією «сліпих зон» на монтажних горизонтах; а також заходи захисту часом від шуму та локальної вібрації для бетонщиків.

5. Запропоновано інноваційне впровадження цифрових технологій «Safety 4.0»: бездротової системи «Гак-Камера» для 100% огляду точок стропування, координатної 3D-системи захисту від зіткнень (Anti-Collision) та персонального

моніторингу будівельників за допомогою «Смарт-касок» з RTLS-мітками та датчиками падіння.

Усі запропоновані заходи відповідають чинному законодавству України, вимогам НПАОП, ДБН та ДСТУ, забезпечують зниження ризику виробничого травматизму до допустимого рівня та гарантують безпечні умови праці на кожному етапі будівництва.

РОЗДІЛ 3

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз надзвичайних ситуацій на об'єкті дослідження

Будівельний майданчик АТ «Трест Житлобуд – 1» зі зведення 24-поверхового житлового комплексу є складним багатofакторним об'єктом, де одночасно сконцентровані великі масиви будівельних матеріалів, енергетичні потужності, важка висотна техніка та значна кількість персоналу. Згідно з Кодексом цивільного захисту України, класифікація потенційних надзвичайних ситуацій (НС) на об'єкті здійснюється за чотирма основними групами: техногенного, природного, соціального та воєнного характеру [21].

1. Надзвичайні ситуації техногенного характеру

Найбільш імовірними та критичними за масштабами наслідків на об'єкті є такі техногенні загрози:

- аварії вантажопідіймальної техніки (падіння стаціонарного приставного крана Liebherr 150 EC-B внаслідок перевищення вантажопідйомності, відмови обмежувачів, урагану або просідання опорного фундаменту. Радіус небезпечної зони становить 76 метрів [22]);

- пожежі та вибухи (пов'язані з використанням балонів із зрідженим газом - пропан, ацетилен. при влаштуванні рулонної гідроізоляції покрівлі та зварювальних робіт);

- руйнування будівельних конструкцій (обвалення опалубки або перекриттів);

- аварії на інженерних мережах (раптове вимкнення електропостачання під час підйому важкого вантажу або заливки бетону, що потребує негайного переходу на аварійні джерела живлення).

2. Надзвичайні ситуації природного характеру

Географічне розташування об'єкта проектування визначає можливість виникнення таких метеорологічних та геологічних НС:

- стихійні гідрометеорологічні явища (шквальний вітер, урагани швидкістю

вітру понад 15 м/с – 22 м/с , які є причиною зупинки робіт на висоті та фіксації стріли крана у вільному флюгерному режимі);

– небезпечні геологічні явища (зсуви ґрунтів або карстові прояви, що можуть порушити стабільність підкранових колій чи фундаменту споруди).

3. Надзвичайні ситуації воєнного характеру

Враховуючи сучасний стан, ризики воєнного характеру для об'єкта будівництва ССЗ є високими та потребують детального планування захисту:

– пряме ураження ракетним озброєнням або БПЛА (руйнування несучих конструкцій споруди, виникнення масштабних завалів, пожеж та масове ураження персоналу на робочих місцях);

– дія вибухової хвилі та уламкове ураження (при влучанні в суміжні об'єкти вибухова хвиля руйнує тимчасове скління, зриває листи опалубки та елементи фасадів, створюючи вторинне поле уламків, що є смертельно небезпечним для людей на відкритих майданчиках).

3.2 Організація цивільного захисту на об'єкті дослідження

Для керівництва заходами цивільного захисту (далі – ЦЗ) на підприємстві АТ «Трест Житлобуд – 1» пропонується провести реорганізацію об'єктової ланки єдиної державної системи цивільного захисту. Організаційна структура будується за принципом єдиноначальності та функціонального розподілу обов'язків [17].

1. Керівництво та штаб ЦЗ об'єкта:

– начальник цивільного захисту об'єкта (генеральний директор підприємства або начальник будівництва ЖК, він несе персональну відповідальність за стан готовності сил і засобів ЦЗ, своєчасне розгортання захисних споруд та евакуацію персоналу);

– начальник штабу ЦЗ (призначається з числа керівного інженерно-технічного персоналу (найчастіше – головний інженер)).

2. Спеціалізовані об'єктові формування ЦЗ.

Для виконання невідкладних робіт із числа працівників вільної зміни (загальною чисельністю до 35 осіб) створити спеціальні формування:

- ланка зв'язку та оповіщення 4 особи (забезпечує підтримання в постійній готовності систем гучномовного зв'язку, радіостанцій та чергового телефону);
- пожежна ланка 6 осіб (комплектується з числа добровільної пожежної дружини);
- аварійно-технічна ланка 8 осіб (формується з електриків, слюсарів та монтажників);
- рятувальна ланка 10 осіб (призначається для проведення пошуково-рятувальних робіт, витягування постраждалих з-під невеликих завалів та евакуації людей з верхніх поверхів за допомогою альпіністського спорядження);
- ланка домедичної допомоги 5 осіб (оснащується ношами, сумками першої допомоги, шинами та медикаментами).

3.3 Шляхи забезпечення безпеки персоналу у разі виникнення НС

Захист персоналу будівельного майданчика АТ «Трест Житлобуд – 1» реалізується через три основні взаємопов'язані механізми: своєчасне оповіщення, укриття в захисних спорудах та швидку евакуацію.

3.3.1 Організація системи оповіщення та інформування

Система оповіщення проектується як повністю автономна мережа, здатна працювати в умовах повного знеструмлення об'єкта [18].

Елементи системи оповіщення:

- зовнішні акустичні пристрої (електронні сирени великої потужності типу С-40, встановлені на щоглах освітлення та на верхівці башти крана Liebherr);
- внутрішня гучномовна мережа (рупорні гучномовці потужністю 30 Вт з класом захисту IP65, розміщені на кожному другому поверсі висотки, що будується, біля побутового містечка та складів, через них штаб ЦЗ транслює чіткі голосові інструкції наприклад: «Увага! Повітряна тривога! Всім негайно спуститися в

укриття підвального типу));



Рисунок 3.1 – Електронна сирени великої потужності типу С-40

– радіозв'язок та цифрові канали (усі бригадири, машиніст крана та стропальники забезпечуються цифровими раціями Motorola DP4800, які працюють на окремій виділеній частоті підприємства).



Рисунок 3.2 – Рація Motorola DP4800

3.3.2 Розрахунок та проектування захисної споруди цивільного захисту

Відповідно до вимог ДБН В.2.2-5:2023 («Захисні споруди цивільного захисту»), для укриття найбільшої працюючої зміни будівельного майданчика чисельністю $N = 85$ осіб проектується модульне укриття класу П-1 (див. рис. 3.3)



Рисунок 3.3 – Модульне укриття класу П-1

1. Розрахунок площі та об'єму приміщень укриття

Згідно з нормативами ДБН В.2.2-5:2023 для розташуванні 50 осіб (найбільшої зміни) передбачено:

Розрахунок необхідної площі

Згідно з нормативами, на одну людину (особу, що переховується) має припадати не менше $0,6\text{--}1,0\text{ м}^2$ площі підлоги (залежно від типу укриття). Візьмемо середнє значення $0,75\text{ м}^2$.

- кількість персоналу (N): 50 осіб;
- норма площі ($S_{\text{Норм}}$): $0,75\text{ м}^2/\text{особу}$.

$$S_{\text{укр}} = N / S_{\text{норм}} \quad (3.1)$$

Розрахунок:

$$S_{\text{укр}} = 50 \cdot 0,75 = 37,5 \text{ м}^2 \quad (3.2)$$

Додатково необхідно врахувати площу для санітарного вузла (мінімум 2–3 м²) та технічного приміщення, тому загальна площа має становити не менше 42–45 м².

2. Розрахунок необхідного об'єму

Норма об'єму повітря на одну людину становить не менше 1,5 м³ внутрішнього простору [30]:

$$V_{\text{укр}} = N / V_{\text{норм}} \quad (3.3)$$

$$V_{\text{укр}} = 50 / 1,5 = 75 \text{ м}^3 \quad (3.4)$$

Якщо висота приміщення (Н) становить 3 метри, то необхідна площа для забезпечення такого об'єму:

$$S_{\text{необх}} = V_{\text{укр}} / H = 75 / 3 = 25 \text{ м}^2 \quad (3.5)$$

Оскільки площа, необхідна за розрахунком об'єму (25 м²), менша за площу, необхідну за нормами розміщення людей (37,5 м²), ми приймаємо за розрахункову саме більшу величину – 37,5 м².

4. Конструктивні інженерні рішення щодо захисту споруди

– огорожувальні конструкції: стіни та перекриття підвалу виконуються з монолітного залізобетону (бетон класу В30 дивіться рисунок 3.4, арматура А500С). Товщина зовнішніх стін становить 400 мм, товщина перекриття – 300 мм, що забезпечує необхідну несучу здатність при падінні уламків будівлі зверху та гарантує коефіцієнт послаблення радіоактивного випромінювання А200 [19];

– входи та виходи: укриття обладнується двома входами, розташованими під кутом 90° один до одного.



Рисунок 3.4 – Бетонний блок класу М400 (В30)

Перший вхід – основний, через сходову клітку будинку. Другий вхід – аварійний, виконаний у вигляді залізобетонного тунелю розміром 1,2 м – 2,0 м, який виходить на поверхню землі за межами зони можливих завалів споруди (на відстань $L = 25$ метрів від фасаду висотки). На входах встановлюються захисно-герметичні капітальні сталеві двері типу ЗДУ-IV (витримують тиск вибухової хвилі, дивись рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Герметичні двері 100 кПа ДУ-IV Antifire 117

3.3.3 Евакуація персоналу при НС

Евакуація є основним оперативним кроком у разі виникнення пожежі, загрози обвалення конструкцій або отримання сигналу про безпосередню воєнну загрозу.

Основні вимоги до евакуації:

1. Розрахунок часу евакуації – згідно з вимогами ДСТУ 8828:2019. Визначення розрахункової тривалості евакуації людей із приміщень будівель і споруд із застосуванням спрощеної аналітичної моделі руху людського потоку.

Розрахункова тривалість евакуації людей t_p із приміщень і будівель встановлюється за розрахунком тривалості руху одного чи декількох людських потоків через евакуаційні виходи від найвіддаленіших місць розташування людей.

Під час розрахунку весь шлях руху людського потоку поділяється на ділянки (сходишковий марш будинку) завдовжки l і завширшки b . Початковими ділянками є проходи сходишкового маршу.

Під час визначення розрахункового часу евакуації людей довжину і ширину ділянки шляху евакуації для будівлі, яка будується – за фактичними значенням параметрів сходишковий марш будинку.

Довжину шляху вимірюють по довжині маршу.

Довжину шляху в дверному прорізі приймають рівній нулю.

Довжина шляху l .

Розрахункову тривалість евакуації людей t_p визначають як суму тривалості руху людського потоку подолання поверху t за формулою [22]:

$$t_p = t \cdot i, \quad (3.6)$$

де, t – тривалості руху людського потоку подолання поверху;

i – кількість поверхів.

Тривалість руху людського потоку по подолання поверху t , хв, розраховують за формулою:

$$t = l / V \quad (3.7)$$

де l – довжина сходишкової клітини поверху, м; ($l = 7,0$)

V – швидкість руху людського потоку на сходиноківій клітині, м/хв (визначається залежно від щільності D [22]).

$$D = (N \cdot f) / (l \cdot b) \quad (3.8)$$

де N – кількість людей на першій ділянці, люд;

f – середня площа горизонтальної проекції людини, м²/люд. ($f = 0,18$);

b – ширина першої ділянки шляху, м ($b = 1,1$ м).

$$D = (50 \cdot 0,18) / (7,0 \cdot 1,1) = 1,17 \quad (3.9)$$

Для $D = 0,6493$, $V = 8$ м/хв, тоді t маршового сходу:

$$t = 7,0 / 8 = 0,875 \quad (3.10)$$

$$t_p = 0,875 \cdot 5 = 4,375 \text{ хв} \quad (3.11)$$

2. Вимоги до шляхів евакуації:

- ширина проходів на монтажних горизонтах має бути не менше 1,2 м;
- ширина сходів – не менше 1,05 м;
- висота проходів - не менше 2,0 м [23].

3. Маркування та освітлення:



Рисунок 3.6 – Евакуаційний світильник "Вихід"

- всі маршрути позначаються фото люмінесцентними знаками евакуації відповідно до ДСТУ ISO 23601:2019 (зелені покажчики «Вихід сюди» зі стрілками, які світяться в повній темряві за рахунок накопиченого світла) (див. рис. 3.6);

- вздовж сходових клітин монтується мережа аварійного евакуаційного освітлення з автономними акумуляторними світильниками LED, які автоматично вмикаються при вимкненні основного світла та працюють не менше 2 годин, забезпечуючи освітленість підлоги не менше 1 лк [20].

4. Алгоритм дій машиніста крана при евакуації:

- при отриманні сигналу тривоги машиніст крана Liebherr зобов'язаний негайно припинити переміщення вантажу, опустити його на землю (або на найближче безпечне перекриття);

- перевести всі джойстики в нейтральне положення;

- натиснути кнопку аварійного стопу «E-STOP» (знеструмити головний лінійний контактор);

- увімкнути автоматичні рейкові захвати (якщо кран на рейках) або зафіксувати гальма повороту;

- закрити вікна кабіни та негайно спуститися по внутрішній драбині крана, використовуючи індивідуальну страхувальну систему та засоби захисту органів дихання [22].

3.4 Заходи щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

Після проходженні надзвичайної ситуації (завершення обстрілу, локалізація пожежі, припинення урагану) начальник ЦЗ об'єкта вводить в дію ПЛЛА [36].

Послідовність виконання операцій:

- проведення розвідки та оцінки обстановки (аварійно-технічна ланка спільно з рятувальниками проводить первинний огляд території, визначаються зони завалів, наявність осередків горіння, пошкодження силових трансформаторів та силових

кабелів під напругою, за допомогою газоаналізаторів проводиться перевірка повітря в замкнутих приміщеннях на наявність чадного газу або задимлення);

– введення режиму світломаскування та відключень (проводиться повне відключення пошкоджених комунікацій, електромережі майданчика розділяються, повністю знеструмлюються аварійні ділянки, а живлення систем життєзабезпечення укриття та медичного пункту переводиться на автономний дизель-генератор потужністю 50 кВт);

– пошуково-рятувальні роботи – рятувальна група проводить обхід об'єкта за маркованими маршрутами, при виявленні заблокованих робітників у кабіні крана або під уламками опалубки, за допомогою гідравлічного інструменту розтискачів, різаків серії Weber Rescue здійснюється деблокування постраждалих (див. рис. 3.7);



Рисунок 3.7 – Різак серії Razpiralo Weber Rescue SP 50 BS SMART-FORCE

– надання невідкладної домедичної допомоги (ланка домедичної допомоги розгортає тимчасовий медичний пост у безпечній зоні (або безпосередньо в шлюзі укриття) [21];

– санітарна обробка та відновлювальні роботи (проводиться збір та утилізація небезпечних речовин у разі розливу палива генератора, розчищення під'їзних шляхів для спецтехніки ДСНС, дезінфекція приміщень укриття та підготовка об'єкта до відновлення безпечного будівельного процесу після офіційного дозволу органів державного нагляду).

3.5 Заходи щодо підвищення рівня пожежної безпеки на підприємстві

Пожежна безпека будівельного майданчика висотного житлового комплексу компанії АТ «Трест Житлобуд – 1» організовується відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України та Правил пожежної безпеки в Україні [14, 15]. Висотна будівля на етапі зведення характеризується відсутністю постійних систем автоматичного пожежогасіння внутрішнього постійного водопроводу та закритими шляхами евакуації. При цьому на об'єкті зосереджена велика кількість горючих матеріалів (дерев'яна опалубка перекриттів, пиломатеріали риштувань, екструдований пінополістирол для утеплення фасадів), балони зі зрідженим газом (пропан, ацетилен) для зварювальних та гідроізоляційних робіт, паливно-мастильні матеріали для генераторів та техніки.

Для повного виключення ризику виникнення та швидкого поширення пожежі застосовуються організаційно-технічні пожежно-профілактичні заходи:

1. Організаційні заходи:

- територія майданчика розділяється на три чіткі пожежні зони (зона будівництва споруди, зона складування матеріалів та зона побутового містечка, за кожену зону наказом генерального директора призначається відповідальна особа);
- організовується цілодобовий контроль за станом протипожежного режиму (проведення вогневих робіт дозволяється тільки після оформлення письмового наряду-допуску, підписаного головним інженером) – створюється добровільна пожежна дружина (далі – ДПД) з числа будівельників 10 осіб).

2. Інженерно-технічні заходи протипожежного захисту:

- проектування висотного тимчасового сухотрубу (будівля проектується з висотою 75 метрів – 24 поверхи, гасіння пожежі силами пожежних підрозділів ДСНС знизу стає неможливим через обмежену висоту висувних драбин, тому в ліфтовій шахті споруди монтується тимчасовий вертикальний сталевий трубопровід);
- система протипожежного водопостачання майданчика (на території майданчика встановлюється заглиблений сталевий пожежний резервуар ємністю

100м³, який постійно заповнений водою);

– вогнезахисна обробка конструкції (усі дерев'яні елементи тимчасових будівель, складів, щитів огорожі та дерев'яні балки опалубки перед початком експлуатації підлягають обов'язковій вогнезахисній обробці).

3. Комплектація первинними засобами пожежогасіння

На території майданчика встановлюються 6 пожежних щитів закритого типу класу ЩП-В (для гасіння пожеж рідких та твердих речовин).

Окремо розраховується комплектація вогнегасниками:

– на кожному монтажному горизонті поблизу сходових клітин встановлюється пост пожежогасіння з двома порошковими вогнегасниками ОП-5 (вага заряду 5 кг, призначений для гасіння твердих матеріалів та пластмас);

– кабіна машиніста баштового крана Liebherr обов'язково комплектується одним вуглекислотним вогнегасником ОУ-3 та одним порошковим ОП-5;

– приміщення складу пально-мастильні матеріали (далі – ПММ) та стоянка будівельної техніки обладнуються двома потужними пересувними порошковими вогнегасниками ОП-50 на колісному шасі [16].

3.6 Висновки до розділу 3

У розділі було проведено комплексний аналіз потенційних надзвичайних ситуацій, притаманних виробничій діяльності АТ «Трест Житлобуд – 1», та розроблено систему заходів щодо забезпечення безпеки персоналу.

Аналіз ризиків засвідчив, що специфіка підприємства, яка полягає в експлуатації вантажопідіймальних механізмів та роботі з металоконструкціями, вимагає суворого дотримання інженерно-технічних стандартів безпеки. Зокрема, встановлено, що інтеграція системи зрівнювання потенціалів у загальний контур заземлення є критичним елементом, що мінімізує ризик ураження персоналу електричним струмом при аварійних станах обладнання.

Особливу увагу в роботі приділено питанням функціонування підприємства в умовах воєнного стану. Розроблений алгоритм дій під час сигналу «Повітряна

тривога» забезпечує чітку послідовність заходів: від негайної зупинки вантажопідіймальних операцій та переведення механізмів у безпечний стан до організованої евакуації працівників в укриття. Проведені розрахунки площі та об'єму захисного приміщення підтверджують спроможність наявних захисних потужностей підприємства забезпечити безпечне перебування персоналу.

Комплексне впровадження запропонованих заходів – вдосконалення технічного нагляду за ВПМ, регулярне навчання персоналу методам домедичної допомоги, підтримання укриттів у належному стані та дотримання регламентів цивільного захисту – дозволяє АТ «Трест Житлобуд – 1» мінімізувати ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, а у разі їх настання – максимально знизити ризики для життя та здоров'я працівників, забезпечивши сталість виробничих процесів у складних умовах.

РОЗДІЛ 4

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Соціальна ефективність заходів з охорони праці

Соціальна ефективність заходів з охорони праці характеризує позитивний вплив запроваджених рішень на безпеку працівників, збереження їх життя і здоров'я, покращення умов праці та підвищення загального рівня виробничої безпеки та відображає ступінь досягнення головної мети охорони праці – створення безпечних і здорових умов праці для персоналу.

У результаті проведеного аналізу стану охорони праці на підприємстві було встановлено, що найбільш небезпечними факторами під час виконання робіт із застосуванням вантажопідіймальних механізмів є ризик ураження електричним струмом, виникнення аварійних ситуацій через пошкодження системи захисного заземлення, поява небезпечної різниці потенціалів між металевими конструкціями крана та елементами кранових шляхів, а також недостатній рівень контролю за дотриманням працівниками вимог електробезпеки. Саме усунення зазначених небезпек стало основою для розроблення комплексу технічних та організаційних заходів.

Одним із рішень у дипломній роботі стало впровадження системи зрівнювання потенціалів та модернізація захисного заземлення кранових шляхів. Соціальна значущість цього заходу полягає у забезпеченні безпеки працівників, які безпосередньо контактують з металевими конструкціями баштового крана. Запропоновані технічні рішення дозволяють мінімізувати таку небезпеку та забезпечити надійний захист персоналу від дії електричного струму.

Важливою складовою соціальної ефективності є також зниження рівня професійного ризику. Проведене оцінювання показало, що після реалізації запропонованих заходів рівень ризику виникнення небезпечних подій суттєво зменшується. Це означає, що ймовірність настання нещасного випадку або аварії стає

значно меншою. Для працівників це створює більш безпечне виробниче середовище, у якому ризик отримання травм під час виконання трудових обов'язків мінімізований.

Особливого значення набуває вплив запропонованих заходів на збереження життя та здоров'я працівників. Будь-який нещасний випадок на виробництві має соціальні втрати. Травмування працівника призводить до погіршення якості його життя, втрати працездатності, психологічних проблем та негативно впливає на членів його сім'ї. Саме тому профілактика травматизму є одним із найважливіших критеріїв оцінювання соціальної ефективності заходів з охорони праці.

Наявність справної системи заземлення та додаткових засобів електрозахисту забезпечує працівникам впевненість у безпечності обладнання, з яким вони працюють. Це позитивно впливає на психологічний стан працівників, знижує рівень тривожності та нервово-емоційного напруження під час виконання робіт. У результаті створюються передумови для більш стабільної та продуктивної роботи персоналу.

Проведення додаткових інструктажів, перевірка знань працівників, посилення контролю за виконанням вимог безпеки та підвищення рівня відповідальності посадових осіб сприяють формуванню культури безпечної праці. Працівники краще усвідомлюють можливі наслідки порушення вимог охорони праці, що зменшує ймовірність помилкових дій та нехтування правилами безпеки.

Запропоновані заходи мають важливе значення і для формування позитивного соціального іміджу підприємства. Забезпечення належного рівня безпеки праці свідчить про відповідальне ставлення роботодавця до своїх працівників та виконання вимог законодавства у сфері охорони праці. Підприємства, які приділяють значну увагу питанням безпеки, користуються більшою довірою з боку працівників, замовників та контролюючих органів. Це сприяє зміцненню репутації підприємства як соціально відповідального суб'єкта господарювання.

Додатковим позитивним результатом є скорочення випадків тимчасової непрацездатності працівників. Безпечні умови праці сприяють збереженню здоров'я персоналу, зменшенню кількості травм та захворювань, пов'язаних із виробничою діяльністю. Це дозволяє підтримувати стабільний кадровий потенціал підприємства

та уникати негативних соціальних наслідків, пов'язаних із втратою працездатності працівників.

Реалізація запропонованих заходів дозволяє підприємству «Житлобуд-1» забезпечити виконання таких принципів соціальної відповідальності:

- пріоритет життя та здоров'я працівників;
- створення безпечних і гідних умов праці;
- профілактика виробничого травматизму та аварійності;
- розвиток людського капіталу через навчання персоналу;
- соціальне партнерство між роботодавцем і працівниками;
- підвищення добробуту працівників та їх сімей;
- відповідальне управління виробничими ризиками;
- дотримання принципів корпоративної соціальної відповідальності та сталого розвитку.

Таким чином, запропонований комплекс технічних та організаційних заходів має високий рівень соціальної ефективності. Впровадження системи зрівнювання потенціалів, модернізація захисного заземлення, удосконалення організації робіт та підвищення рівня контролю за дотриманням вимог охорони праці забезпечують суттєве підвищення рівня безпеки персоналу. Соціальний ефект від реалізації заходів проявляється у зниженні ризику травматизму, збереженні життя і здоров'я працівників, покращенні умов праці, підвищенні культури безпеки, зміцненні виробничої дисципліни та створенні безпечного виробничого середовища, що повністю відповідає сучасним вимогам охорони праці та принципам соціальної відповідальності роботодавця.

4.2 Економічна ефективність заходів з охорони праці

Показник ефективності витрат підприємства на заходи з охорони праці розраховується за виразом [31]:

$$E = E_p / B, \quad (4.1)$$

де E_p – річна економія від поліпшення умов і охорони праці на підприємстві (прибуток або зменшення збитків);

B – загальні витрати (вкладення) підприємства на охорону праці.

Короткотермінові (до одного року) витрати на охорону праці розраховуються за формулою [31]:

$$B = C_0 + K_0, \quad (4.2)$$

де C_0 – поточні (експлуатаційні) витрати на охорону праці;

K_0 – капітальні вкладення на охорону праці.

Таблиця 4.1 – Кошторис капітальні вкладення на охорону праці (на модернізацію системи ОП)

Найменування	Од. вим.	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Провідник мідний (25 мм ²)	м	500	350	175 000
Електроди заземлення	шт.	62	450	27 900
Затискачі та метизи	компл.	100	150	15 000
Монтажні роботи	год	100	400	40 000
Послуги електролабораторії	вимір.	1	20 000	20 000
Разом	-	-	-	277 900

Структура поточних витрат включає витрати на підтримку безпечного стану виробничого середовища, навчання персоналу, забезпечення засобами індивідуального захисту, профілактичні заходи та технічне обслуговування систем безпеки.

Таблиця 4.2 – Кошторис поточні (експлуатаційні) витрати на охорону праці

№	Стаття витрат	Пояснення	Сума, грн
1	Обслуговування систем безпеки	Перевірка, ремонт і підтримка систем безпеки	12 140
2	Навчання та інструктаж персоналу	Навчання з охорони праці, інструктажі	9 105
3	Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)	Закупівля та оновлення ЗІЗ	18 210
4	Профілактичні заходи	Медогляди, профілактика ризиків	9 105
5	Технічне обслуговування обладнання безпеки	Обслуговування сигналізації, датчиків, систем контролю	12 140
Разом			60 700

Розрахуємо короткотермінові (до одного року) витрати на охорону праці з урахуванням, що поточні (експлуатаційні) витрати на охорону праці $C_0 = 60\,700$ грн, а капітальні вкладення на охорону праці $K_0 = 277\,900$ грн та отримаємо:

$$B = 60\,700 + 277\,900 = 338\,600 \text{ грн}, \quad (4.4)$$

Річна економія від поліпшення умов і охорони праці на КП «Житлобуд-1» формується як сукупність зниження втрат підприємства за рахунок впровадження заходів з охорони праці щодо підвищення рівня безпеки.

Річна економія визначається як:

$$E_p = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5, \quad (4.5)$$

де: E_1 – економія від зменшення виробничого травматизму;

E_2 – від зменшення професійних захворювань;

E_3 – економія від скорочення простоїв виробництва;

E_4 – економія від підвищення продуктивності праці;

E_5 – економія від зменшення аварійних витрат та ремонту обладнання.

Економія зниження травматизму формується за рахунок:

- зменшення виплат по лікарняних листах;
- скорочення компенсацій постраждалим;
- зниження витрат на розслідування нещасних випадків.

Економія зменшення профзахворювань включає:

- зменшення медичних витрат;
- скорочення втрат робочого часу;
- зниження витрат на заміну персоналу.

Економія скорочення простоїв досягається через:

- стабільну роботу обладнання;
- меншу кількість аварійних зупинок;
- покращення організації безпеки праці.

Економія підвищення продуктивності праці формується завдяки:

- покращенню умов праці;
- зменшенню втоми працівників;
- підвищенню організаційної дисципліни.

Економія зменшення аварійних витрат включає:

- ремонт обладнання;
- відновлення пошкоджених елементів;
- ліквідацію наслідків аварій.

Підставимо значення складових економії спираючись на джерела формування економії до (4.5) та отримаємо:

$$E_p = 60304 + 25845 + 34560 + 34360 + 17\,229 = 172\,298, \text{ грн} \quad (4.5)$$

Таблиця 4.3 – Структура річної економії від заходів з охорони праці на КП

«Житлобуд-1»

Умовне позначення	Складова економії	Джерело формування економії	Економія, грн	Сума, грн
E_1	Економія від зменшення виробничого травматизму	Зменшення лікарняних виплат	18 091	60 304
		Компенсацій	15 076	
		Витрат на розслідування нещасних випадків,	6 030	
		Простоїв через травми	21 107	
E_2	Економія від зменшення професійних захворювань	Скорочення витрат на лікування,	8 075	25 845
		Виплат соцстраху	6 461	
		Втрат робочого часу	6 461	
		Заміни персоналу	4 848	
E_3	Економія від скорочення простоїв виробництва	Простої через аварії та поломки обладнання	12 061	34 560
		Простої через нещасні випадки та травми	10 338	
		Простої через порушення технологічного процесу	6 992	
		Простої через очікування ремонтних/аварійних служб	5 169	
E_4	Економія від підвищення продуктивності праці	Підвищення продуктивності через покращення умов праці	13 784	34 360
		Зменшення втрат часу через помилки працівників	6 792	
		Підвищення ефективності використання робочого часу	6 892	
		Зменшення втрат через недотримання технологічної дисципліни	6 892	
E_5	Економія від зменшення аварійних витрат та ремонту обладнання	Зменшення витрат на аварійний ремонт обладнання	6 021	17 229
		Зменшення витрат на відновлення пошкоджених елементів	4 807	
		Зменшення витрат на ліквідацію наслідків аварій	3 446	
		Зменшення витрат на простої через аварії	2 955	
E_p	Разом			172 298

Таким чином, показник ефективності витрат підприємства на заходи з охорони праці (4.1) [31] буде дорівнювати:

$$E = 172\,298 / 338\,600 = 0,62 \quad (4.6)$$

Коефіцієнт економічної ефективності інвестицій в охорону праці ($E_{ef} = 0,62$) показує ступінь віддачі вкладених коштів у заходи з охорони праці, а саме – на кожну 1 грн вкладень підприємство отримує 0,62 грн річної економії (ефекту).

Термін окупності запропонованих заходів $T_{ок}$ [32] розрахуємо за формулою:

$$T_{ок} = B / E_p \quad (4.15)$$

$$T_o = 338\,600 / 172\,100 = 1,97 \approx 2 \text{ роки} \quad (4.16)$$

Розрахунок показує, що проєкт є фінансово привабливим. Окупність інвестицій майже два роки для промислового підприємства АТ «Трест Житлобуд – 1» свідчить про високу доцільність впровадження заходів. Окрім економічної вигоди, система забезпечує соціальний ефект, знижуючи ймовірність травмування персоналу.

4.3 Висновки за розділом 4

У розділі було проведено комплексну оцінку соціально-економічної ефективності запропонованих заходів з охорони праці на КП «Житлобуд-1», що включали модернізацію системи електробезпеки, удосконалення організації безпечного виконання робіт та підвищення рівня контролю за дотриманням вимог охорони праці. Аналіз показав, що впровадження даних заходів має як значний соціальний, так і економічний ефект.

Соціальна ефективність заходів полягає у зниженні рівня професійних ризиків для працівників підприємства, насамперед ризику ураження електричним струмом

при роботі з вантажопідіймальними механізмами. Встановлення системи зрівнювання потенціалів та модернізація захисного заземлення забезпечують підвищення рівня електробезпеки та мінімізують можливість виникнення небезпечної різниці потенціалів між металевими конструкціями. Це безпосередньо сприяє зменшенню ймовірності нещасних випадків, пов'язаних з дією електричного струму.

Додатково встановлено, що реалізація організаційних заходів, таких як посилення інструктажів, контроль знань з охорони праці та підвищення дисципліни безпечного виконання робіт, сприяє формуванню стійкої культури безпеки на підприємстві. Це знижує кількість помилкових дій персоналу та мінімізує людський фактор як одну з основних причин виробничого травматизму. Соціальний ефект також проявляється у збереженні життя і здоров'я працівників, зменшенні рівня професійних захворювань та підвищенні психологічного комфорту під час виконання робіт.

Економічна ефективність заходів визначена шляхом порівняння капітальних і поточних витрат із річною економією від їх впровадження. Загальні витрати на реалізацію заходів становлять 338 600 грн, з яких 277 900 грн припадає на капітальні вкладення та 60 700 грн – на поточні експлуатаційні витрати. Поточні витрати включають витрати на обслуговування систем безпеки, навчання персоналу, засоби індивідуального захисту, профілактичні заходи та технічне обслуговування обладнання.

Річна економія від впроваджених заходів становить 172 298 грн і формується за рахунок зниження витрат підприємства за п'ятьма основними напрямками: зменшення виробничого травматизму (60 304 грн), скорочення професійних захворювань (25 845 грн), зменшення простоїв виробництва (34 560 грн), підвищення продуктивності праці (34 360 грн) та зниження аварійних витрат і витрат на ремонт обладнання (17 229 грн). Така структура економії свідчить про комплексний вплив заходів як на прямі, так і на непрямі втрати підприємства.

Розрахований коефіцієнт економічної ефективності становить 0,62, що означає, що на кожну гривню вкладених коштів підприємство отримує 0,62 грн річної

економії. Отримане значення підтверджує економічну доцільність реалізації запропонованих заходів, враховуючи їх довгостроковий характер та соціальну спрямованість.

Термін окупності інвестицій складає близько 1,97 року, що є прийнятним показником для заходів у сфері охорони праці, оскільки їх основною метою є не лише економічна вигода, а й забезпечення безпеки працівників. Після періоду окупності підприємство отримує чистий економічний ефект, що додатково підвищує загальну ефективність впроваджених рішень.

Таким чином, проведені розрахунки підтверджують, що запропонований комплекс заходів є економічно обґрунтованим та соціально доцільним. Його впровадження дозволяє значно знизити рівень виробничих ризиків, покращити умови праці, підвищити продуктивність персоналу та забезпечити сталий розвиток підприємства КП «Житлобуд-1» відповідно до сучасних вимог охорони праці та принципів соціальної відповідальності.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі на тему: «Аналіз стану охорони праці та розробка заходів щодо підвищення його рівня при виконанні підйомних робіт у будівництві на АТ «Трест Житлобуд – 1» проведено комплексне дослідження системи управління охороною праці та розроблено практичні рекомендації щодо мінімізації виробничих ризиків.

За результатами проведеного дослідження можна зробити такі висновки:

1. Аналітичний етап – проведений аналіз стану охорони праці на об'єктах «Трест Житлобуд – 1» показав, що, попри наявність системи управління, існують потенційні ризики під час виконання підйомних робіт, зокрема, ідентифіковано недоліки в системі електробезпеки вантажопідіймальних механізмів та організації робочих місць на висоті, виявлено, що основними факторами, які впливають на рівень травматизму, є технічний стан обладнання та вплив «людського фактору».

2. Технічні заходи – на основі ідентифікованих ризиків обґрунтовано необхідність модернізації системи захисту, основним технічним рішенням, запропонованим у роботі, стало модернізація контуру заземлення кранових шляхів, даний захід дозволяє виключити можливість виникнення небезпечної різниці потенціалів та мінімізувати ризик ураження персоналу електричним струмом.

3. Організаційні заходи – крім технічного переоснащення, розроблено низку організаційних заходів: посилення контролю за допуском персоналу до підйомних робіт, проведення додаткових інструктажів з електробезпеки для кранівників та стропальників, а також удосконалення документообігу з питань розслідування інцидентів.

4. Встановлено, що впровадження технічних та організаційних рішень, зокрема модернізації системи електробезпеки, сприяє суттєвому зниженню виробничих ризиків, насамперед пов'язаних з ураженням електричним струмом при експлуатації вантажопідіймальних механізмів.

Соціальна ефективність заходів проявляється у підвищенні рівня безпеки працівників, зменшенні ймовірності нещасних випадків, покращенні умов праці та формуванні культури безпечного виконання робіт. Додатково забезпечується зниження професійних захворювань та підвищення психологічного комфорту персоналу.

Економічна оцінка показала, що загальні витрати на впровадження заходів становлять 338 600 грн, а річна економія – 172 298 грн. Основний економічний ефект формується за рахунок зменшення травматизму, простоїв виробництва та підвищення продуктивності праці. Коефіцієнт економічної ефективності становить 0,62, що підтверджує доцільність інвестицій, а термін окупності складає близько 2 років.

Отримані результати свідчать, що запропоновані заходи є економічно обґрунтованими та соціально ефективними, забезпечують зниження виробничих ризиків і підвищення рівня безпеки на підприємстві КП «Житлобуд-1».

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Перспективи диджиталізації у сфері охорони праці / Буц Ю.В., Крайнюк О.В., Барбашин В.В., Діденко Н.В. / Комунальне господарство міст. Випуск 6 (159). – Харків. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. – С. 130-138. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5686/5609>.

2. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання / Міністерство соціальної політики України, Наказ від 19.01.2018, № 62. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>, вільний.

3. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартизації та нормування в будівництві. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25399.

4. Проект Стратегії розвитку системи охорони здоров'я та безпеки праці на період до 2027 року, Державна служба України з питань праці. – 2023. [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/Strategiia.pdf>.

5. Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII «Про охорону праці». Відомості Верховної Ради України (редакція зі змінами станом на 2026 рік), [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

6. Концепція VISION ZERO у сфері безпеки і здоров'я працівників. / В.А. Цопа, С.І. Чеберячко, Н.В. Володченко, Н.Ю. Рекова / Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки, № 5, 2025. с. 344-357. – Видавничий дім «Гельветика». 2025 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://journals.mipolytech.in.ua/index.php/tech/article/view/184>.

7. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці / Законодавство України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>

8. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті / Державна служба України з питань праці. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0573-07#Text>

9. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08 вересня 2025 року № 1393 «Порядок організації та проведення обов'язкових медичних оглядів працівників певних категорій». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1551-25#Text>.

10. ДСТУ EN 614-1:2014 Безпечність машин. Ергономічні принципи проектування. Частина 1. Термінологія та загальні принципи (EN 614-1:2006+A1:2009, IDT). [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=85349.

11. ДСТУ ISO 9241-410:2022. Ергономіка взаємодії людина-система. Проектні критерії для фізичних пристроїв введення / Каталог національних стандартів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=112593

12. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення / Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/DBN00078>

13. ПУЕ: 2017. Правила улаштування електроустановок / Міністерство енергетики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0476732-17#Text>

14. Кодекс цивільного захисту України / База даних «Законодавство України». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>

15. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 «Правила пожежної безпеки в Україні» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>.

16. ДСТУ 9314:2025 Вогнезахист будівельних конструкцій, матеріалів та виробів. Настанови щодо проектування, виконання робіт, введення в експлуатацію та підтримання експлуатаційної придатності. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=114454.

17. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 р. № 11 Положення про єдину державну систему цивільного захисту. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text>.

18. Порядок організації та проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій / Постанова Кабінету Міністрів України від 30.10.2013 № 841. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/841-2013-п>

19. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту / Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/DBN00101>

20. ДСТУ ISO 23601:2019. Ідентифікація безпечності. Знаки на планах евакуації / Національний орган стандартизації (ДП «УкрНДНЦ»). [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=83262

21. Стандарти надання домедичної допомоги при надзвичайних ситуаціях / Офіційні нормативні акти Міністерства охорони здоров'я України. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://moz.gov.ua/>

22. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82138

23. Про затвердження ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0287858-16#Text>

24. ДСТУ EN 894-2:2014 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів та органів керування. Частина 2. Індикатори (EN 894-2:1997+A1:2008, IDT) [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=8535

25. Державна служба України з питань праці (Держпраці). Методичні рекомендації щодо аналізу виробничого травматизму [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://dsp.gov.ua/>

26. Міністерство економіки України. Статистика промислового сектору та травматизму 2023-2025 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://me.gov.ua/Statistic/ByCategory?lang=uk-UA&tag=statistic-category>.

27. Портал «Охорона праці». Економічна ефективність заходів з електробезпеки на підприємствах [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://pro-op.com.ua>.

28. АТ «Трест Житлобуд – 1»(Офіційний сайт). Звітність про діяльність підприємства [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.ua-region.com.ua/01270285>.

29. Duijm N. J. Recommendations on the Use and Design of Risk Matrices. Safety Science. 2015. Vol. 76. P. 21–31. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753515000429?via%3Dihub>.

30. ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0024858-13#Text>

31. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підруч. для студ. вищих навч. закладів. За ред. М. П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2004. - 408 с. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://elibrary.collegesnau.com/wp-content/uploads/2022/02/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8-%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96-%D0%93%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B7%D1%8E%D0%BA-%D0%9C.%D0%9F..pdf>.

32. Методичні вказівки до виконання економічної частини кваліфікаційної роботи студентів (кваліфікаційний рівень – магістр) / Укладач: Л.В. Тимошенко – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. - 18 с. URL: <https://pe.nmu.org.ua/ua/studentam/bakalavr/141/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%20%D0%95%D0%95%20%D0%B4%D0%B8%D0%BF%D0%BB%20%D0%BC%D0%B0%D0%B3%202020.pdf>.

33. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Система стандартів безпеки праці. Настанови щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при

виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва» [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=40230 .

34. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/REG2451> .

35. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Дослідження прожекторного освітлення з застосуванням LED світильників» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» / Укл. М. І. Лазуткін, М. О. Журавель – Запоріжжя : Каф. ОП і НС, НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 26 с. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a3084094-93e6-4869-a523-1eb51a2ebe47/content> .

36. Наказ МВС України від 17.05.2022 № 253 «Методичні рекомендації щодо розроблення планів локалізації і ліквідації аварій та їх наслідків» [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=110602

Перелік графічного матеріалу

Аналіз стану охорони праці – 4 арк.

Організаційно-технічні заходи з охорони праці – 3 арк.

Безпека в надзвичайних ситуаціях – 3 арк.

Соціально-економічна ефективність заходів з охорони праці» – 1 арк.

Висновки – 1 арк.