

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова

(повне найменування вищого навчального закладу)

ННІ Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра «Охорона праці та безпека життєдіяльності»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістра

(освітній рівень)

на тему «Дослідження шляхів підвищення рівня безпеки працівників

ТОВ «НВП «КОМПАСС»» на основі впровадження

ризикорієнтованого підходу в управлінні охороною праці»

Виконав: студент 2 курсу,

групи М ОПР-2024-1з,

спеціальності

263 «Цивільна безпека»

(шифр і назва спеціальності)

Галата А.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

доц. Малишева В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

проф. Логвінков С.М.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2026 рік

РЕФЕРАТ

Робота магістра присвячена аналізу небезпек та пошуку шляхів вдосконалення стану охорони праці на підприємстві ТОВ «НВП «КОМПАСС».

У першому розділі магістерської роботи проаналізовано структуру підприємства, умови праці працівників та ризики, пов'язані з їх професійною діяльністю.

У другому розділі запропоновано заходи з покращення умов праці та робочого середовища, включаючи вдосконалення системи вентиляції та освітлення на робочих місцях.

Третій розділ присвячений забезпеченню безпеки при проведенні паяльних робіт, а також впровадженню організаційно-технічних заходів.

У четвертому розділі розглянуто питання надзвичайних ситуацій на об'єкті, забезпечення пожежної безпеки та цивільного захисту працівників.

У п'ятому розділі зазначено напрями розвитку корпоративної соціальної відповідальності на підприємстві на основі аналізу міжнародного досвіду провідних компаній.

Дипломна робота містить 87 стор., 11 рис., 6 табл., 42 літературних джерел, 12 листів графічної частини.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОХОРОНА ПРАЦІ, БЕЗПЕКА ОБЛАДНАННЯ, НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ.

ABSTRACT

The master's thesis is devoted to the analysis of hazards and the search for ways to improve the state of labor protection at the enterprise "NVP "COMPASS" LLC.

The first section of the master's thesis analyzes the structure of the enterprise, the working conditions of employees and the risks associated with their professional activities.

The second section proposes measures to improve working conditions and the working environment, including improving the ventilation and lighting system at workplaces.

The third section is devoted to ensuring safety during soldering work, as well as the implementation of organizational and technical measures.

The fourth section considers the issue of emergencies at the facility, ensuring fire safety and civil protection of employees.

The fifth section indicates the directions for the development of corporate social responsibility at the enterprise based on the analysis of the international experience of leading companies.

The thesis contains 87 pages, 11 figures, 6 tables, 42 references, and 12 sheets of graphical materials.

KEYWORDS: OCCUPATIONAL SAFETY, EQUIPMENT SAFETY, EMERGENCY SITUATIONS, SOCIAL RESPONSIBILITY.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ	11
1.1 Аналіз діяльності підприємства ТОВ «НВП «КОМПАСС»»	11
1.2 Аналіз обладнання та основних технологічних процесів на підприємстві.....	14
1.3 Аналіз системи управління охороною праці на підприємстві	16
1.4 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів	18
1.5 Оцінювання виробничих ризиків	21
1.6 Висновки по розділу	28
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА	30
2.1 Заходи щодо покращення стану повітряного середовища	30
2.2 Розрахунок кількості світильників системи загального освітлення.	36
2.3 Заходи щодо зниження монотонності праці	41
2.4 Висновки по розділу	43
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ.....	45
3.1 Аналіз пріоритетних напрямів забезпечення безпеки працівників дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів.....	45
3.2 Шляхи забезпечення безпеки під час виконання паяльних робіт	46
3.3 Забезпечення електробезпеки на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів.....	48
3.4 Розміщення знаків безпеки на робочих місцях	54
3.5 Висновки по розділу	57
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	59
4.1 Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій на підприємстві.....	59

4.2 Заходи щодо попередження виникнення надзвичайних ситуацій	63
4.3 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки	65
4.4 Заходи цивільного захисту в умовах воєнного стану	67
4.5 Висновки по розділу	69
РОЗДІЛ 5 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ.....	71
5.1 Напрями реалізації соціальної відповідальності у ТОВ «НВП «КОМПАСС».....	71
5.2 Аналіз міжнародного досвіду реалізації соціальної відповідальності	74
5.3 Пропозиції по впровадженню соціальної відповідальності в практику ТОВ «НВП «КОМПАСС»	75
5.4 Висновки по розділу	77
Висновки	79
Список джерел.....	82
Додаток А.....	87

ВСТУП

Охорона праці є одним із ключових напрямів забезпечення сталого функціонування сучасних виробничих підприємств. В умовах постійного ускладнення технологічних процесів, використання високоточного електронного обладнання, автоматизованих систем керування та широкого застосування небезпечних хімічних речовин особливого значення набуває впровадження сучасних підходів до управління професійними ризиками. Одним із найбільш ефективних інструментів підвищення рівня виробничої безпеки є ризикорієнтований підхід, який дозволяє не лише виявляти потенційні небезпеки, а й здійснювати їх системне оцінювання, ранжування та визначати пріоритетні заходи щодо їх мінімізації.

Особливо актуальним питання забезпечення безпечних умов праці є для підприємств, що здійснюють розроблення та виготовлення радіоелектронної апаратури. Під час виконання монтажу та паяння електронних компонентів працівники зазнають впливу комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких виділення шкідливих аерозолів і парів флюсів, робота під напругою, дія електромагнітних полів, підвищене зорове навантаження, статична електрика, можливість виникнення пожеж і аварійних ситуацій. Недостатній рівень контролю цих факторів може призводити до професійних захворювань, виробничого травматизму, матеріальних збитків та зниження ефективності виробництва.

На сьогодні законодавство України у сфері охорони праці гармонізується з європейськими вимогами, а міжнародні стандарти ISO 45001, ISO 31000 та ДСТУ EN IEC 31010 рекомендують здійснювати управління безпекою саме на основі оцінювання ризиків. Це потребує впровадження сучасних методів аналізу небезпек, удосконалення системи управління охороною праці та розроблення ефективних технічних і організаційних заходів щодо попередження виробничих ризиків.

Об'єктом дослідження є система управління охороною праці ТОВ «НВП «КОМПАСС».

Предметом дослідження є професійні ризики, що виникають під час виконання технологічних процесів монтажу, паяння, складання та налагодження радіоелектронної апаратури, а також методи їх оцінювання та мінімізації.

Метою роботи є дослідження шляхів підвищення рівня безпеки працівників ТОВ «НВП «КОМПАСС» на основі впровадження ризикорієнтованого підходу в управлінні охороною праці.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

- дослідити виробничу структуру та технологічні процеси підприємства;
- проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для підприємств з виробництва радіоелектронної продукції;
- провести оцінювання професійних ризиків із використанням сучасного методу FMEA;
- визначити найбільш критичні виробничі небезпеки та пріоритетність їх усунення;
- розробити комплекс організаційних та технічних заходів щодо підвищення рівня безпеки праці;
- виконати інженерні розрахунки місцевої витяжної вентиляції, захисного заземлення та освітлення робочих місць;
- проаналізувати можливі надзвичайні ситуації на підприємстві та запропонувати заходи щодо їх попередження;
- дослідити питання соціальної відповідальності підприємства в контексті забезпечення безпечних і здорових умов праці.

Результати роботи пройшли апробацію на конференціях:

1. Галата А.І. Цифрова культура безпеки в освітньому середовищі / Актуальні питання безпеки праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків,

11–12 листоп. 2025 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – С. 309-311.

2. Kovalenko E., Galata A, Malysheva V. Corporate social responsibility of Ukraine in wartime conditions / Актуальні питання безпеки праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 11–12 листоп. 2025 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – С. 246-248.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ

1.1 Аналіз діяльності підприємства ТОВ «НВП «КОМПАСС»»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «КОМПАСС» є сучасним суб'єктом господарювання, діяльність якого зосереджена в інженерно-технічному та науково-виробничому секторі. Основний вид діяльності підприємства: 25.99 Виробництво інших готових металевих виробів, н.в.і.у [1].

Інші види діяльності[1]:

28.99 Виробництво інших машин і устаткування спеціального призначення, н.в.і.у.

25.11 Виробництво будівельних металевих конструкцій і частин конструкцій

46.90 Неспеціалізована оптова торгівля

74.90 Інша професійна, наукова та технічна діяльність, н.в.і.у.

32.99 Виробництво іншої продукції, н.в.і.у.

85.59 Інші види освіти, н.в.і.у.

73.11 Рекламні агентства

63.99 Надання інших інформаційних послуг, н.в.і.у.

63.12 Веб-портали

63.11 Оброблення даних, розміщення інформації на веб-вузлах і пов'язана з ними діяльність

62.02 Консультування з питань інформатизації

62.01 Комп'ютерне програмування

26.51 Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації

30.20 Виробництво залізничних локомотивів і рухомого складу

33.11 Ремонт і технічне обслуговування готових металевих виробів

33.12 Ремонт і технічне обслуговування машин і устаткування промислового призначення

33.13 Ремонт і технічне обслуговування електронного й оптичного устаткування

33.19 Ремонт і технічне обслуговування інших машин і устаткування

33.20 Установлення та монтаж машин і устаткування

77.11 Надання в оренду автомобілів і легкових автотранспортних засобів

77.39 Надання в оренду інших машин, устаткування та товарів, н.в.і.у.

Універсальність та багатопрофільність підприємства зумовлюють чітко визначену структуру, де кожен підрозділ характеризується специфічним технологічним середовищем та набором виробничих факторів. Організаційно-виробнича структура ТОВ «НВП «КОМПАСС» представлена на рис. 1.1.

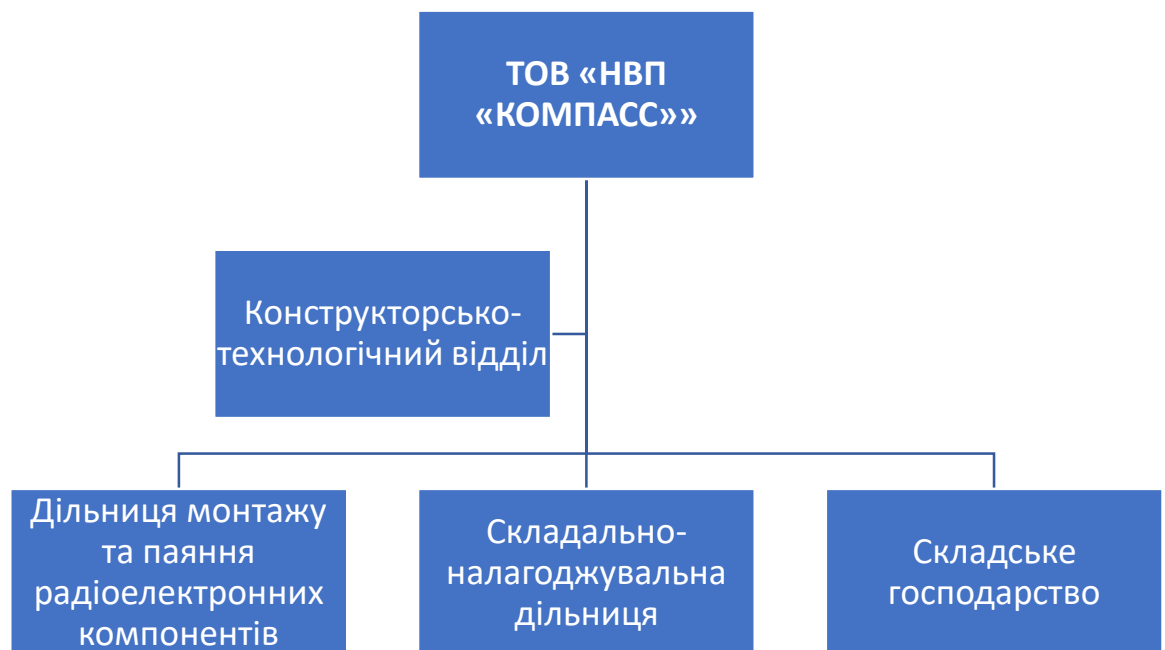


Рисунок 1.1 – Організаційна структура ТОВ «НВП «КОМПАСС»

У конструкторсько-технологічному відділі працює основний інженерно-технічний персонал. Фахівці відділу здійснюють автоматизоване проєктування електронних схем, створення складних тривимірних моделей корпусних елементів, пошарове трасування та верифікацію складних багатошарових друкованих плат у спеціалізованих САПР, а також безпосереднє написання, компіляцію та налагодження програмного забезпечення для мікроконтролерів і вбудованих систем.

Дільниця монтажу та паяння радіоелектронних компонентів призначена для формування безпосередніх електронних вузлів майбутніх приладів. Технологічний процес включає виконання високоточних ручних, напіваавтоматизованих та автоматизованих операцій із монтажу компонентів на друковані плати. Робочі місця дільниці оснащені сучасними цифровими паяльними станціями, термоповітряними та інфрачервоними ремонтними комплексами. У процесі виробництва використовуються допоміжні хімічні матеріали: паяльні пасти, рідкі та гелеподібні флюси, каніфоль, легкоплавкі припої як традиційні свинцево-вмісні, так і сучасні безсвинцеві.



Рисунок 1.2 – Дільниця монтажу та паяння радіоелектронних компонентів[1].

На складально-налагоджувальній дільниці окремі плати і вузли збираються у готовий продукт. Технологічний комплекс робіт включає слюсарно-складальні операції (механічне збирання металевих чи пластикових корпусів, встановлення внутрішніх блоків, роз'ємів та органів управління за допомогою пневматичного та електричного інструменту). Окремим критично важливим етапом є підключення джерел живлення та проведення комплексу налагоджувальних робіт під напругою. Налагоджувальний персонал виконує тестування, частотне калібрування, вимірювання вихідних параметрів та остаточне конфігурування апаратури за допомогою широкого спектра контрольно-вимірювального обладнання (осцилографи, спектроаналізатори, мультиметри, лабораторні блоки живлення).

Складський комплекс виконує операції з приймання, кількісного та якісного обліку, безпечного адресного зберігання на стелажних системах, а також внутрішньовиробничої видачі широкої номенклатури засобів.

Таким чином, діяльність підприємства охоплює повний цикл створення продукції - від проведення науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, проєктування й розробки радіоелектронної апаратури, засобів зв'язку та спеціалізованого обладнання до безпосереднього виготовлення, монтажу, налагодження та сервісного обслуговування готових виробів.

1.2 Аналіз обладнання та основних технологічних процесів на підприємстві

Основним обладнанням конструкторсько-технологічного відділу є персональні комп'ютери та автоматизовані робочі станції підвищеної продуктивності, оснащені спеціалізованими системами автоматизованого проєктування. На робочих місцях виконуються роботи з розробки електронних схем, проєктування друкованих плат, створення тривимірних моделей виробів, програмування та тестування мікроконтролерних систем.

Основне обладнання включає в себе:

- комп'ютерні робочі станції;
- графічні монітори високої роздільної здатності;
- серверне обладнання;
- мережеве обладнання та системи зберігання даних;
- програмно-апаратні комплекси для програмування мікроконтролерів.

На дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів здійснюється монтаж електронних компонентів на друковані плати, пайка та ремонт електронних вузлів.

Основне обладнання складається з наступних приладів:

- цифрові паяльні станції потужністю 50-120 Вт;
- термоповітряні паяльні станції для монтажу SMD-компонентів;
- інфрачервоні ремонтні комплекси для демонтажу та монтажу мікросхем;
- витяжні установки загальнообмінної вентиляції для видалення паяльних аерозолів;
- бінокулярні мікроскопи та відеомікроскопи для контролю якості монтажу;
- ультразвукові ванни для очищення друкованих плат.

На складально-налагоджувальній дільниці проводиться механічне складання виробів та їх електричне налагодження.

Основне обладнання включає в себе переважно ручний та електроінструмент:

- електричні шуруповерти;
- електричні викрутки;
- пневматичні складальні інструменти;
- свердлильні машини;
- компресорне обладнання;
- верстаки для механічного складання;
- лабораторні блоки живлення;

- стенди функціонального контролю та випробувань.

Під час виконання робіт застосовуються джерела електричної енергії напругою до 230 В та вище залежно від типу обладнання.

Для зберігання комплектуючих, матеріалів та готової продукції використовується складське обладнання.

Основне обладнання ділянки включає:

- металеві стелажні системи;
- складські шафи та контейнери;
- піддони;
- ручні гідравлічні візки (рокли);
- штабелери;
- вагове обладнання;
- комп'ютеризована система обліку матеріальних цінностей.

Стелажні системи забезпечують адресне зберігання продукції та раціональне використання складських площ.

Таким чином, основне обладнання ТОВ «НВП «КОМПАСС»» представлено комплексами автоматизованого проектування, паяльними та монтажними станціями, контрольно-вимірювальними приладами, складально-випробувальними стендами, складським устаткуванням і допоміжними інженерними системами, що забезпечують повний цикл виробництва сучасної радіоелектронної продукції.

1.3 Аналіз системи управління охороною праці на підприємстві

Управління охороною праці на підприємстві організовано відповідно до Закону України «Про охорону праці» [2]. Оскільки загальна чисельність персоналу складає 62 працівника, що відповідає вимогам Закону [2] для створення служби охорони праці, на підприємстві призначено інженера з

охорони праці, який безпосередньо підпорядковується директору ТОВ «НВП «КОМПАСС».

Система управління охороною праці (СУОП) базується на принципі розподілу повноважень. Керівники структурних підрозділів несуть персональну відповідальність за забезпечення безпечних умов праці на конкретних робочих місцях, своєчасне проведення первинних, повторних та позапланових інструктажів, а також за контроль дотримання працівниками вимог виробничої санітарії та інструкцій з охорони праці.

З метою забезпечення належного функціонування системи управління охороною праці на ТОВ «НВП «КОМПАСС» сформована та підтримується в актуальному стані відповідна документація. Враховуючи специфіку діяльності підприємства, що поєднує проєктування, виготовлення, монтаж, налагодження та сервісне обслуговування радіоелектронного обладнання, на підприємстві розроблені та затверджені такі документи:

- Положення про систему управління охороною праці;
- Положення про службу охорони праці;
- накази про призначення відповідальних осіб за електрогосподарство, пожежну безпеку, безпечну експлуатацію обладнання та проведення інструктажів;
- перелік робіт підвищеної небезпеки;
- перелік посад працівників, які проходять навчання та перевірку знань з питань охорони праці;
- програми вступного, первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів;
- журнали реєстрації інструктажів з охорони праці;
- журнали обліку нещасних випадків;
- інструкції з охорони праці за професіями та видами робіт;
- інструкції з пожежної безпеки;
- плани евакуації та схеми оповіщення персоналу.

Аналіз наявної інформації про діяльність підприємства свідчить, що загалом документація з охорони праці на підприємстві присутня відповідно до вимог чинного законодавства. Разом із тим відсутні окремі документи, зокрема: реєстр професійних ризиків за структурними підрозділами та карти оцінювання ризиків для окремих робочих місць. Це свідчить про недостатній рівень впровадження процедури управління ризиками та небезпечними подіями.

Відсутність або недостатня формалізація зазначених документів може ускладнювати своєчасне виявлення небезпек, контроль виробничих ризиків та підвищення ефективності функціонування системи управління охороною праці на підприємстві. Тому одним із напрямів удосконалення системи безпеки праці доцільно визначити впровадження ризикорієнтованого підходу з розробленням реєстру ризиків, цифрових засобів контролю та внутрішнього аудиту виробничої безпеки.

1.4 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Специфіка виробничої діяльності підприємства зумовлює наявність комплексу шкідливих та небезпечних виробничих факторів, які за умов порушення технологічного регламенту або відсутності засобів захисту можуть негативно впливати на персонал.

Аналіз літературних джерел показує, що на робочих місцях присутні фактори переважно фізичного та хімічного характеру. У статті [3] наводяться результати досліджень умов праці підприємства сфери радіоелектроніки Китаю. Авторами зазначається, що значна кількість людей завжди вважали, що робоче середовище в електронній промисловості є відносно чистим і безпечним, без важкої праці та забруднення, такого як дим і пил. Як наслідок, ця галузь стала однією з найкращих для працевлаштування жінок. Однак люди, які працюють у цій галузі, стикаються з ризиками для здоров'я, оскільки на

таких підприємствах поширені професійні небезпеки, такі як токсичні та небезпечні хімічні речовини, ультрамікроскопічний металевий пи́л, радіація та шум. Тому ці умови можна охарактеризувати як такі, що несуть непередбачуваний ризик для здоров'я на виробництві.

У публікації [4] зазначається, що на підприємствах, де виготовляється радіоелектронна продукція, безпечне поводження та зберігання хімічних речовин, таких як розчинники та кислоти, є надзвичайно важливими, та вимагає суворого контролю, маркування та планів дій у надзвичайних ситуаціях. Управління обладнанням є життєво важливим, а регулярні перевірки та технічне обслуговування забезпечують як безпеку працівників, так і якість продукції. Експлуатація чистих приміщень вимагає суворого контролю за навколишнім середовищем, щоб запобігти забрудненню чутливих електронних компонентів. Дотримання норм безпеки та охорони навколишнього середовища є важливим через використання небезпечних матеріалів. Культивування культури безпеки шляхом навчання та підвищення обізнаності є не менш важливим, сприяючи проактивному запобіганню небезпекам та безпечному робочому місці.

Основні небезпеки включають [4]: хімічні небезпеки, горючий пи́л, легкозаймисті рідини та гази, електричні небезпеки, небезпека акумуляторів, несправності обладнання та машин, статичні розряди.

На підприємствах з виготовлення радіоелектронної продукції у виробничих процесах використовуються різні небезпечні хімічні речовини, такі як розчинники, кислоти та гази. Неправильне поводження з цими хімічними речовинами або їх зберігання може призвести до розливів, витоків або шкідливого впливу, що збільшує ризик пожеж або хімічних опіків. На дільниці паяння під час термічної деструкції припоїв, флюсів та каніфолі у повітря виділяються шкідливі хімічні сполуки (свинець, оксид вуглецю, пари спиртів, солянокислий анілін тощо). Систематичний вдих цих речовин без

ефективної місцевої витяжної вентиляції може викликати хронічні захворювання дихальних шляхів та загальну інтоксикацію.

Такі процеси, як паяння, зварювання, шліфування можуть утворювати горючий пил. Якщо цей пил накопичується та займається від іскри або статичної електрики, він може спричинити вибухи.

Багато електронних компонентів очищуються або виготовляються з використанням легкозаймистих рідин та газів. Витік або розлив цих речовин у присутності джерела займання може призвести до пожеж або вибухів.

Електронна промисловість значною мірою залежить від електроенергії для своєї роботи, що створює ризик виникнення пожеж через короткі замикання, перевантаження систем або несправну проводку. Це один із найбільш серйозних факторів на складально-налагоджувальній дільниці, де проводиться тестування радіоелектронної апаратури під напругою, підключення стендового обладнання та робота з вимірювальними приладами (осцилографи, генератори сигналів).

Акумулятори, особливо літій-іонні, що використовуються в багатьох електронних пристроях, можуть становити небезпеку пожежі та вибуху, якщо вони перегріються, пошкоджені або неправильно заряджені.

Небезпеки з несправності обладнання та машин пов'язані з поганим обслуговуванням обладнання та машини, які можуть перегріватися або створювати іскри, що призводить до пожеж або вибухів.

Поводження з електронними компонентами може генерувати статичну електрику, яка може запалити легкозаймисті матеріали або газу.

Крім цього, існують небезпеки та шкідливості, які зустрічаються на більшості виробничих підприємств. Сюди можна віднести незадовільні мікрокліматичні показники (підвищена чи знижена температура повітря робочої зони, відхилення від норми відносної вологості). Фактор є актуальним як для виробничих дільниць, так і для приміщень з великою кількістю комп'ютерної техніки та серверного обладнання. Також на підприємствах

спостерігається недостатня або нераціонально організована освітленість робочої зони. Виконання точних робіт, зокрема, паяння мікросхем, контроль якості монтажу вимагає високих рівнів освітленості. Наявність відблисків на моніторах конструкторів або пульсація світлового потоку призводить до швидкого зорового втомлення. Також поширеним фактором є підвищений рівень шуму. Він виникає локально під час роботи систем охолодження технологічного обладнання, паяльних вентиляційних комплексів, компресорів або ручного механічного інструменту.

Слід зазначити, що на підприємстві також суттєвим фактором є питання важкості й напруженості праці, а також ергономіки. Вплив цих факторів обумовлений тривалим зоровим напруженням (робота з мікроскопами, тривале проектування за монітором комп'ютера), високою концентрацією уваги при монтажі мікрокомпонентів, а також інтелектуальними навантаженнями під час розробки алгоритмів та схемних рішень. Крім того, тривале перебування працівників у малорухливій робочій позі «сидячи» викликає застійні явища в опорно-руховому апараті та загальну втому.

Щоб зменшити ці ризики, доцільно впроваджувати заходи безпеки, такі як регулярні аудити охорони праці, належні процедури зберігання та обробки небезпечних хімічних речовин, ефективні системи контролю пилу, регулярне технічне обслуговування обладнання, суворий контроль джерел займання та комплексне навчання працівників питанням охорони праці.

1.5 Оцінювання виробничих ризиків

Як зазначено в результаті аналізу, на підприємстві необхідно впроваджувати ризикорієнтований підхід, який ґрунтується на оцінюванні небезпек і ризиків за ДСТУ EN ІЕС 31010:2022 [5]. Одним з методів, який може бути використаний для оцінювання рівня небезпек, є метод аналізу видів і наслідків відмов (Failure Modes and Effects Analysis, FMEA) [6-7], який є

одним із найбільш поширених інструментів системного аналізу ризиків, який застосовується для виявлення потенційних відмов елементів системи, технологічного процесу або обладнання, визначення причин їх виникнення, можливих наслідків та розроблення заходів щодо запобігання небезпечним подіям.

Відповідно до міжнародного стандарту ІЕС 60812:2018 «Failure modes and effects analysis», метод FMEA являє собою структуровану процедуру ідентифікації можливих відмов, оцінювання їх локальних та системних наслідків, аналізу причин виникнення та подальшого ранжування ризиків для прийняття рішень щодо необхідних коригувальних заходів [6-7]. Метод може застосовуватися до технічних систем, виробничих процесів, програмного забезпечення, людських дій та їх взаємодії.

Сутність методу полягає у послідовному визначенні потенційних відмов, їх причин та наслідків для працівників, обладнання, навколишнього середовища або виробничого процесу. Для кожної потенційної відмови виконується оцінювання тяжкості наслідків, імовірності виникнення та можливості своєчасного виявлення, після чого визначається пріоритетність ризику та необхідність впровадження заходів управління [6-7].

Метод FMEA широко використовується в машинобудуванні, електронній промисловості, авіаційній техніці, енергетиці, транспортній галузі та системах управління охороною праці. Для підприємства ТОВ «НВП «КОМПАСС»» застосування FMEA є доцільним, оскільки підприємство здійснює розроблення, монтаж, налагодження та випробування радіoeлектронної апаратури, де існують ризики, пов'язані з впливом хімічних речовин під час паяння, електричного струму, пожежонебезпечних матеріалів, статичної електрики, шуму та несправностей технологічного обладнання. Використання методу дозволяє системно проаналізувати можливі небезпечні ситуації, визначити найбільш критичні фактори та обґрунтувати необхідні профілактичні заходи щодо їх мінімізації.

FMEA добре підходить для вашого підприємства, оскільки дозволяє оцінити ризики не лише за ймовірністю та тяжкістю наслідків, а й врахувати можливість їх своєчасного виявлення.

Проведемо аналіз для небезпек, характерних для технологічних процесів підприємства ТОВ «НВП «КОМПАСС»» методом FMEA [6-7].

Приймаємо наступну шкалу оцінювання FMEA (табл 1.1-1.3).

Таблиця 1.1 – Тяжкість наслідків (S)

1–2	Незначні наслідки
3–4	Легкі травми
5–6	Тимчасова втрата працездатності
7–8	Тяжкі травми
9–10	Смертельний випадок або аварія

Таблиця 1. 2 – Імовірність виникнення (O)

1–2	Дуже рідко
3–4	Рідко
5–6	Періодично
7–8	Часто
9–10	Дуже часто

Таблиця 1.3 – Можливість виявлення (D)

1–2	Небезпека майже завжди виявляється
3–4	Висока ймовірність виявлення
5–6	Середня ймовірність
7–8	Низька ймовірність
9–10	Практично неможливо виявити

Розрахунок пріоритетного числа ризику RPN виконується за формулою:

$$RPN = S \cdot O \cdot D, \quad (1.1)$$

де S – тяжкість наслідків;

O – імовірність виникнення;

D – можливість виявлення.

Таблиця 1.4 – Результати FMEA-аналізу для технологічних процесів ТОВ «НВП «КОМПАСС»

Небезпека	Можливі наслідки	S	O	D	RPN
Виділення парів флюсу та каніфолі під час паяння	Захворювання органів дихання	6	7	5	210
Недостатня ефективність вентиляції	Перевищення ГДК шкідливих речовин	7	6	6	252
Ураження електричним струмом під час налагодження обладнання	Тяжка травма або смерть	10	4	4	160
Коротке замикання лабораторного обладнання	Пожежа, травмування персоналу	8	4	3	96
Несправність паяльної станції	Опіки, займання матеріалів	6	4	4	96
Накопичення статичної електрики	Пошкодження обладнання, займання парів ЛЗР	7	5	6	210
Пошкодження літій-іонного акумулятора під час випробувань	Пожежа, вибух	9	3	6	162
Підвищений рівень шуму вентиляційних установок	Погіршення слуху, втома	4	7	3	84

Недостатня освітленість робочого місця монтажника	Помилки монтажу, зорова втома	5	6	3	90
Тривала робота за комп'ютером	Порушення опорно- рухового апарату, перевтома	5	8	4	160

Таблиця 1.5 – Інтерпретація результатів

Значення RPN	Рівень ризику	Необхідність заходів
до 80	Низький	Контроль
81-150	Середній	Планові заходи
151-250	Високий	Обов'язкові коригувальні заходи
понад 250	Критичний	Негайне усунення

За результатами інтерпретації можна побудувати наступну гісторгаму (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Гістограма FMEA-аналізу для технологічних процесів

Аналізуючи гістограму FMEA можна побачити, що найбільшу небезпеку становлять:

1. Недостатня ефективність вентиляції (RPN = 252).
2. Виділення парів флюсу та каніфолі (RPN = 210).
3. Накопичення статичної електрики (RPN = 210).
4. Пошкодження літій-іонних акумуляторів (RPN = 162).
5. Ураження електричним струмом (RPN = 160).
6. Тривала робота за комп'ютерами та монтажними столами (RPN = 160).

Таблиця 1.6 – Результати FMEA-аналізу для небезпек, пов'язаних з можливою несправністю обладнання та машин у ТОВ «НВП «КОМПАСС»

Небезпека	Можливі наслідки	S	O	D	RPN
Відмова витяжної вентиляції ділянки паяння	Перевищення ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, професійні захворювання	8	5	5	200
Відмова вентилятора термopовітряної станції	Перегрів обладнання, займання робочого місця	7	4	5	140
Перегрів паяльної станції через несправність терморегулятора	Опіки працівника, займання матеріалів	8	4	4	128
Пошкодження ізоляції кабелю електрообладнання	Ураження електричним струмом	9	3	4	108
Відмова системи контролю температури інфрачервоної паяльної станції	Пошкодження друкованих плат, пожежа	7	3	6	126
Відмова лабораторного блока живлення	Подавання надмірної напруги, пошкодження виробу, коротке замикання	6	4	4	96

Розрив пневматичного шланга компресора	Травмування працівника ударом шланга	7	3	4	84
Втрата точності контрольно-вимірювальних приладів	Помилки налагодження та випробувань продукції	5	4	5	100
Перегрів серверного обладнання	Втрата даних, зупинка виробничих процесів	7	3	3	63
Відмова робочої станції конструктора	Втрата проєктної документації, простої в роботі	4	4	4	64

Побудуємо гістограму для аналізу ризику при роботі обладнання (рис. 1.4.).



Рисунок 1.4 – Гістограма FMEA-аналізу для аналізу небезпек, пов'язаних з роботою обладнання

Таким чином, у наведеному аналізі найбільш критичними є:

- відмова витяжної вентиляції (RPN = 200);
- відмова вентилятора термоповітряної станції (RPN = 140);
- перегрів паяльної станції (RPN = 128);
- відмова системи контролю температури ІЧ-станції (RPN = 126).

В подальшому, для ідентифікованих небезпек, які визначені як такі, що пов'язані з найбільшим ризиком, будуть розроблені відповідні організаційно-технічні заходи

1.6 Висновки по розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи проаналізовано діяльність підприємства, функціонування служби охорони праці, в результаті чого зроблено висновки про необхідність розробки та впровадження ризикорієнтованого підходу в управлінні охороною праці.

В результаті проведеного оцінювання виробничих ризиків ТОВ «НВП «КОМПАСС»» методом аналізу видів і наслідків відмов встановлено, що найбільший рівень небезпеки для працівників та виробничих процесів пов'язаний із впливом шкідливих хімічних речовин під час паяння, недостатньою ефективністю місцевої витяжної вентиляції, накопиченням статичної електрики, небезпекою літій-іонних акумуляторів та ризиком ураження електричним струмом. За результатами розрахунку пріоритетного числа ризику (RPN) найбільш критичним фактором визначено недостатню ефективність витяжної вентиляції, для якої значення RPN становить 252, що відповідає високому рівню ризику та потребує обов'язкового впровадження коригувальних заходів. Високий рівень ризику також встановлено для виділення парів флюсу та каніфолі під час паяння (RPN = 210), накопичення статичної електрики (RPN = 210), пошкодження літій-іонних акумуляторів

(RPN = 162), ураження електричним струмом під час налагодження обладнання (RPN = 160) та тривалої роботи за комп'ютером (RPN = 160).

Аналіз ризиків, пов'язаних із несправністю обладнання, показав, що найбільшу небезпеку становить відмова витяжної вентиляції дільниці паяння (RPN = 200), яка може призвести до перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони та розвитку професійних захворювань працівників. Підвищені значення ризику також характерні для відмов вентилятора термоповітряної станції (RPN = 140), перегріву паяльної станції через несправність терморегулятора (RPN = 128), відмови системи контролю температури інфрачервоної паяльної станції (RPN = 126) та пошкодження ізоляції кабелів електрообладнання (RPN = 108).

Отримані результати підтверджують доцільність впровадження на підприємстві ризикорієнтованого підходу до управління охороною праці відповідно до вимог ДСТУ EN ІЕС 31010:2022. Враховуючи це, основними напрямками зниження рівня ризику є модернізація та постійний контроль ефективності систем вентиляції, впровадження засобів захисту від електростатичних розрядів, посилення контролю технічного стану електрообладнання, організація профілактичного обслуговування технологічних установок, а також удосконалення ергономічних умов праці для інженерно-технічного персоналу. Реалізація зазначених заходів дозволить зменшити ймовірність виникнення аварійних ситуацій, професійних захворювань та виробничого травматизму, підвищивши загальний рівень безпеки виробничої діяльності підприємства.

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Заходи щодо покращення стану повітряного середовища

Результати FMEA-аналізу для технологічних процесів та можливої несправності обладнання та машин показав, що в рамках покращення стану охорони праці доцільно в першу чергу приділяти увагу питанню вдосконалення системи вентиляції.

Наразі на ділянці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів наявна система загальнообмінної вентиляції. У той же час, з урахуванням технологічного процесу паяння, важливо забезпечити ефективну місцеву вентиляцію.

Проведемо розрахунок місцевої витяжної вентиляції для ділянки монтажу та паяння радіоелектронних компонентів. Розрахунок виконується за [8] з метою видалення токсичних аерозолів та газів (парів свинцю, каніфолі, залишків флюсів), що утворюються під час паяння радіоелектронних компонентів, адже для забезпечення спеціальних властивостей припої легують різними елементами, зокрема сурмою, сріблом, кадмієм, які належать до речовин першого класу небезпеки [9]. Враховуючи це, тривале перебування персоналу в такому середовищі без належного захисту неминує призводити до серйозних патологічних змін в організмі. Головна небезпека цих хімічних сполук полягає в їх вираженій кумулятивній здатності. Потрапляючи в організм переважно через дихальні шляхи та шлунково-кишковий тракт, мікрочастинки металів не виводяться повністю, а роками накопичуються в життєво важливих органах і тканинах, викликаючи важкі хронічні отруєння. Найбільш руйнівний вплив на здоров'я працівників чинить оксид кадмію, який утворюється при нагріванні легкоплавких припоїв. Його регулярне вдихання провокує розвиток хімічного пневмоніту та хронічної емфіземи легень.

Поступово переноситься током крові, кадмій осідає у нирках, де період його напіввиведення може сягати тридцяти років, що з часом призводить до дисфункції ниркових каналів та розвитку стійкої ниркової недостатності. Крім того, кадмій є сильним канцерогеном і агресивно вимиває кальцій із кісткових тканин, викликаючи остеопороз та критичну крихкість скелета. Паралельно з цим, присутні у повітрі пари сурми діють як сильна загальнотоксична отрута, за своїми властивостями подібна до миш'яку. Вони викликають глибоке подразнення і хронічні запальні процеси у верхніх дихальних шляхах, руйнують бар'єрну функцію печінки, викликаючи токсичний гепатит, а також негативно впливають на серцевий м'яз, порушуючи його ритм [9-11]. Срібло, хоч і вважається менш агресивним елементом, за умов постійного високотемпературного випаровування також становить серйозну професійну загрозу. Мікрочастинки срібла назавжди відкладаються у сполучній тканині, слизових оболонках та внутрішніх органах, під дією світла відновлюються і забарвлюють шкіру працівника у характерний сіро-синій або сріблястий колір. Ситуація додатково ускладнюється тим, що ці легуючі компоненти діють у синергії зі свинцем, який руйнує нервову та кровотворну системи, а також з парами каніфольних флюсів. Останні є найсильнішими алергенами, які за відсутності локальної вентиляції гарантовано викликають у монтажників радіоелектронної апаратури професійну бронхіальну астму та хронічні алергічні риніти. У результаті, комбінований вплив речовин першого класу небезпеки без належної організації робочого місця призводить до поступової інвалідизації персоналу та розвитку незворотних професійних захворювань [9-11].

Обираємо тип місцевого відсмоктувача – похилий круглий парасоль. Діаметр вхідного перерізу парасоля приймаємо $d = 0,3$ м. Швидкість руху повітря у вхідному перерізі $v = 0,6$ м/с, швидкість у повітроводі $v_{нов} = 1,0$ м/с. Густина повітря приймається за стандартних умов $\rho = 1,2$ кг/м³ [8].

Визначимо площу вхідного перерізу відсмоктувача f за формулою:

$$f = \pi \cdot d^2 / 4, \quad (2.1)$$

де d - діаметр вхідного перерізу парасоля, м.

Підставляємо вихідні дані:

$$f = (3,1416 \cdot 0,30^2) / 4 = 0,0707 \text{ м}^2.$$

Необхідна об'ємна продуктивність місцевої витяжки L для забезпечення нормативної швидкості уловлювання обчислюється за формулою:

$$L = 3600 \cdot f \cdot v, \quad (2.2)$$

де v – швидкість руху повітря у вхідному перерізі, м².

Підставляємо числові значення:

$$L = 3600 \cdot 0,0707 \cdot 0,6 = 153 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для запобігання осіданню важких аерозолів усередині вентиляційного каналу, площа перерізу труби повинна відповідати швидкості руху повітря не менше 1 м/с:

$$f_{нов} = L / (3600 \cdot v_{нов}), \quad (2.3)$$

де $v_{нов}$ – швидкість руху повітря у повітроводі.

Підставляємо значення:

$$f_{нов} = 152,7 / (3600 \cdot 1) = 0,0424 \text{ м}^2$$

Діаметр круглого повітроводу визначається за формулою:

$$d_e = \sqrt{(4 \cdot f_{нов} / \pi)} \quad (2.4)$$

Підставляємо отримане значення:

$$d_e = \sqrt{(4 \cdot 0,0424 / 3,1416)} = 232 \text{ мм}$$

Відповідно до ряду нормативних стандартних розмірів вентиляційних труб, приймаємо найближчий більший стандартний діаметр повітроводу $D = 250 \text{ мм}$.

Динамічний тиск визначається за формулою:

$$p_v = (\rho \cdot v^2) / 2 \quad (2.5)$$

Підставляємо значення:

$$p_v = (1,2 \cdot 1^2) / 2 = 0,6 \text{ Па}.$$

Сума коефіцієнтів місцевих опорів (повороти, звуження, парасоль) орієнтовно становить

$$Z = \sum \xi \cdot p_v \quad (2.6)$$

Підставляємо значення:

$$Z = 2,5 \cdot 0,6 = 1,5 \text{ Па.}$$

З урахуванням лінійних втрат по довжині труби та запасу потужності на забруднення фільтрів, проектний тиск вентилятора повинен становити не менше $P_{\text{вент}} = 20 \text{ Па}$

Таким чином, для забезпечення безпечних умов праці на одному робочому місці паяння радіоелектронних компонентів необхідно встановити індивідуальний радіальний або каналний вентилятор із продуктивністю від $153 \text{ м}^3/\text{год}$ та робочим тиском не менше 20 Па , підключений до повітроводу діаметром 250 мм .

Обираємо каналний вентилятор Вентс ВКМ 250 [12] відцентрового типу з максимальною продуктивністю $1310 \text{ м}^3/\text{год}$. Такий вентилятор має металевий корпус та призначений для використання в системах припливно-витяжної вентиляції приміщень різного призначення.

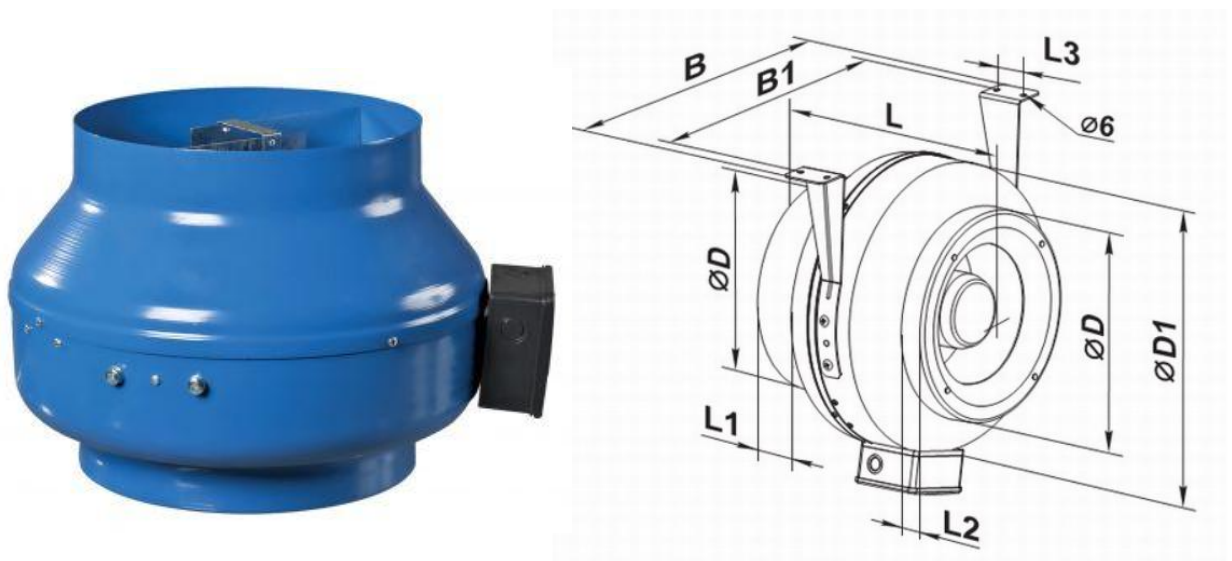
Таблиця 2.1 – Технічні характеристики вентилятора Вентс ВКМ 250 [12]

Параметр	Величина
Напруга,	230
Струм, А	0,85
Частота струму, Гц	50
Максимальна потужність, Вт	194
Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$	1310
Швидкість обертання, хв^{-1}	2790
Рівень шуму з відривом 3 м, дБ(А)	52
Максимальна температура повітря, що переміщається,	-25....+55

Вага, кг	7,3
Захист, клас	IPX4
Розмір патрубку, мм	250

Сталевий корпус та клас захисту електродвигуна забезпечують надійну роботу при зовнішньому монтажі. У вентиляторі використовується німецький двигун Vlauberg із ресурсом служби 40000 годин. Для приміщень із підвищеними вимогами до рівня шуму пропонуються малошумні варіанти (ВКМ...Б).

Корпус вентилятора Вентс ВКМ 250 виготовлений із сталі з полімерним покриттям. Однофазні двигуни із зовнішнім ротором оснащені відцентровим робочим колесом із загнутими назад лопатками.



Розміри	ØD	B1	ØD1	B	L	L1	L2	L3
мм	248	350	344	390	249	25	31	40

Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри вентилятора Вентс ВКМ 250 [12]

Двигуни мають вбудований тепловий захист із автоматичним перезапуском. Також двигуни мають підшипники кочення для забезпечення більшого терміну експлуатації (40 000 годин). Для досягнення точних характеристик, безпечної роботи та низького рівня шуму, при складанні кожна турбіна проходить динамічне балансування. Клас захисту двигуна IP44.

Головна перевага місцевої вентиляції перед загальнообмінною полягає в тому, що вона вловлює та видаляє токсичні речовини безпосередньо у місці їх утворення, не дозволяючи їм поширитися по всьому приміщенню. Для ділянки монтажу та паяння радіоелектронних компонентів, де виділяються небезпечні аерозолі (пари свинцю, сурми, каніфолі та флюсів), це важливо, адже місцева витяжка створює направлений потік повітря біля жала паяльника. Вона затягує дим до того, як монтажник встигне його вдихнути. Натомість загальнообмінна вентиляція видаляє шкідливі речовини лише після того, як вони піднімуться від столу, пройдуть через зону дихання працівника, перемішаються з усім повітрям у цеху та досягнуть стельових решіток. Важливим аргументом на користь такого рішення є те, що місцева вентиляція є більш економічною, адже потребує значно менших об'ємів повітря (в розрахунку вийшло 153 м³/год на одне місце). Відповідно, взимку потрібно підігрівати мінімальну кількість припливного повітря. Натомість для досягнення безпечної концентрації парів свинцю шляхом розбавлення, загальнообмінну систему вентиляції необхідно проектувати на тисячі кубометрів повітря на годину. Це призводить до значних витрат електроенергії та газу на опалення цеху. Також важливим аргументом ще є те, що місцева вентиляція працює точково. Якщо паяння відбувається, наприклад, на 2-х столах із 10, можна увімкнути вентилятори тільки на цих робочих місцях. Загальнообмінна вентиляція має безперервно працювати на повну потужність для всього об'єму приміщення, навіть якщо завантаженість ділянки мінімальна. В контексті монтажу місцева вентиляція використовує компактні каналні вентилятори та повітроводи невеликого діаметра (в результаті

розрахунку вийшло 250 мм). Тому її легше монтувати безпосередньо біля робочих зон. У той же час загальнообмінна вентиляція потребує встановлення громіздких припливно-витяжних установок, великих магістральних шахт під стелею та потужних двигунів, які створюють додатковий шум. Таким чином, впровадження місцевої вентиляції дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів є обґрунтованим рішенням.

2.2 Розрахунок кількості світильників системи загального освітлення

Належний рівень освітленості робочих місць є одним із ключових факторів забезпечення безпечних умов праці та високої якості технологічних процесів на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів. Особливістю даної дільниці є виконання великої кількості високоточних операцій, пов'язаних із монтажем мініатюрних компонентів, паянням виводів мікросхем, контролем якості друкованих плат, візуальним виявленням дефектів монтажу та проведенням ремонтних робіт. Усі зазначені операції потребують тривалої концентрації уваги та високої точності зорового сприйняття.

Недостатній рівень освітленості робочої поверхні призводить до швидкого розвитку зорової втоми працівників, зниження гостроти зору, погіршення здатності розрізняти дрібні елементи конструкції, збільшення кількості помилок під час монтажу та контролю якості виробів. За умов недостатнього освітлення працівник змушений постійно напружувати органи зору, що супроводжується збільшенням навантаження на акомодативний апарат ока, розвитком головного болю, загальної втоми та зниженням продуктивності праці. Тривалий вплив несприятливих умов освітлення може стати причиною розвитку професійних порушень зору.

Не менш негативний вплив має надмірна яскравість або нерівномірний розподіл світлового потоку. Відблиски від поверхні друкованих плат, металевих корпусів обладнання, екранів моніторів чи вимірювальних приладів ускладнюють виконання точних операцій та призводять до погіршення видимості елементів монтажу. Особливо небезпечним є виникнення сліпучої дії світильників, яка викликає короточасне осліплення працівника та збільшує ймовірність помилкових дій [13].

На дільниці монтажу та паяння радіoeлектронних компонентів до системи освітлення висуваються підвищені вимоги. Освітлення повинно забезпечувати достатній рівень освітленості робочої поверхні, рівномірний розподіл світлового потоку, відсутність різких тіней, низький коефіцієнт пульсації світлового потоку та правильну передачу кольору. Особливого значення набуває застосування світлодіодних світильників із високим індексом кольоропередачі, що дозволяє достовірно оцінювати колір друкованих плат, електронних компонентів, маркування та якість паяних з'єднань.

Під час виконання операцій монтажу мікроелектроніки доцільно поєднувати загальне рівномірне освітлення приміщення з місцевим освітленням робочих місць. Використання індивідуальних світлодіодних світильників із можливістю регулювання напрямку світлового потоку дозволяє забезпечити необхідну освітленість без утворення тіней від рук працівника або технологічного обладнання. Крім того, на робочих місцях, де здійснюється монтаж особливо дрібних компонентів, широко застосовуються оптичні збільшувальні системи з інтегрованим світлодіодним підсвічуванням.

Важливим показником якості освітлення є коефіцієнт пульсації світлового потоку. При використанні неякісних джерел світла виникає мерехтіння, яке хоча й може бути непомітним для людини, однак спричиняє швидку втому, погіршення концентрації уваги, головний біль та зниження працездатності. Тому сучасні виробничі приміщення повинні оснащуватися

світлодіодними світильниками із якісними драйверами живлення, що забезпечують мінімальний рівень пульсації.

Забезпечення нормативного рівня освітленості позитивно впливає не лише на умови праці персоналу, але й безпосередньо на якість продукції. При достатньому освітленні значно зменшується кількість дефектів монтажу, помилок під час паяння, випадків перегріву компонентів, пошкодження друкованих провідників та інших технологічних відхилень. Це сприяє зменшенню кількості браку, скороченню витрат на повторний ремонт виробів та підвищенню загальної ефективності виробництва.

Таким чином, забезпечення нормативних параметрів освітлення на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів є одним із найважливіших заходів виробничої санітарії та охорони праці. Раціонально організована система загального і місцевого освітлення дозволяє знизити рівень професійної втоми, запобігти розвитку зорових захворювань, підвищити безпеку праці, покращити якість монтажних операцій та забезпечити стабільний випуск високоякісної радіоелектронної продукції.

Проведемо перевірочний розрахунок достатності світильників загального рівномірного освітлення для забезпечення нормативного рівня освітленості за [14] на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів методом коефіцієнту використання світлового потоку [13, 15].

Приміщення, де розташована дільниця, має площу 72 м^2 , довжина приміщення $A - 12 \text{ м}$, ширина приміщення $B - 6 \text{ м}$, висота приміщення $H - 3,2 \text{ м}$. Висота робочої поверхні столу від підлоги $h_p - 0,8 \text{ м}$. Нормована освітленість $E - 300 \text{ лк}$ згідно з ДБН В.2.5-28:2018 [14]. Коефіцієнт запасу $k_z = 1,4$. Коефіцієнт нерівномірності освітлення $z = 1,1$ (для люмінесцентних світильників). Коефіцієнти відбиття поверхонь: стелі (ρ_{cm}) = 70%, стін (ρ_c) = 50%, підлоги (ρ_n) = 10%. Кількість світильників, які зараз є в приміщенні $N = 12$ шт. Світильники розміщені у два ряди по 6 штук у кожному. В приміщенні використано світильники ЛПО01 з лампами ЛДЦ-40.

Світильники кріпляться безпосередньо на стелю, тому висота від світильника до робочої зони становить:

$$h = H - h_p \quad (2.7)$$

Проведемо розрахунок:

$$h = 3,2 - 0,8 = 2,4 \text{ м.}$$

Індекс приміщення враховує його геометричні пропорції та розраховується за формулою:

$$i = (A \cdot B) / (h \cdot (A + B)) \quad (2.8)$$

Підставляємо значення:

$$i = (12 \cdot 6) / (2,4 \cdot (12 + 6)) = 1,67.$$

Коефіцієнт використання світлового потоку η визначається за світлотехнічними таблицями [15] залежно від типу світильника та індексу приміщення $i = 1,67$ та коефіцієнтів відбиття поверхонь (70%, 50%, 10%).

Шляхом використання табличних даних знаходимо, що $\eta = 0,46$.

Загальна формула методу коефіцієнта використання світлового потоку для визначення світлового потоку окремого світильника має вигляд:

$$\Phi = (E \cdot A \cdot B \cdot k_z \cdot z) / (N \cdot \eta) \quad (2.9)$$

Підставляємо всі вихідні та розраховані значення у формулу:

$$\Phi = (300 \cdot 12 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / (12 \cdot 0,46) = 6456,5 \text{ лм.}$$

Оскільки потік 6456,5 лм є завеликим для одного світильника, який використовується, в розрахунку збільшимо кількість світильників у рядах до 16 шт. , щоб було 2 ряди по 8 світильників, $N = 16$:

$$\Phi = 35640 / (16 \cdot 0,46) = 35640 / 7,36 = 4842,4 \text{ лм.}$$

Таким чином, в результаті проведеного розрахунку виходить, що в приміщенні недостатньо тих світильників, які там зараз розміщені. В такому випадку, в дипломній роботі пропонується збільшити кількість світильників на 2 в кожному ряду.

Слід зазначити, що для забезпечення належного рівня освітленості місця проведення робіт необхідно використовуватися місцеве освітлення. Також для

монтажу дрібних електронних компонентів рекомендується використовувати спеціальні затискачі та пристосування, а під час роботи з інтегральними мікросхемами - мікроскопи, що зменшує зорове навантаження та підвищує точність виконання операцій.



Рисунок 2.2 – Цифровий мікроскоп Andonstar AD409 SA 300X з ендоскопом, робочою поверхнею та кронштейном-слайдером

На рис. 2.2 представлений цифровий мікроскоп Andonstar AD409 SA 300X. Він має надійний затискач, стійкість повністю металевих направляючих: Подвійні металеві С-подібні затискачі захоплюють верстати завтовшки до 10 см і не ковзають навіть при різких регулюваннях. Підсилені сталлю направляючі надійно утримують AD409-SA під будь-яким кутом, що дуже важливо для фокусування під час точного паяння [22].

Високоякісна промислова металева лінза Andonstar та унікальна конструкція УФ-фільтра: AD409-SA виготовлений з високоякісних промислових матеріалів та забезпечує неперевершену точність та довговічність [22]. Унікальна конструкція УФ-фільтра стійка до високих температур, впливу олії та диму – захищає від паяльних випарів та пилу, не пітніючи.

2.3 Заходи щодо зниження монотонності праці

Монотонність праці на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів є одним із провідних негативних чинників виробничого середовища, який належить до категорії напруженості трудового процесу [16]. Тривале виконання одноманітних, циклічно повторюваних операцій у поєднанні з високим статичним навантаженням чинить суттєвий психофізіологічний тиск на організм працівника.

Особливості прояву монотонності у працівників, які виконують роботи на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних, можна охарактеризувати наступним чином [16-18]:

- висока частота повторення коротких циклів, при цьому робоча операція монтажника часто зводиться до елементарного алгоритму: взяти компонент, встановити на плату, нанести флюс, піднести жало паяльника (цей цикл триває від кількох секунд до хвилини і повторюється сотні разів за зміну);

- обмеженість рухової активності, при цьому працівник майже всю зміну (до 85–90% робочого часу) перебуває у фіксованій сидячій позі («робоча поза з нахилом корпусу вперед»), а рухи обмежені маніпуляціями кистей та пальців рук у межах невеликої зони паяльного столу;

- одноманітність інформаційного потоку: очі працівника годинами бачать ту саму друковану плату та дрібні деталі, відсутність нових вражень та змінних завдань притуплює сприйняття.

Тривала монотонна праця викликає особливий функціональний стан - стан монотонії, який характеризується такими проявами [17-18]: спостерігається зниження тону су центральної нервової системи. У корі головного мозку розвивається гальмування через безперервне бомбардування одних і тих самих нервових центрів. Працівник відчуває передчасну втоми, апатію, сонливість та нудьгу вже в першій половині зміни. Відбувається уповільнення реакції та втрата пильності: на тлі монотонії різко знижується концентрація уваги. Людина починає діяти «на автоматі», через що зростає кількість браку (недопаявання, мікротріщини, перегрів компонентів). Найголовніше - притуплюється відчуття небезпеки, що веде до виробничого травматизму, зокрема опіків паяльником. Також спостерігається розвиток гіподинамії та м'язового дисбалансу: одноманітна сидяча поза викликає хронічний застій крові в органах малого таза та нижніх кінцівках, призводить до шийного остеохондрозу, невралгій та професійного захворювання - синдрому зап'ястного каналу (через постійне статичне напруження кисті).

Для профілактики втоми від монотонії на підприємствах впроваджують комплекс організаційних та ергономічних рішень [19]:

- чергування праці, полягає в тому, що протягом зміни працівників рекомендується переводити з однієї операції на іншу. Наприклад, перші 2 години - паяння, наступні 2 години - контроль якості під мікроскопом або комплектація деталей. Це змінює динамічний стереотип та перемикає увагу на інші зони головного мозку;

- раціональний режим праці та відпочинку, а саме введення регламентованих перерв (по 5–10 хвилин через кожні 1,5–2 години роботи). Під час цих перерв обов'язково виконується виробнича гімнастика для зняття статичної напруги з м'язів ший, спини та очей;

- естетизація виробничого середовища, зокрема трансляція бадьорих, але ненав'язливих мелодій у періоди спаду працездатності, зазвичай через 2–3 години після початку зміни та за 1,5 години до її кінця, використання

заспокійливих зелених або світло-блакитних відтінків для інтер'єру цеху, що зменшує зорову та психічну втому;

– впровадження сучасного ергономічного обладнання, а саме, використання стільців із регулюванням висоти, кута нахилу спинки та підлокітників. Підлокітники є критично важливими, оскільки вони знімають статичну вагу рук під час точного паяння.

2.4 Висновки по розділу

У другому розділі дипломної роботи магістра розроблено комплекс заходів, спрямованих на покращення умов праці на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів ТОВ «НВП «КОМПАСС». Запропоновані рішення сформовано з урахуванням результатів аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, проведеного в першому розділі, а також результатів FMEA-аналізу ризиків, який дозволив визначити найбільш критичні напрями вдосконалення системи охорони праці.

Першочергову увагу приділено забезпеченню нормативних параметрів повітряного середовища виробничих приміщень. Проведений інженерний розрахунок місцевої витяжної вентиляції показав, що для одного робочого місця паяння необхідна продуктивність витяжної системи становить близько 153 м³/год при використанні повітроводу діаметром 250 мм та вентилятора із розрахунковим тиском не менше 20 Па. На підставі отриманих результатів обґрунтовано вибір каналного вентилятора Вентс ВКМ 250, технічні характеристики якого повністю задовольняють вимоги технологічного процесу. Впровадження місцевої витяжної вентиляції дозволить видаляти шкідливі аерозолі безпосередньо в місці їх утворення, суттєво знизити концентрацію токсичних речовин у зоні дихання працівників та мінімізувати ризик розвитку професійних захворювань.

Другим важливим напрямом удосконалення виробничого середовища стало забезпечення нормативної освітленості робочих місць. Виконаний світлотехнічний розрахунок методом коефіцієнта використання світлового потоку показав, що існуюча система загального освітлення не забезпечує необхідний рівень освітленості для виконання високоточних монтажних операцій. Розрахунок підтвердив доцільність збільшення кількості світильників із 12 до 16, що дозволить забезпечити нормативні умови зорової роботи, зменшити втому працівників, підвищити точність виконання технологічних операцій та знизити кількість дефектів продукції.

Окрему увагу приділено питанням профілактики монотонності праці, яка є характерною особливістю роботи працівників, які збирають радіоелектронну апаратуру. Запропоновано комплекс організаційних та ергономічних заходів, що включає чергування виробничих операцій, впровадження раціональних режимів праці та відпочинку, використання виробничої гімнастики, удосконалення ергономіки робочих місць і створення сприятливого психоемоційного виробничого середовища. Реалізація зазначених заходів сприятиме зменшенню нервово-емоційного напруження, зниженню професійної втоми, підвищенню концентрації уваги та продуктивності праці.

Таким чином, запропоновані у розділі інженерні рішення мають комплексний характер і спрямовані на усунення найбільш значущих виробничих ризиків, встановлених під час попереднього аналізу умов праці. Їх впровадження дозволить покращити санітарно-гігієнічні умови праці, знизити рівень професійного ризику, підвищити безпеку виробничих процесів, зменшити ймовірність професійних захворювань та виробничого травматизму, а також забезпечити підвищення якості виготовлення радіоелектронної продукції та ефективності роботи підприємства в цілому.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ

3.1 Аналіз пріоритетних напрямів забезпечення безпеки працівників дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів

Проведений у попередньому розділі аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а також результати оцінювання професійних ризиків методом FMEA показали, що найбільш критичними небезпеками на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів є вплив шкідливих хімічних речовин, несправності вентиляційного обладнання, відмови технологічного оснащення, небезпека ураження електричним струмом, виникнення пожеж, а також вплив несприятливих факторів виробничого середовища. Значна частина зазначених ризиків безпосередньо пов'язана з технічним станом обладнання, правильністю його експлуатації та рівнем організації виробничих процесів.

Сучасне виробництво радіоелектронної апаратури характеризується використанням високоточних технологічних операцій, під час яких одночасно застосовуються електрична енергія, нагрівальні елементи, хімічні речовини, системи примусової вентиляції, компресорне обладнання та контрольно-вимірювальні прилади. Порушення нормальної роботи хоча б одного з цих елементів здатне призвести не лише до погіршення якості продукції, а й до виникнення аварійних ситуацій, професійних захворювань або виробничого травматизму.

Особливу небезпеку на дільниці монтажу та паяння становлять технологічні процеси пайки, під час яких у повітря робочої зони виділяються аерозолі металів, продукти термічного розкладання флюсів та каніфолі, а також інші токсичні сполуки. За недостатньої ефективності місцевої витяжної вентиляції концентрація цих речовин може перевищувати гранично допустимі

значення, що призводить до розвитку професійних захворювань органів дихання та алергічних реакцій. Крім цього, експлуатація електронагрівального обладнання створює ризик виникнення пожеж у разі перегріву, короткого замикання або несправності систем автоматичного регулювання температури [20-21].

Не менш важливим є забезпечення надійності допоміжного обладнання, до якого належать лабораторні блоки живлення, компресори, серверне обладнання, вимірювальні прилади, системи кондиціонування та вентиляції. Їхня відмова може викликати простої виробництва, пошкодження дорогої електронної апаратури, втрату результатів проєктних робіт або створення небезпечних умов праці для персоналу.

3.2 Шляхи забезпечення безпеки під час виконання паяльних робіт

Під час виконання паяльних робіт одним із головних напрямів забезпечення безпечних умов праці є комплексне застосування організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів. Основні вимоги до безпечної організації таких робіт в Україні встановлені Правилами охорони праці під час паяльних робіт, затвердженими наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 06.02.2014 №118 [21].

Важливим напрямом забезпечення безпеки є підтримання справного технічного стану паяльного обладнання. Паяльні станції повинні бути оснащені пристроями автоматичного регулювання температури, а виробниче обладнання — контрольно-вимірювальними приладами, які забезпечують контроль технологічних параметрів та автоматичне відключення обладнання у разі їх виходу за допустимі межі. Такий підхід дозволяє попередити перегрівання обладнання, пошкодження електронних компонентів і виникнення пожежонебезпечних ситуацій.

Особлива увага повинна приділятися забезпеченню електробезпеки. Паяльне обладнання має відповідати вимогам чинних стандартів безпеки, бути справним, мати цілу ізоляцію струмопровідних частин та використовуватися лише за призначенням. Паяльник необхідно встановлювати на вогнестійкій підставці, а під час перерв у роботі температуру його жала рекомендується знижувати до 150–180 °С або повністю відключати нагрівання. Робочі місця доцільно обладнувати регуляторами температури, що дозволяє зменшити теплове навантаження на обладнання та підвищити рівень пожежної безпеки.



Рисунок 3.1 – Паяльна станція Hairui 8683D

Безпечне виконання паяльних робіт також передбачає правильну організацію робочого місця. Робочі столи повинні бути обладнані ергономічними кріслами, поверхні мають регулярно очищатися від залишків припою, каніфолі та флюсів, а проходи і робоча зона не повинні захламлюватися матеріалами або готовою продукцією.

Важливою складовою системи безпеки є застосування засобів індивідуального захисту. Працівники повинні бути забезпечені спеціальним одягом, захисними окулярами, рукавицями, а у випадках можливого перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин — відповідними засобами захисту органів дихання. Водночас використання респіраторів не може розглядатися як основний спосіб захисту працівників. Пріоритет повинні мати колективні засоби захисту, насамперед ефективна місцева витяжна вентиляція, яка забезпечує видалення шкідливих речовин безпосередньо в місці їх утворення.

Таким чином, забезпечення безпеки під час виконання паяльних робіт повинно ґрунтуватися на комплексному поєднанні технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних заходів. Найбільш ефективними з них є застосування місцевої витяжної вентиляції, підтримання справного технічного стану обладнання, автоматичний контроль технологічних параметрів, дотримання вимог електро- та пожежної безпеки, правильна організація робочого місця та використання засобів індивідуального захисту як додаткового рівня захисту працівників.

3.3 Забезпечення електробезпеки на дільниці монтажу та паяння радіoeлектронних компонентів

Як зазначалось вище, одним із найважливіших напрямів забезпечення безпечних умов праці на дільниці монтажу та паяння радіoeлектронних компонентів є електробезпека. Під час виконання технологічних операцій персонал постійно працює з електричним обладнанням, що живиться від мережі змінного струму напругою 230 В, а також із лабораторними блоками живлення, вимірювальними приладами, випробувальними стендами та налагоджувальним обладнанням. У процесі випробування та налагодження

готових виробів можливе виконання робіт під напругою, що суттєво підвищує ризик ураження працівників електричним струмом.

Основними причинами виникнення небезпечних ситуацій є пошкодження ізоляції кабелів, несправність паяльних станцій, лабораторних блоків живлення та контрольно-вимірювальних приладів, випадковий дотик до струмопровідних частин, використання несправних подовжувачів і розеток, а також порушення правил експлуатації електрообладнання.

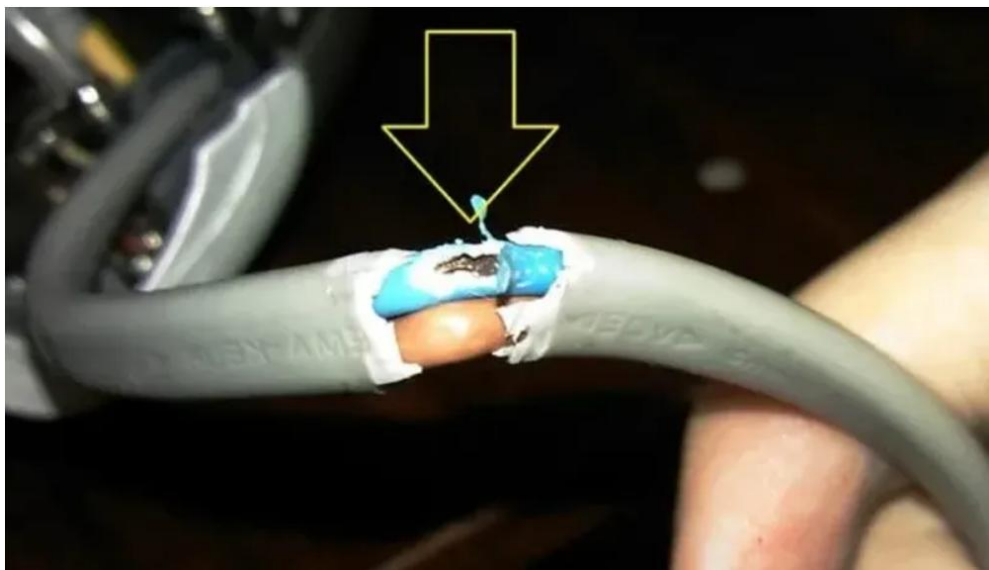


Рисунок 3.2 – Приклад пошкодження ізоляції

Крім небезпеки ураження електричним струмом, несправність електрообладнання може стати причиною короткого замикання, займання ізоляції проводів або виникнення пожежі.

З метою забезпечення електробезпеки все електротехнічне обладнання повинно відповідати вимогам чинних нормативних документів та проходити періодичне технічне обслуговування. Перед початком роботи працівники повинні перевіряти справність паяльних станцій, блоків живлення, електричних кабелів, вилок, вимикачів та захисного заземлення. Забороняється експлуатація обладнання із пошкодженою ізоляцією,

тріщинами корпусу, несправними органами керування або видимими ознаками перегрівання [23-24].

Особливе значення має використання захисного заземлення металевих корпусів обладнання. У разі пошкодження ізоляції заземлення забезпечує відведення струму короткого замикання та спрацьовування автоматичних вимикачів або пристроїв захисного вимкнення, що значно зменшує ймовірність ураження працівника електричним струмом.

Паяльні станції повинні бути обладнані автоматичними регуляторами температури та системами захисту від перегріву. Це дозволяє не лише підвищити якість монтажу, а й зменшити ризик займання ізоляційних матеріалів та електронних компонентів. Лабораторні блоки живлення повинні мати функції обмеження струму, захисту від короткого замикання та перевантаження, а також світлову індикацію режимів роботи.

Під час налагодження радіоелектронної апаратури під напругою необхідно застосовувати спеціальні ізольовані інструменти, діелектричні килимки та антистатичні робочі поверхні. Усі вимірювання слід виконувати лише справними вимірювальними приладами, які пройшли повірку та мають дійсне свідоцтво про калібрування. Забороняється проводити ремонт електрообладнання, що перебуває під напругою, а також залишати увімкнені паяльні станції без нагляду [20].

Важливим елементом системи електробезпеки є організація технічного обслуговування обладнання. На підприємстві доцільно впровадити систему планово-попереджувальних оглядів, яка передбачає регулярну перевірку стану електропроводки, контактних з'єднань, автоматичних вимикачів, захисного заземлення та опору ізоляції електромереж. Проведення таких перевірок дозволяє своєчасно виявляти приховані дефекти та запобігати аварійним відмовам обладнання.

Не менш важливим заходом є навчання персоналу правилам безпечної експлуатації електрообладнання. Працівники повинні проходити вступний,

первинний та періодичні інструктажі з охорони праці, знати порядок дій у разі виникнення короткого замикання, пожежі або ураження людини електричним струмом, а також володіти навичками звільнення потерпілого від дії електричного струму та надання домедичної допомоги [23-24].

Комплексне виконання технічних, організаційних та профілактичних заходів дозволяє істотно знизити ризик ураження електричним струмом, підвищити експлуатаційну надійність технологічного обладнання, запобігти виникненню пожеж і забезпечити безпечне виконання монтажних, паяльних та налагоджувальних робіт на ділянці виробництва радіоелектронної апаратури.

Під час експлуатації паяльних станцій, лабораторних блоків живлення, контрольно-вимірювальних приладів та іншого електрообладнання існує небезпека ураження працівника електричним струмом у разі пошкодження ізоляції та появи напруги на металевому корпусі обладнання. Для оцінки необхідності застосування захисного заземлення виконаємо розрахунок струму, який може пройти через тіло людини.

Приймемо такі вихідні дані. Напруга мережі - $U = 230$ В, опір тіла людини за нормальних умов $R_{\text{л}} = 1000$ Ом, опір захисного заземлення $R_{\text{з}} = 4$ Ом.

Струм, що проходить через тіло людини, визначається за формулою [25]

$$I = U / (R_{\text{л}} + R_{\text{з}}), \quad (3.1)$$

де I – струм через тіло людини, А;

U – напруга мережі, В;

$R_{\text{л}}$ – опір тіла людини, Ом;

$R_{\text{з}}$ – опір захисного заземлення, Ом.

Підставляємо числові значення

$$I = 230 / (1000 + 4) = 0,229 \text{ А} = 229 \text{ мА}.$$

Згідно з фізіологічним впливом електричного струму на організм людини [26]:

- до 0,5-1 мА – струм практично безпечний, лише відчувається;

- 10 мА – виникають судоми м'язів, людина не завжди може самостійно відпустити провідник;
- 30 мА – небезпечний струм, який може викликати порушення роботи органів дихання;
- понад 100 мА – існує висока ймовірність фібриляції серця та смертельного ураження.

Отримане значення $I = 229$ мА значно перевищує смертельно небезпечний рівень, що вказує на необхідність застосування захисного заземлення корпусів електрообладнання, що живиться від електричної мережі.

Проведемо розрахунок захисного заземлення обладнання дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів. Метою цього розрахунку є перевірка відповідності опору захисного заземлювального пристрою нормативним вимогам для забезпечення електробезпеки персоналу під час експлуатації паяльних станцій, лабораторних блоків живлення, осцилографів, компресорів та іншого електротехнічного обладнання.

Вихідні дані приймаємо наступні: напруга електричної мережі $U = 230$ В, тип системи заземлення - TN-S, питомий опір ґрунту $\rho = 100$ Ом·м. Вертикальний заземлювач має таку конфігурацію: матеріал – сталь; діаметр $d = 0,016$ м; довжина $l = 3$ м; глибина закладання верхнього кінця електрода $t = 0,8$ м; коефіцієнт використання електродів $\eta = 0,85$. Вважаємо нормативний опір захисного заземлення $R_n \leq 4$ Ом [23-24].

Опір одного вертикального електрода визначається за формулою

$$R_I = (\rho / (2\pi l)) \cdot (\ln(2l/d) + 0,5 \cdot \ln((4t + l)/(4t - l))) \quad (3.2)$$

Підставляємо числові значення:

$$R_I = (100 / (2 \cdot 3,1416 \cdot 3)) \cdot (\ln(2 \cdot 3 / 0,016) + 0,5 \cdot \ln((4 \cdot 0,8 + 3)/(4 \cdot 0,8 - 3))) = (100 / 18,85) \cdot (5,927 + 1,717) = 40,55 \text{ Ом}$$

Опір групового заземлювача визначається за формулою

$$R = R_I / (n \cdot \eta) \quad (3.3)$$

Підставляємо значення:

$$R = 40,55 / (4 \cdot 0,85) = 11,93 \text{ Ом}$$

Отримане значення перевищує нормативне значення 4 Ом.

Необхідна кількість електродів визначається за формулою

$$n = R_1 / (R_n \cdot \eta) \quad (3.4)$$

Підставляємо значення:

$$n = 40,55 / (4 \cdot 0,85) = 11,93.$$

Приймаємо найближче більше ціле значення: $n = 12$ електродів.

Після встановлення дванадцяти вертикальних електродів:

$$R = 40,55 / (12 \cdot 0,85) = 2,98 \text{ Ом}.$$

Оскільки $R = 2,98 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$, вимоги нормативних документів [23-24] виконуються. Перевірочний розрахунок зроблений за допомогою онлайн-калькулятора розрахунку захисного заземлення [27]. Результати розрахунку показали достатній рівень збіжності по розрахунках (рис. 3.3). Стан захисного заземлення має підлягати періодичному контролю для впевненості в ефективності цього заходу.

Онлайн калькулятор розрахунку системи заземлення

Даний онлайн-калькулятор допоможе Вам швидко і точно здійснити розрахунок параметрів системи заземлення в двошаровому ґрунті, що складається з вертикальних заземлювачів. Формат введення - x.xx (розділювач - крапка)

Розрахунок параметрів системи заземлення

Верхній шар ґрунту:	Суглинок напівтвердий, лісон
Кліматичний коефіцієнт:	Кліматична зона I (Верт. - 1x9)
Нижній шар ґрунту:	Пісок сильно зволожений (60)
Кількість верт. заземлювачів:	12 вертикальний заземлювач
Глибина верхнього шару ґрунту, H (м):	0.8
Довжина вертикального заземлювача, L1 (м):	3
Глибина горизонтального заземлювача, h2 (м):	0.7
Довжина сполучної смуги, L3 (м):	33
Діаметр вертикального заземлювача, D (мм):	0.016
Ширина полиці горизонтального заземлювача, b (мм):	0.04
Питомий електричний опір ґрунту (ом/м):	61.400
Опір одного верт. заземлювач (ом):	20.463
Довжина горизонтального заземлювача (м):	66.000
Опір горизонтального заземлювача (ом):	10.178
Загальний опір розтязанню електричного струму (ом):	2.3765

Розрахунок Спидання

Рисунок 3.3 – Онлайн-калькулятор розрахунку захисного заземлення

Таким чином, належне улаштування та утримання у справному стані захисного заземлення є запорукою безпеки працівників дільниці.

3.4 Розміщення знаків безпеки на робочих місцях

Правилами [21] зазначається, що роботодавець має забезпечити встановлення знаків безпеки для позначення небезпечних зон відповідно до вимог Технічного регламенту [28]. У зв'язку з тим, що на даний момент цей документ втратив чинність, знаки безпеки мають розміщуватися відповідно до ДСТУ ISO 7010:2019 «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки» [29], який гармонізований з міжнародним стандартом ISO 7010.

Таблиця 3.1 – Знаки безпеки, які мають бути розміщені в приміщенні дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів

Місце встановлення	Знак безпеки	Призначення
Біля входу в дільницю	Користуватися засобами захисту очей (M004)	Обов'язкове використання захисних окулярів під час паяння та роботи з термоповітряними станціями.
Біля входу в дільницю	Користуватися засобами захисту органів дихання (M017)	Використовується під час виконання робіт, що супроводжуються виділенням парів флюсу або каніфолі.

Біля робочих місць	Користуватися захисними рукавичками (M009)	Захист рук від опіків і контакту з хімічними речовинами.
На паяльних станціях	Попередження. Гаряча поверхня (W017)	Попередження про небезпеку опіків нагрівальними елементами.
На електрощиті та лабораторних блоках живлення	Попередження. Електрична напруга (W012)	Попередження про небезпеку ураження електричним струмом.
Біля місця зберігання флюсів і спиртів	Попередження. Легкозаймисті матеріали (W021)	Попередження про пожежну небезпеку.
Біля витяжної вентиляції	Працювати тільки при ввімкненій вентиляції (текстова табличка або комбінований знак)	Нагадування про обов'язкове використання місцевої витяжної вентиляції.
Біля вогнегасника	Вогнегасник (F001)	Позначення місця розташування первинного засобу пожежогасіння.
Над евакуаційним виходом	Евакуаційний вихід (E001)	Позначення шляху евакуації.
На маршруті евакуації	Напрямок евакуації (E005–E008)	Позначення напрямку руху до виходу.
Біля аптечки	Пункт першої допомоги (E003)	Позначення місця розташування аптечки.
На дверях електрощитової	Вхід стороннім заборонено (P001 або текстова табличка)	Обмеження доступу сторонніх осіб.

Біля місць, де заборонено куріння	Не палити (P002)	Заборона куріння через наявність легкозаймистих речовин.
Біля ємностей із флюсами	Не користуватися відкритим вогнем (P003)	Запобігання виникненню пожежі.

Мінімальними вимогами до забезпечення знаками безпеки та здоров'я на роботі [30] зазначається, що роботодавець зобов'язаний ознайомити працівників із системою знаків безпеки, що застосовуються на підприємстві, їх призначенням та порядком дій у разі отримання відповідних попереджувальних, заборонних, приписувальних, евакуаційних або пожежних сигналів. Працівники повинні бути проінформовані про значення кожного встановленого знаку безпеки, місця його розташування та вимоги щодо виконання відповідних заходів безпеки.



Рисунок 3.4 – Приклад розміщення знаку W012 на дверях електрощитової

Роботодавець забезпечує ознайомлення працівників із загальними вимогами до знаків безпеки, а також із вимогами щодо застосування вказівних знаків, знаків на контейнерах і трубопроводах, позначення місць розташування засобів пожежогасіння, небезпечних зон і шляхів руху, світлових та звукових сигналів, засобів вербального спілкування і сигналів, що подаються за допомогою рук.

Встановлення знаків безпеки здійснюється у випадках, коли наявні небезпеки неможливо повністю усунути або достатньо знизити шляхом застосування засобів колективного захисту, організаційних заходів, впровадження безпечних технологічних процесів чи безпечних методів виконання робіт. У такому разі знаки безпеки є додатковим засобом інформування працівників про залишкові ризики та необхідні заходи безпечної поведінки.

3.5 Висновки по розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи розроблено комплекс організаційних та технічних заходів, спрямованих на підвищення рівня безпеки обладнання і технологічних процесів на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів ТОВ «НВП «КОМПАСС». Запропоновані рішення сформовані з урахуванням результатів аналізу виробничих небезпек, проведеної оцінки професійних ризиків методом FMEA, а також вимог чинних нормативно-правових актів України з охорони праці, пожежної та електробезпеки.

Основну увагу приділено підвищенню безпеки виконання паяльних робіт, які характеризуються одночасною дією хімічних, електричних, термічних та пожежонебезпечних факторів. Обґрунтовано необхідність застосування місцевої витяжної вентиляції безпосередньо у зоні утворення шкідливих речовин, що забезпечує ефективне видалення аерозолів припоїв,

флюсів та продуктів термічного розкладання каніфолі. Виконано інженерний розрахунок місцевої витяжної вентиляції, за результатами якого визначено необхідну продуктивність вентилятора, параметри повітроводу та мінімальний робочий тиск вентиляційної системи.

Для підвищення рівня електробезпеки розглянуто вимоги до захисного заземлення технологічного обладнання та виконано його розрахунок. Отриманий опір заземлювального пристрою відповідає нормативним вимогам, що забезпечує ефективне відведення струму замикання на землю та зменшує ризик ураження працівників електричним струмом у разі пошкодження ізоляції електрообладнання.

Крім технічних заходів, запропоновано комплекс організаційних рішень, що включає проведення своєчасного технічного обслуговування обладнання, постійний контроль справності систем вентиляції та електрозахисту, регулярне навчання працівників безпечним методам роботи, застосування засобів індивідуального захисту та впровадження системи знаків безпеки відповідно до чинних нормативних вимог.

Таким чином, реалізація запропонованих заходів дозволяє істотно знизити рівень професійних ризиків на ділянці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів, підвищити надійність функціонування технологічного обладнання, забезпечити відповідність умов праці вимогам нормативно-правових актів з охорони праці та створити безпечне виробниче середовище для персоналу підприємства.

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій на підприємстві

У першому розділі роботи зазначалося, що діяльність ТОВ «НВП «КОМПАСС» пов'язана з проєктуванням, виготовленням, монтажем, налагодженням та випробуванням радіоелектронної апаратури. Незважаючи на відсутність великотоннажних технологічних процесів або виробництв підвищеної хімічної небезпеки, експлуатація електротехнічного обладнання, застосування легкозаймистих матеріалів та виконання паяльних робіт формують потенційну можливість виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Відповідно до Класифікатора надзвичайних ситуацій ДК 019:2010 [31], для підприємства найбільш імовірними є:

- пожежа у виробничих або адміністративних приміщеннях;
- аварія в електроустановках;
- витік та займання легкозаймистих речовин;
- вибух або займання літій-іонних акумуляторів під час випробувань;
- аварійне відключення електропостачання;
- руйнування обладнання внаслідок короткого замикання;
- надзвичайні ситуації воєнного характеру (ракетний удар, артилерійський обстріл, дія ударної хвилі).

Найбільшу небезпеку становить дільниця монтажу та паяння радіоелектронних компонентів, де одночасно використовуються електрична енергія, високотемпературне обладнання, паяльні пасти, флюси, спиртові розчинники, каніфоль та легкоплавкі припої.

Крім того, на складально-налагоджувальній дільниці проводяться роботи під електричною напругою, що створює додатковий ризик виникнення пожежі або ураження електричним струмом.

У конструкторсько-технологічному відділі основною потенційною небезпекою є пожежі електротехнічного походження, пов'язані з експлуатацією комп'ютерної техніки, серверного обладнання та мереж живлення.

Складський комплекс характеризується небезпекою пожежі через накопичення пакувальних матеріалів, пластмасових виробів, картону та електронних компонентів, а також можливістю механічного руйнування стелажних конструкцій.

Таким чином, основними небезпечними чинниками надзвичайних ситуацій є:

- відкритий вогонь;
- підвищена температура;
- токсичні продукти горіння;
- дим;
- ураження електричним струмом;
- руйнування обладнання;
- вибух літій-іонних акумуляторів;
- дія вибухової хвилі при воєнних надзвичайних ситуаціях.

У разі виникнення пожежі або іншої надзвичайної ситуації на підприємстві працівники можуть зазнавати одночасного впливу кількох небезпечних факторів, які становлять безпосередню загрозу їхньому життю та здоров'ю. Відповідно до чинного законодавства України небезпечні чинники пожежі [32] включають підвищену температуру, задимлення, погіршення складу газового середовища, а також інші прояви, що можуть призвести до опіків, отруєння продуктами горіння, травмування або загибелі людей. Найбільш небезпечними для персоналу виробничих приміщень є відкритий вогонь, токсичні продукти горіння, дим, руйнування конструкцій та ураження електричним струмом.

Відкритий вогонь є джерелом інтенсивного теплового випромінювання та безпосередньо спричиняє термічні опіки шкіри, органів дихання й очей. Підвищена температура навколишнього середовища може викликати перегрівання організму, тепловий удар, порушення діяльності серцево-судинної системи та опіки відкритих ділянок тіла. Особливу небезпеку для працівників ділянки монтажу та паяння радіоелектронних компонентів становить займання полімерних матеріалів, ізоляції кабелів, друкованих плат та електронних компонентів, що супроводжується швидким поширенням полум'я та значним тепловиділенням.

Під час горіння електронних компонентів, пластмас, ізоляційних матеріалів і паяльних матеріалів утворюються токсичні продукти горіння, серед яких оксид вуглецю, хлористий водень, оксиди азоту, синильна кислота та інші небезпечні сполуки. Їх вдихання призводить до гострих отруєнь, подразнення слизових оболонок, порушення транспорту кисню кров'ю, ураження центральної нервової системи та органів дихання. Саме токсичні продукти горіння вважаються однією з основних причин загибелі людей під час пожеж у виробничих і громадських будівлях.

Не менш небезпечним фактором є дим, який різко погіршує видимість, ускладнює евакуацію персоналу та роботу аварійно-рятувальних підрозділів. Крім того, дим подразнює слизові оболонки очей і верхніх дихальних шляхів, викликає кашель, утруднене дихання, дезорієнтацію, а за тривалого впливу може призвести до втрати свідомості через нестачу кисню та дію токсичних газів [33].

На підприємствах, де використовується електротехнічне обладнання, значну небезпеку становить ураження електричним струмом. У процесі аварійного пошкодження ізоляції, короткого замикання або руйнування електрообладнання виникає ризик проходження струму через тіло людини, що може призвести до електротравм, порушення серцевої діяльності, фібриляції шлуночків серця, зупинки дихання та летального наслідку. Особливо

актуальним цей фактор є для ділянки монтажу та налагодження радіоелектронної апаратури, де частина робіт виконується під робочою напругою.

Додаткову загрозу створює руйнування обладнання, будівельних конструкцій та стелажних систем унаслідок пожежі, вибуху або дії вибухової хвилі. При цьому працівники можуть отримати механічні травми різного ступеня тяжкості внаслідок падіння конструкцій, уламків обладнання чи розльоту елементів виробів. Для підприємств, що виконують випробування електронних пристроїв із літій-іонними акумуляторами, існує також ризик їх теплового розгону та вибуху, який супроводжується різким виділенням тепла, відкритим полум'ям, розльотом уламків корпусу та виділенням токсичних газів [33].

В умовах воєнного стану перелік небезпечних факторів доповнюється дією вибухової хвилі під час ракетних або артилерійських ударів. Її вплив може призвести до руйнування будівельних конструкцій, пошкодження технологічного обладнання, виникнення вторинних пожеж, механічних травм, контузій, баротравм і масового травмування персоналу. З огляду на це система цивільного захисту підприємства повинна передбачати комплекс організаційних та технічних заходів, спрямованих на попередження надзвичайних ситуацій, мінімізацію впливу небезпечних факторів і забезпечення своєчасної евакуації працівників.

Враховуючи це, захист персоналу від надзвичайної ситуації та факторів, що з нею пов'язані, потрібно здійснювати за цими напрямками.

4.2 Заходи щодо попередження виникнення надзвичайних ситуацій

Попередження надзвичайних ситуацій на підприємстві повинно здійснюватися шляхом реалізації комплексу організаційних, технічних та інженерних заходів.

На дільниці монтажу та паяння необхідно забезпечити:

- справний технічний стан паяльних станцій;
- використання лише сертифікованих блоків живлення;
- контроль температури нагрівальних елементів;
- автоматичне вимкнення обладнання при перегріванні;
- використання місцевої витяжної вентиляції;
- своєчасне очищення вентиляційних фільтрів;
- зберігання легкозаймистих рідин у металевих шафах;
- застосування антистатичних покриттів робочих місць;
- використання антистатичних браслетів;
- контроль концентрації парів органічних розчинників.

На складально-налагоджувальній дільниці необхідно:

- виконувати роботи лише справними вимірювальними приладами;
- використовувати захисне заземлення обладнання;
- застосовувати автоматичні вимикачі та пристрої захисного відключення;

- проводити регулярний контроль опору ізоляції;
- не допускати перевантаження лабораторних блоків живлення;
- виконувати технічне обслуговування електрообладнання.

У конструкторсько-технологічному відділі необхідно:

- забезпечити резервне електроживлення серверного обладнання;
- застосовувати джерела безперебійного живлення;
- регулярно очищати комп'ютери від пилу;
- контролювати температурний режим серверної;

- виконувати резервне копіювання проєктної документації.

На складському комплексі необхідно:

- дотримуватися встановлених норм складування матеріалів;
- контролювати навантаження на стелажі;
- зберігати легкозаймисті матеріали окремо;
- забезпечити достатню кількість первинних засобів пожежогасіння;
- підтримувати вільними евакуаційні проходи.

Реалізація зазначених заходів повинна здійснюватися в рамках функціонування системи управління охороною праці, пожежної безпеки та цивільного захисту підприємства. Для цього необхідно забезпечити постійний контроль технічного стану виробничого обладнання, своєчасне проведення його технічного обслуговування, планово-попереджувальних ремонтів та періодичних перевірок відповідно до вимог експлуатаційної документації виробників.

Особлива увага має приділятися підтриманню працездатності систем вентиляції, електрозахисту, автоматичного відключення обладнання, засобів пожежної сигналізації та первинних засобів пожежогасіння. Ефективність роботи місцевих витяжних систем повинна контролюватися шляхом періодичних вимірювань параметрів повітряного середовища, очищення або заміни вентиляційних фільтрів, а також проведення профілактичних оглядів вентиляційного обладнання.

Організаційні заходи повинні включати регулярне навчання працівників вимогам охорони праці, пожежної безпеки та цивільного захисту, проведення вступних, первинних, повторних та позапланових інструктажів, а також практичних тренувань з евакуації персоналу при виникненні пожежі, аварії або інших надзвичайних ситуацій. Працівники повинні бути ознайомлені з місцями розташування первинних засобів пожежогасіння, аварійних вимикачів електроживлення, шляхів евакуації та захисних споруд цивільного захисту.

З метою своєчасного виявлення потенційних небезпек на підприємстві доцільно впровадити систему періодичних внутрішніх аудитів охорони праці, оцінювання професійних ризиків та аналізу технічного стану обладнання. За результатами перевірок повинні розроблятися коригувальні та попереджувальні заходи, визначатися відповідальні особи та строки усунення виявлених невідповідностей.

4.3 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека підприємства повинна забезпечуватися відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України та Правил пожежної безпеки в Україні [34-35].

Для підприємства необхідно передбачити:

- автоматичну систему пожежної сигналізації;
- систему оповіщення людей про пожежу;
- порошкові та вуглекислотні вогнегасники;
- внутрішній протипожежний водопровід (за необхідності);
- евакуаційне освітлення;
- знаки пожежної безпеки;
- план евакуації персоналу;
- навчання працівників діям при пожежі;
- регулярне проведення протипожежних тренувань.

З урахуванням того, що на підприємстві працюють особи з інвалідністю, роботодавець повинен забезпечити можливість їх своєчасного оповіщення, безпечної евакуації та перебування у захисних спорудах під час виникнення надзвичайних ситуацій. Для цього необхідно [34-36] призначити відповідальних осіб, які під час виникнення надзвичайної ситуації надаватимуть допомогу працівникам з інвалідністю під час евакуації; розробити індивідуальні плани евакуації для працівників, які мають

порушення опорно-рухового апарату, зору або слуху; обладнати основні шляхи евакуації безбар'єрними маршрутами, що забезпечують можливість пересування осіб, які користуються кріслами колісними або іншими допоміжними засобами пересування; забезпечити евакуаційні виходи достатньою шириною проходів, відсутністю порогів, перепадів висот та інших перешкод; встановити на шляхах евакуації тактильні покажчики та контрастне маркування для осіб із порушеннями зору; обладнати систему оповіщення комбінованими звуковими та світловими сигналами для забезпечення своєчасного інформування осіб із порушеннями слуху; розмістити плани евакуації на доступній висоті, виконані великим контрастним шрифтом із застосуванням зрозумілих графічних позначень; забезпечити можливість використання евакуаційних крісел або інших спеціальних засобів транспортування працівників з порушеннями опорно-рухового апарату, якщо евакуація здійснюється сходами; обладнати захисну споруду (укриття) безбар'єрним входом, достатньою шириною проходів, місцями для розміщення осіб, які користуються кріслами колісними, а також санітарними приміщеннями, пристосованими для маломобільних груп населення; проводити практичні тренування з евакуації із залученням працівників з інвалідністю та відпрацюванням дій персоналу, відповідального за надання їм допомоги; здійснювати періодичний контроль справності систем оповіщення, евакуаційного освітлення, тактильних покажчиків та інших технічних засобів, призначених для забезпечення безпеки маломобільних працівників.

З урахуванням складності пересування окремої категорії осіб сходами при евакуації доцільно обладнати будівлі підприємства похилими підйомними пристроями, які спрощують пересування у разі виникнення надзвичайної ситуації [37].

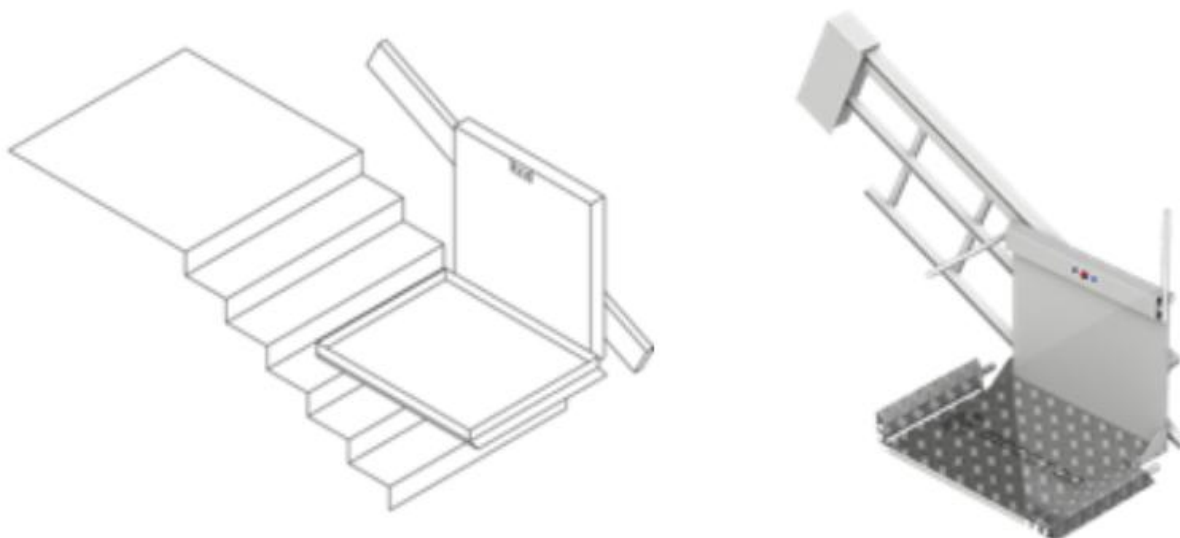


Рисунок 4.1 – Похилий підйомний пристрій для евакуації осіб з інвалідністю

Реалізація зазначених заходів дозволяє забезпечити рівний рівень безпеки для всіх категорій працівників, скоротити час евакуації та мінімізувати ризик травмування осіб з інвалідністю під час виникнення пожеж, техногенних аварій або воєнних надзвичайних ситуацій.

Також особливу увагу необхідно приділяти гасінню електрообладнання. До повного знеструмлення забороняється використовувати воду або пінні вогнегасники. Для ліквідації загорянь електроустановок необхідно застосовувати вуглекислотні або порошкові вогнегасники.

4.4 Заходи цивільного захисту в умовах воєнного стану

Зважаючи на сучасні умови функціонування підприємств України, одним із найбільш актуальних видів надзвичайних ситуацій є надзвичайні ситуації воєнного характеру.

Для забезпечення безпеки працівників підприємства необхідно:

- розробити План реагування на сигнал «Повітряна тривога»;

- визначити найближче захисне укриття;
- обладнати маршрути евакуації покажчиками;
- призначити відповідальних осіб за евакуацію персоналу;
- забезпечити аварійне відключення електроживлення виробничих дільниць;
- організувати систему оповіщення працівників;
- проводити регулярні навчання щодо евакуації;
- забезпечити укриття аптечками, запасом питної води, засобами зв'язку та аварійним освітленням.

Після оголошення сигналу «Повітряна тривога» персонал повинен негайно припинити виконання технологічних операцій, вимкнути обладнання, від'єднати його від електромережі (якщо це не створює додаткової небезпеки) та організовано перейти до визначеного захисного укриття.

У разі виникнення надзвичайної ситуації першочерговими заходами є:

- негайне оповіщення персоналу;
- виклик екстрених служб;
- відключення електроживлення аварійної дільниці;
- локалізація осередку небезпеки первинними засобами пожежогасіння;
- евакуація працівників;
- надання домедичної допомоги потерпілим;
- проведення переклички персоналу;
- взаємодія з підрозділами ДСНС України.

Після ліквідації надзвичайної ситуації здійснюється оцінювання технічного стану обладнання, перевірка будівельних конструкцій, контроль параметрів виробничого середовища та відновлення роботи підприємства лише після усунення всіх небезпечних факторів.

4.5 Висновки по розділу

У розділі проведено аналіз можливих надзвичайних ситуацій, характерних для діяльності ТОВ «НВП «КОМПАСС», з урахуванням особливостей технологічних процесів на конструкторсько-технологічній, монтажньо-паяльній, складально-налагоджувальній дільницях та складському комплексі. Встановлено, що найбільшу небезпеку становлять пожежі, аварії електрообладнання, витoki та займання легкозаймистих речовин, вибухи літій-іонних акумуляторів, а також надзвичайні ситуації воєнного характеру, пов'язані з можливими ракетними ударами та дією вибухової хвилі.

Визначено основні небезпечні фактори надзвичайних ситуацій, серед яких відкритий вогонь, підвищена температура, токсичні продукти горіння, дим, ураження електричним струмом, руйнування технологічного обладнання, вибухи акумуляторних батарей та дія вибухової хвилі. Показано, що вплив зазначених факторів може призвести до виникнення тяжких травм, гострих отруєнь, термічних опіків, порушення функцій органів дихання, ураження електричним струмом, а також до значних матеріальних збитків і тривалого припинення виробничої діяльності.

На основі проведеного аналізу розроблено комплекс організаційних, технічних та інженерних заходів, спрямованих на попередження виникнення надзвичайних ситуацій. Запропоновані рішення охоплюють забезпечення справного технічного стану обладнання, застосування ефективної місцевої витяжної вентиляції, використання сучасних засобів електрозахисту, організацію безпечного зберігання горючих матеріалів, впровадження систем пожежної сигналізації та оповіщення, а також здійснення постійного технічного контролю виробничого обладнання.

Окрему увагу приділено організації евакуації та забезпеченню безпеки працівників під час надзвичайних ситуацій. Запропоновано заходи щодо адаптації систем оповіщення, евакуаційних маршрутів і процедур реагування

до потреб працівників з інвалідністю відповідно до принципів універсальної доступності та чинних нормативних вимог. Передбачено призначення відповідальних осіб для супроводу таких працівників, облаштування доступних шляхів евакуації, використання комбінованих засобів оповіщення та проведення регулярних практичних тренувань.

Запропоновані заходи відповідають вимогам законодавства України у сфері цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки і можуть бути використані як практична основа для підвищення готовності підприємства до дій в умовах надзвичайних ситуацій. Їх реалізація сприятиме зниженню ймовірності виникнення аварій, мінімізації можливих наслідків небезпечних подій, підвищенню рівня захисту працівників, збереженню матеріальних цінностей та забезпеченню безперервності виробничої діяльності підприємства.

РОЗДІЛ 5 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

5.1 Напрями реалізації соціальної відповідальності у ТОВ «НВП «КОМПАСС»

Соціальна відповідальність сучасного підприємства є невід'ємною складовою його сталого розвитку та конкурентоспроможності. Одним із ключових напрямів корпоративної соціальної відповідальності є забезпечення безпечних і здорових умов праці, створення комфортного виробничого середовища, запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням, а також формування культури безпеки серед працівників. В умовах сучасного виробництва роботодавець несе відповідальність не лише за виконання вимог законодавства у сфері охорони праці, а й за впровадження сучасних підходів до управління професійними ризиками, що дозволяють попереджати виникнення небезпечних ситуацій ще на етапі їх прогнозування.

Діяльність ТОВ «НВП «КОМПАСС» пов'язана з проєктуванням, виготовленням, монтажем, випробуванням та сервісним обслуговуванням радіоелектронної продукції. Технологічні процеси підприємства характеризуються використанням електричного обладнання, нагрівальних пристроїв, паяльних матеріалів, легкозаймистих речовин, вимірювальної апаратури та комп'ютерної техніки, що формує комплекс виробничих небезпек. За таких умов особливого значення набуває впровадження ризикорієнтованого підходу в систему управління охороною праці, який дозволяє своєчасно виявляти потенційні небезпеки, оцінювати рівень професійних ризиків та визначати пріоритетні напрями їх мінімізації.

Соціальна відповідальність підприємства у сфері охорони праці повинна реалізовуватися через комплекс взаємопов'язаних організаційних, технічних та соціальних заходів. Насамперед роботодавець має забезпечити належне функціонування системи управління охороною праці відповідно до вимог

міжнародного стандарту ISO 45001, організувати систематичне навчання персоналу, проводити оцінювання професійних ризиків та постійно вдосконалювати виробничі процеси. Важливим елементом є залучення працівників до процесу управління ризиками, інформування їх про існуючі небезпеки та формування особистої відповідальності за дотримання вимог безпеки.

Одним із основних соціальних результатів упровадження ризикорієнтованого підходу є зниження рівня виробничого травматизму та професійної захворюваності. Використання методів оцінювання ризиків, зокрема FMEA-аналізу, дозволяє визначити найбільш критичні відмови технологічного обладнання, встановити пріоритетність профілактичних заходів та своєчасно усунути потенційні джерела небезпеки. Це сприяє підвищенню рівня безпеки праці на дільниці монтажу та паяння радіoeлектронних компонентів, де працівники контактують із нагрівальним обладнанням, електричними установками, парами флюсів та іншими шкідливими виробничими факторами.

Важливою складовою соціальної відповідальності є забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці. На підприємстві повинні підтримуватися нормативні параметри мікроклімату, освітленості, рівнів шуму та концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Особливе значення має ефективна робота місцевої витяжної вентиляції, яка забезпечує видалення парів припоїв, флюсів та інших токсичних речовин безпосередньо у місці їх утворення. Реалізація цих заходів сприяє збереженню здоров'я працівників, зменшенню професійних ризиків та підвищенню продуктивності праці.

Соціально відповідальне підприємство повинно приділяти значну увагу створенню безпечного виробничого середовища для всіх категорій працівників, у тому числі осіб з інвалідністю. Для цього необхідно забезпечити безбар'єрний доступ до виробничих та адміністративних приміщень, адаптувати евакуаційні маршрути, встановити комбіновані системи оповіщення (звукові та світлові),

облаштувати доступні санітарно-побутові приміщення, а також призначити відповідальних осіб для надання допомоги під час евакуації у разі виникнення надзвичайної ситуації. Такий підхід відповідає принципам рівності можливостей, недискримінації та інклюзивності.

Важливим напрямом соціальної відповідальності є формування культури безпеки на підприємстві. Вона передбачає систематичне навчання працівників, проведення інструктажів, практичних тренувань із реагування на надзвичайні ситуації, регулярне інформування персоналу про результати оцінювання ризиків, а також стимулювання працівників до виявлення потенційно небезпечних ситуацій і внесення пропозицій щодо їх усунення. Високий рівень культури безпеки сприяє зменшенню кількості небезпечних дій персоналу та підвищує загальну ефективність системи управління охороною праці.

Упровадження ризикорієнтованого підходу має також позитивний економічний та соціальний ефект. Зменшення кількості нещасних випадків і професійних захворювань сприяє скороченню витрат підприємства на лікування, компенсаційні виплати, простої виробництва та ремонт пошкодженого обладнання. Одночасно підвищується рівень довіри працівників до роботодавця, покращується психологічний клімат у колективі, зростає мотивація персоналу та продуктивність праці.

Таким чином, соціальна відповідальність ТОВ «НВП «КОМПАСС» у сфері охорони праці повинна базуватися на комплексному управлінні професійними ризиками, впровадженні сучасних технічних рішень, розвитку культури безпеки, забезпеченні інклюзивності виробничого середовища та безперервному вдосконаленні системи управління охороною праці. Реалізація запропонованих заходів забезпечить підвищення рівня захищеності працівників, покращення умов праці, збереження їх життя і здоров'я, а також сприятиме сталому розвитку підприємства та підвищенню його соціальної відповідальності.

5.2 Аналіз міжнародного досвіду реалізації соціальної відповідальності

Аналіз міжнародного досвіду реалізації проєктів соціальної відповідальності дозволяє зрозуміти пріоритетні шляхи подальшого покращення соціального захисту персоналу ТОВ «НВП «КОМПАСС». Кращі практики [38- 42] демонструють сучасні підходи до соціальної відповідальності:

- ергономіка та профілактика монотонії: організація куточків психологічного розвантаження або зон фізіотерапії. Працівникам, які упродовж робочого дня сидять у статичній позі, безкоштовно надають ортопедичні крісла та проводять оплачувані масажі для профілактики тунельного синдрому рук;

- регулярний медичний скринінг: організація добровільного безкоштовного тестування крові працівників на вміст важких металів (свинцю, кадмію) для раннього виявлення професійних захворювань.

- перехід на безсвинцеві та екологічні припої. Наприклад, відомий японський виробник матеріалів для паяння Senju Metal Industry (SMIC) активно розширює лінійки припоїв серії M705 та низькотемпературних паст, які не містять свинцю та галогенів. Це значно зменшує токсичність відходів та знижує викиди CO₂ за рахунок нижчих температур плавлення при монтажі;

- відмова від пластикових катушок. Компанія Nihon Superior впровадила інновацію – випуск дроту для паяння взагалі без пластикових катушок, що запобігає накопиченню пластикового сміття та забрудненню світового океану мікропластиком;

- циркулярна економіка та рециклінг флюсу: збір відпрацьованого припою, паяльних шлаків та залишків друкованих плат для їх повторної безпечної переробки та афінажу (вилучення цінних металів, як-от срібла), замість їх викидання на звичайні звалища;

- контроль джерел походження ресурсів. Великі бренди електроніки та виробники припоїв здійснюють суворий контроль походження олова, срібла та золота, що використовуються в припоях. Вони купують сировину лише в сертифікованих шахтах, які гарантують, що кошти від продажу металів не йдуть на фінансування збройних конфліктів в Африці;

- звітування за міжнародними стандартами GRI. Компанії приєднуються до світової тенденції і щорічно публікують відкриті КСВ-звіти, де детально прописують обсяги енергоспоживання, зменшення вуглецевого сліду та умови праці у своїх цехах.

5.3 Пропозиції по впровадженню соціальної відповідальності в практику ТОВ «НВП «КОМПАСС»

Таким чином, проведений аналіз реалізації соціальної відповідальності у ТОВ «НВП «КОМПАСС» та міжнародних практик показав, що найбільш перспективним напрямом є організація куточків психологічного розвантаження.

Для ТОВ «НВП «КОМПАСС» організація куточка психологічного розвантаження є надзвичайно ефективним рішенням, оскільки вона безпосередньо компенсує негативний вплив монотонності та статичного напруження, характерних для працівників. Щоб такий куточок виконував свою функцію, його облаштування має базуватися на принципах ергономіки, сенсорного розвантаження та кінезітерапії. Нижче наведено конкретні заходи та елементи для створення такої зони на підприємстві.

1. Просторова ізоляція та мікроклімат:

- відокремлення зони: куточок повинен розташовуватися в окремому приміщенні або бути надійно ізольованим від звуків, запахів флюсу та каніфолі монтажного цеху за допомогою шумопоглинаючих перегородок;

- оптимальний мікроклімат: забезпечення автономної вентиляції або кондиціонування з подачею свіжого повітря (температура 20–24 °C), оскільки кисневе насичення є першим кроком до подолання монотонії та сонливості.

2. Ергономічне обладнання та фізична реабілітація. Оскільки працівники весь день сидять у фіксованій позі, меблі в зоні відпочинку повинні кардинально змінювати положення тіла:

- крісла-мішки (бінбеги) або реклайнери: безкаркасні крісла дозволяють м'язам спини та шиї повністю розслабитися, набуваючи анатомічної форми тіла. Крісла-реклайнери з підніжками забезпечують підняття ніг, що ліквідує застій крові у нижніх кінцівках;

- спортивний інвентар для самомасажу: розміщення масажних валиків (фоам-ролерів), аплікаторів та кистьових еспандерів. Це дозволить працівникам самостійно зняти спазми в шийно-комірцевій зоні та провести профілактику тунельного синдрому кистей;

- шведська стінка або турнік: необхідні для пасивного витягування хребта після тривалого сидіння над паяльною платою.

3. Сенсорне та зорове розвантаження. Зоровий апарат монтажника зазнає колосального перевантаження через роботу з дрібними деталями. Куточок має знімати це напруження:

- світлодіодне заспокійливе освітлення: повна відмова від яскравого верхнього світла на користь приглушених локальних торшерів із зеленим, синім або теплим бурштиновим спектром, який розслаблює очні м'язи;

- елементи живої природи: встановлення невеликого акваріума з рибками або організація «зеленої стіни» з кімнатних рослин. Спостереження за живими об'єктами перемикає фокус уваги та швидко знижує рівень стресу;

- аудіосупровід: впровадження системи трансляції звуків природи (шум лісу, дощу, морського прибою) або легкої медитативної музики через бездротові навушники чи загальні приглушені динаміки.

Впровадження цих заходів дозволить ТОВ «НВП «КОМПАСС» не лише виконати вимоги щодо соціальної відповідальності перед персоналом, а й безпосередньо знизити відсоток виробничого браку за рахунок відновлення концентрації уваги та зниження втоми працівників.

5.4 Висновки по розділу

У розділі досліджено напрями реалізації соціальної відповідальності на підприємстві ТОВ «НВП «КОМПАСС» в умовах впровадження ризикорієнтованого підходу до управління охороною праці. Встановлено, що соціальна відповідальність підприємства повинна розглядатися як комплексна система заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці, збереження здоров'я персоналу, підвищення рівня культури безпеки та створення сприятливого виробничого середовища.

Проведений аналіз показав, що специфіка діяльності підприємства, пов'язана з проектуванням, монтажем, паянням, налагодженням та випробуванням радіоелектронної апаратури, зумовлює наявність значної кількості виробничих небезпек. Тому одним із пріоритетних напрямів соціальної відповідальності є впровадження ризикорієнтованого підходу, який дозволяє своєчасно виявляти небезпечні фактори, оцінювати професійні ризики та розробляти ефективні профілактичні заходи щодо їх мінімізації.

У результаті аналізу міжнародного досвіду встановлено, що сучасні практики корпоративної соціальної відповідальності у сфері виробництва електронної техніки орієнтовані не лише на забезпечення безпеки праці, а й на підтримку фізичного та психологічного здоров'я працівників, зниження негативного впливу виробництва на довкілля, впровадження екологічно безпечних технологій та розвиток культури сталого розвитку. Особливу увагу приділено заходам профілактики професійного виснаження, організації

комфортного робочого середовища, використанню безсвинцевих технологій паяння та впровадженню принципів циркулярної економіки.

На основі проведеного аналізу запропоновано впровадження на підприємстві куточка психологічного розвантаження як одного з найбільш доступних та ефективних заходів соціальної відповідальності. Реалізація такого рішення сприятиме зниженню рівня психоемоційного навантаження, профілактиці професійної втоми, зменшенню негативних наслідків монотонної праці, підвищенню концентрації уваги працівників та зниженню ймовірності помилок під час виконання технологічних операцій.

Таким чином, реалізація запропонованих заходів соціальної відповідальності дозволить підвищити рівень захищеності працівників ТОВ «НВП «КОМПАСС», покращити умови праці, знизити рівень професійних ризиків, зміцнити культуру безпеки та створити передумови для сталого розвитку підприємства. Соціально відповідальний підхід до управління персоналом сприятиме підвищенню продуктивності праці, зміцненню довіри працівників до роботодавця та підвищенню конкурентоспроможності підприємства в цілому.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішено актуальне науково-практичне завдання, що полягає у дослідженні шляхів підвищення рівня безпеки працівників ТОВ «НВП «КОМПАСС» шляхом упровадження ризикорієнтованого підходу в систему управління охороною праці.

У ході виконання роботи досліджено виробничу діяльність підприємства, проаналізовано його організаційну структуру, технологічні процеси та особливості функціонування основних виробничих підрозділів. Встановлено, що найбільша кількість професійних небезпек виникає на дільниці монтажу та паяння радіоелектронних компонентів, а також під час виконання складально-налагоджувальних робіт.

Проведений аналіз виробничого середовища дозволив визначити основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, серед яких найбільш суттєвими є виділення шкідливих речовин під час паяння, недостатня ефективність місцевої витяжної вентиляції, небезпека ураження електричним струмом, несправності технологічного обладнання, накопичення статичної електрики, можливість займання легкозаймистих матеріалів, підвищений рівень шуму, недостатня освітленість робочих місць, а також значне психофізіологічне навантаження на працівників.

Для кількісного оцінювання професійних ризиків застосовано метод FMEA відповідно до вимог ДСТУ EN ІЕС 60812:2022. За результатами аналізу визначено значення пріоритетного числа ризику (RPN) для основних виробничих небезпек, побудовано карти ризиків та гістограми їх розподілу. Найбільш критичними виявилися ризики, пов'язані з недостатньою ефективністю місцевої витяжної вентиляції, виділенням шкідливих речовин під час паяння та накопиченням статичної електрики, що потребують першочергового впровадження заходів щодо їх мінімізації.

У роботі розроблено комплекс технічних та організаційних заходів, спрямованих на підвищення рівня виробничої безпеки. Запропоновано вдосконалення системи вентиляції, впровадження ефективних засобів електрозахисту, застосування антистатичних засобів захисту, покращення умов освітлення робочих місць, удосконалення системи технічного обслуговування обладнання та підвищення ефективності навчання персоналу.

Виконано інженерний розрахунок місцевої витяжної вентиляції для робочого місця монтажника-паяльника, у результаті якого визначено необхідну продуктивність вентиляційної системи та основні параметри повітроводів і вентиляційного обладнання. Також проведено розрахунок захисного заземлення електрообладнання ділянки монтажу та паяння, що підтвердив відповідність запропонованих технічних рішень вимогам електробезпеки.

У роботі проаналізовано можливі надзвичайні ситуації, характерні для діяльності підприємства, визначено основні небезпечні чинники їх виникнення та запропоновано комплекс заходів щодо попередження пожеж, аварій і техногенних надзвичайних ситуацій. Окрему увагу приділено організації безпечної евакуації працівників, у тому числі осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення.

Розглянуто питання соціальної відповідальності підприємства у сфері охорони праці. Обґрунтовано, що впровадження ризикорієнтованого підходу сприяє не лише зменшенню виробничого травматизму та професійної захворюваності, а й підвищенню рівня корпоративної культури безпеки, продуктивності праці, конкурентоспроможності підприємства та його відповідності сучасним міжнародним вимогам щодо сталого розвитку.

Таким чином, поставлена мета роботи досягнута, а розроблені технічні, організаційні та інженерні рішення можуть бути використані для удосконалення системи управління охороною праці ТОВ «НВП «КОМПАСС» та інших підприємств, діяльність яких пов'язана з виробництвом і монтажем радіоелектронної апаратури. Запропоновані заходи забезпечують підвищення рівня безпеки працівників, зниження професійних ризиків, покращення умов праці та підвищення загальної ефективності функціонування підприємства.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. ТОВ «НВП «КОМПАСС». YouControl : вебсайт. URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/36985918/.
2. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.
3. Cai Y., Li F., Zhang J., Wu Z. Occupational Health Risk Assessment in the Electronics Industry in China Based on the Occupational Classification Method and EPA Model. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2018. Vol. 15, No. 10. Article 2061. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15102061>.
4. Electronics Industry. Prime Process Safety : вебсайт. URL: <https://primeprocesssafety.com/electronics/>.
5. ДСТУ EN IEC 31010:2022. Керування ризиками. Методи оцінки ризиків (EN IEC 31010:2019, IDT; IEC 31010:2019, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022.
6. ДСТУ EN IEC 60812:2022. Аналіз видів відмов і наслідків (FMEA і FMESCA) (EN IEC 60812:2018, IDT; IEC 60812:2018, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=100893.
7. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). UNC School of Medicine. URL: https://www.med.unc.edu/ihqi/wp-content/uploads/sites/463/2022/02/QIToolkit_FailureModesandEffectsAnalysis-2.pdf.
8. Системи та схеми вентиляції. Проектний розрахунок систем вентиляції. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%96%D0%B9%201/page9.html.

9. Бурковський Я. Ю. Небезпечні фактори, які виникають при проведенні паяльних робіт у виробництві електроніки. URL: <https://conforpcbproc.iee.kpi.ua/article/download/118941/113287>.

10. Звертаємо увагу на умови праці під час паяльних робіт. Охорона праці і пожежна безпека : вебсайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/zvertayemo-uvagu-na-umovy-praci-pid-chas-payalnyh-robit>.

11. Чи шкодить людям паяльник? URL: <https://ua.gvda-instrument.com/info/does-soldering-iron-soldering-harm-people-96149828.html>

12. Канальний вентилятор Вентс ВКМ 250. URL: <https://vents-shop.com.ua/ventilyator-vents-vkm-250/>.

13. Абільтарова Е. Н., Корець М. С., Яшанов С. М. Основи охорони праці. Модуль 1: Правові та організаційні питання охорони праці, основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії : навч.-метод. посіб. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. 409 с. URL: http://moodle.nati.org.ua/pluginfile.php/14080/mod_resource/content/1/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C%201_%D0%B4%D0%BE%20%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%83%20%2022%2005%2012.pdf.

14. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України, 2018.

15. Методичні вказівки до практичних занять № 1 та № 2 на теми: «Розрахунок штучного освітлення» та «Методи розрахунку зон ураження від техногенних вибухів і пожеж та противибуховий і протипожежний захист ОГ». Дніпро : ДВНЗ «Український державний університет науки і технологій». URL: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/10/5-10-mzp45.pdf>.

16. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» : наказ МОЗ України від 08.04.2014 № 248. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>.

17. Кальниш В. В. Монотонна діяльність і стан монотонії. Повідомлення 1. Визначення та фактори формування. Український журнал з проблем медицини праці. URL: <https://ua.ujoh.org/MONOTONE-ACTIVITY-AND-THE-STATE-OF-MONOTONIA-INFORMATION-1-DEFINITION-AND-FORMATION-FACTORS--UA.html>.

18. Яку працю вважають напруженою і які є показники напруженості трудового процесу? URL: <https://oppb.com.ua/news/yaku-pracyu-vvazhayut-napruzhenoyu-i-yaki-ye-pokaznyky-napruzhenosti-trudovogo-procesu>.

19. Основні заходи по запобіганню монотонності і підвищенню змістовності праці. URL: <https://studfile.net/preview/5454152/page:34/>.

20. НПАОП 32.0-1.02-14. Правила охорони праці під час виробництва радіо- та електронної апаратури. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1089-14#Text>.

21. НПАОП 0.00-1.66-13. Правила охорони праці під час паяльних робіт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0513-14#Text>.

22. Цифровий мікроскоп Andonstar AD409 SA 300X. URL: <https://xmeye.com.ua/ru/cifrovye-mikroskopy/2633-cifrovoj-mikroskop-andonstar-ad409-sa-300x-s-endoskopom-rabochej-poverkhnostyu-i-kronshtejnom-slajderom.html>.

23. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Харків : Форт, 2017.

24. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

25. Практична робота № 7. Електробезпека. URL: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/praktikum/100.html>.

26. Види електрики. Вплив електричного струму на організм людини. URL: <https://joiner.org.ua/okhorona-pratsi/vydy-elektryky-vplyv-elektrychnoho-strumu-na-orhanizm-liudyny.html>.

27. Онлайн-калькулятор розрахунку системи заземлення. URL: <https://energoprom.net.ua/ua/cal-cabel/cal-c-zazemlenie/>.

28. Технічний регламент знаків безпеки і захисту здоров'я працівників.
29. ДСТУ ISO 7010:2019. Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
30. Мінімальні вимоги до забезпечення знаками безпеки та здоров'я на роботі : наказ Міністерства економіки України від 17.05.2023 № 2140. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0672-23#Text>.
31. ДК 019:2010. Класифікатор надзвичайних ситуацій. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text>.
32. Порядок обліку пожеж та їх наслідків : постанова Кабінету Міністрів України від 26.12.2003 № 2030. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2030-2003-%D0%BF>.
33. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т. 9. Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи / за заг. ред. О. М. Євдіна. Київ. 476 с. URL: <https://nmc.dsns.gov.ua/upload/6/0/6/2/library-other-9-zaxist-naselennia-i-teritorii-vid-ns-t9.pdf>.
34. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.
35. Правила пожежної безпеки в Україні : наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>.
36. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018.
37. Евакуація осіб з інвалідністю та інших МГН під час пожежі: правила та рекомендації. URL: <https://mb.expert/zabezpechennya-bezpeky-lyudej-z-invalidnistyu-ta-inshyh-mgn-pid-chas-pozhezhi-ta-organizacziya-yihnoyi-evakuacziyi-z-budivli-ta-prymishhen/>.
38. Корпоративна соціальна відповідальність — підтверджується сертифікатом. DQS Global. URL: <https://www.dqsglobal.com/uk/doslidzhujte/blog/korporativna-social%27na-vidpovidal%27nist%27-pidtvrdzhuet%27sya-sertifikatом>.

39. Global Eco-friendly and Lead-Free Soldering Solutions. Senju Metal Industry Co., Ltd. Technical Product Catalog. URL: https://www.senju.com/ja/download/pdf/SMICcat2020_ESall_EN_0406.pdf.

40. Lead-Free Soldering Solutions. Bobbinless Solder Wire NS-E-78. Nihon Superior Co., Ltd. URL: https://en.nihonsuperior.co.jp/products/lead_free/.

41. Conflict-Free Minerals Sourcing Solutions. Responsible Minerals Initiative. URL: <https://www.responsiblebusiness.org/news/conflict-free-sources-for-all-four-conflict-minerals-now-identified/>.

42. GRI Standards. Global Reporting Initiative. URL: <https://www.globalreporting.org/standards/>.

Перелік графічного матеріалу

1. Аналіз діяльності підприємства ТОВ «НВП «КОМПАСС»»
2. Аналіз обладнання та основних технологічних процесів на підприємстві
3. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів
4. Оцінювання виробничих ризиків — методика FMEA
5. Оцінювання виробничих ризиків — результати
6. FMEA-аналізу
7. Заходи щодо покращення стану повітряного середовища
8. Шляхи забезпечення безпеки під час виконання паяльних робіт
9. Забезпечення електробезпеки — розрахунок струму через тіло людини
10. Розміщення знаків безпеки на робочих місцях
11. Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій на підприємстві
12. Пропозиції по впровадженню соціальної відповідальності в практику ТОВ «НВП «КОМПАСС»»