

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Вдосконалення засобів колективного та індивідуального захисту
в зуботехнічній лабораторії на базі аудиту охорони праці»

Виконав: здобувач 4 курсу,
групи *АтаКД 2022-1*
спеціальності

263 «Цивільна безпека»

(шифр і назва спеціальності)

Дубницький С.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Данова К.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Логвінков С.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню рівня безпеки праці персоналу зуботехнічної лабораторії.

У першому розділі розглянуто загальну організацію виробництва ортопедичних конструкцій стоматологічного призначення. Проаналізовано обладнання, специфіку умов праці. Ідентифіковано та класифіковано шкідливі й небезпечні виробничі чинники за технологічними зонами.

У другому розділі розроблено план проведення внутрішнього аудиту охорони праці з урахуванням специфіки лабораторії. Запропоновано вдосконалення методів оцінювання ризиків шляхом впровадження методології FMEA.

У третьому розділі визначено комплекс інженерно-технічних та організаційних заходів щодо покращення безпеки праці. Виконано розрахунки модернізації загальнообмінної вентиляції та локальної аспірації фінагелів, обґрунтовано заходи з електробезпеки, а також визначено порядок забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

У четвертому розділі проаналізовано аспекти корпоративної соціальної відповідальності та екологічної безпеки підприємства, а також проведено розрахунок соціально-економічної ефективності впроваджених рішень.

Дипломна робота містить 78 стор., 7 рисунків, 5 таблиць, 29 літературних джерел, 11 листів графічної частини.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЗУБОТЕХНІЧНА ЛАБОРАТОРІЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, АУДИТ, FMEA, СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ.

ABSTRACT

The qualification paper is dedicated to improving the occupational safety level for the personnel of a dental laboratory.

The first section examines the general organization of dental orthopedic structure manufacturing. The equipment and the specific nature of working conditions are analyzed. Harmful and hazardous occupational factors are identified and classified by technological zones.

The second section develops a plan for conducting an internal occupational health and safety audit, considering the specific characteristics of the laboratory. It proposes the improvement of risk assessment methods through the implementation of the FMEA methodology.

The third section determines a comprehensive set of engineering, technical, and organizational measures to enhance occupational safety. Calculations for the modernization of general dilution ventilation and local extraction at finagels are performed, electrical safety measures are substantiated, and the procedure for providing workers with personal protective equipment is defined.

The fourth section analyzes aspects of corporate social responsibility and environmental safety of the enterprise, and provides a calculation of the socio-economic efficiency of the implemented solutions.

The thesis contains 78 pages, 7 figures, 5 tables, 29 references, and 11 sheets of graphical material.

KEYWORDS: DENTAL LABORATORY, OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY (OHS), AUDIT, FMEA, CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТУ ГОСПОДАРЮВАННЯ ТА СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	11
1.1 Аналіз обладнання сучасної зуботехнічної лабораторії	11
1.2 Аналіз умов праці персоналу зуботехнічної лабораторії	15
1.3 Аналіз системи управління охороною праці персоналу зуботехнічної лабораторії	20
1.4 Висновки до розділу	22
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ	24
2.1 Оцінки ризиків для персоналу зуботехнічної лабораторії	24
2.2 Розробка програми аудиту безпеки праці	28
2.3 Результати аудиту	32
2.4 Висновки до розділу	35
РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ У СФЕРІ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	38
3.1 Аналіз перспективних організаційно-технічних заходів по забезпеченню безпеки персоналу зуботехнічної лабораторії	38
3.2 Розробка та вдосконалення технічних заходів по забезпеченню безпеки персоналу.....	41
3.2.1 Модернізація вентиляційних систем та аспірації	41
3.2.2 Електрична безпека на робочих місцях	44
3.3 Організаційні заходи по забезпеченню безпеки персоналу.....	48
3.3.1 Управління засобами індивідуального захисту та зберіганням хімікатів.....	48
3.3.2 Контроль за станом здоров'я персоналу.....	52
3.3.3 Регламентація режимів праці та заходів особистої гігієни персоналу	54

3.3.4 Трансформація системи навчання та інструктажів до умов воєнного часу	57
3.4 Висновки до розділу	59
РОЗДІЛ 4 СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	62
4.1 Аналіз аспектів соціальної відповідальності для персоналу зуботехнічної лабораторії.....	62
4.2 Розробка системи селективного збору відходів в зуботехнічній лабораторії	65
4.3 Оцінка соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці.....	68
4.4 Висновки до розділу	70
ВИСНОВКИ	72
Список джерел.....	74
Додаток 1 Перелік графічного матеріалу	78

ВСТУП

Сучасна система охорони здоров'я України функціонує в умовах надзвичайних викликів, зумовлених тривалою військовою агресією та правовим режимом воєнного стану. Це призвело до різкого зростання потреби у високотехнологічній, комплексній медико-соціальній реабілітації цивільного населення та військовослужбовців сил оборони. Важливою складовою цього процесу є надання якісної стоматологічної ортопедичної допомоги та щелепно-лицьового протезування ветеранам із мінно-вибуховими травмами, вогнепальними пораненнями та важкими анатомо-функціональними деформаціями зубощелепної системи. Стратегічним центром реалізації цих завдань виступає зуботехнічна лабораторія, де створюються складні біосумісні ортопедичні конструкції.

Водночас зуботехнічне виробництво є високоінтенсивним виробничо-технологічним комплексом, який характеризується наявністю широкого спектра небезпечних і шкідливих виробничих чинників. Персонал лабораторій щоденно піддається комбінованому впливу силікоzoneбезпечного пилу металів та діоксиду цирконію, високих концентрацій токсичних парів мономеру метилметакрилату, випарів фотополімерних смол та легкозаймистого ізопропілового спирту, а також інтенсивного ультрафіолетового випромінювання, шуму, вібрації та психоемоційного напруження.

Забезпечення безпеки праці та збереження людського капіталу в таких умовах вимагає відмови від формального підходу до охорони праці та переходу до проактивного управління професійними ризиками. Це обумовлює об'єктивну необхідність розробки, впровадження та практичної реалізації програм внутрішнього екологічного та санітарно-гігієнічного аудиту, що базуються на кількісних інженерно-аналітичних методах, зокрема на аналізі видів та наслідків відмов.

Метою кваліфікаційної роботи є комплексний аналіз умов праці, кількісна оцінка професійних ризиків та розробка науково обґрунтованої програми аудиту безпеки й комплексу інженерно-технічних та організаційних заходів щодо

вдосконалення системи охорони праці й екологічної безпеки в сучасній зуботехнічній лабораторії.

Для досягнення поставленої мети визначено та вирішено такі завдання:

1. Проаналізувати стан охорони праці, структуру матеріально-технічного оснащення та специфіку умов праці в зуботехнічній лабораторії за зонами та технологічними процесами.

2. Ідентифікувати та класифікувати ключові небезпечні й шкідливі виробничі чинники фізичного, хімічного, біологічного та ергономічного характеру.

3. Провести кількісний аналіз та ранжування професійних ризиків на робочих місцях персоналу.

4. Розробити план проведення внутрішнього аудиту безпеки праці в лабораторії.

5. Запропонувати та розрахувати ефективні інженерно-технічні заходи колективного захисту.

6. Розглянути питання соціальної відповідальності.

Об'єкт дослідження – умови праці, виробниче середовище та система управління охороною праці персоналу сучасної зуботехнічної лабораторії.

Предмет дослідження – методологія кількісної оцінки професійних ризиків, алгоритми проведення внутрішнього аудиту охорони праці та інженерно-економічні показники ефективності модернізації засобів колективного захисту й екологічного менеджменту.

У роботі використано комплекс наукових методів: аналітичне узагальнення нормативно-правової бази та літературних джерел, метод аналізу видів та наслідків відмов для кількісного оцінювання ризиків, інженерні методи розрахунку систем вентиляції, а також методи соціально-економічного аналізу для оцінки результативності капітальних інвестицій в охорону праці.

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

1. Дубницький С.М. Етичні аспекти аудиту охорони праці на підприємствах / Матеріали XIX Всеукраїнської науково-технічної здобувачів вищої освіти конференції «Сталий розвиток міст: поствоєнний період» (91-ша науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 5-и ч. / Ч. 3. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – С. 339-340.

2. Дубницький С.М. Міжнародні стандарти аудиту охорони праці та їх роль у розвитку ефективних систем управління безпекою / Матеріали XIX Всеукраїнської науково-технічної здобувачів вищої освіти конференції «Сталий розвиток міст: поствоєнний період» (91-ша науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 5-и ч. / Ч. 3. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – С. 339-340.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТУ ГОСПОДАРЮВАННЯ ТА СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.1 Аналіз обладнання сучасної зуботехнічної лабораторії

Зуботехнічна лабораторія є спеціалізованим виробничо-технологічним комплексом, ключове призначення якого полягає у конструюванні, моделюванні та виготовленні широкого спектру стоматологічних протезів, ортодонтичних та щелепно-лицьових апаратів. Ефективність функціонування цього підрозділу безпосередньо визначає якість ортопедичної стоматологічної допомоги, відновлюючи не лише жувально-мовленнєвий апарат людини, а й його естетичний, психологічний і соціальний статус.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд зуботехнічної лабораторії (ливарна кімната)

У сучасних реаліях призначення та соціальна місія зуботехнічної лабораторії набули особливого, стратегічного значення. З урахуванням бойових дій, що продовжуються, і війни в Україні, різко зросла потреба в комплексній реабілітації

цивільного населення і військовослужбовців. Учасники війни та ветерани гостро потребують якісного протезування, у тому числі й стоматологічної ортопедичної допомоги [1]. Тяжкі мінно-вибухові травми, вогнепальні поранення щелепно-лицьової області, соматичні наслідки тривалого перебування в умовах бойового стресу та відсутність своєчасної санації в польових умовах призводять до часткової або повної адентії, руйнування зубощелепної системи та деформацій обличчя. Для цієї категорії пацієнтів зуботехнічна лабораторія стає місцем створення високотехнологічних конструкцій, здатних повернути анатомічну цілісність, базові фізіологічні функції та забезпечити повноцінну реінтеграцію ветеранів у мирне життя. Це накладає підвищені вимоги до швидкості, точності та біосумісності протезів, що виготовляються.

Для реалізації своїх завдань зуботехнічна лабораторія організовується за цеховим чи модульним принципом, де кожен кабінет має суворе функціональне призначення. Логіка планування приміщень унеможливорює перетин «чистих» і «брудних» технологічних потоків, забезпечуючи суворе дотримання санітарно-гігієнічних нормативів.

Основними структурними одиницями (кімнатами) лабораторії є [2]:

1. Основний (заготівельний) зал. Призначений для виконання основних мануальних процесів: моделювання воскових репродукцій, обробки, шліфування та полірування готових протезів. Тут розміщуються індивідуальні робочі столи зубних техніків.

2. Гіпсувальна кімната. «Брудна» зона, де здійснюються процеси дезінфекції зліпків, виливки діагностичних та робочих моделей з різних типів гіпсу, фіксації моделей в оцлюдатори або артикулятори, а також виплавлення воску.

3. Ливарна кімната. Ізольоване приміщення з потужною припливно-витяжною вентиляцією, де відбувається підготовка вогнетривких форм, плавлення та лиття конструкційних металевих сплавів (кобальт-хромових, нікель-хромових, шляхетних металів).

4. Полімеризаційна (формувальна) кімната. Використовується для замішування акрилових пластмас, формування їх у кювети та подальшої термічної полімеризації при виготовленні знімних протезів.

5. Керамічний кабінет (металокерамічна ділянка). Належить до категорії «чистих» приміщень з підвищеними вимогами до відсутності пилу та якості освітлення. Тут пошарово наноситься, моделюється та обпалюється порцелянова (керамічна) маса.

6. Цифровий модуль (CAD/CAM зона). Сучасний високотехнологічний центр лабораторії, де відбувається віртуальне проєктування та автоматизоване виробництво каркасів без прямої участі традиційних мануальних матеріалів.

Матеріально-технічна база лабораторії класифікується на основне технологічне обладнання, допоміжні апарати, індивідуальні робочі місця та інструментарій [2].

Основним елементом є спеціалізований зуботехнічний стіл, оснащений вбудованим фіналем (упором для обробки деталей), локальним регульованим освітленням, автономним підведенням стисненого повітря для очищення конструкцій та місцевою витяжною системою (пиловловлювачем), що запобігає попаданню дрібнодисперсного пилу в дихальні шляхи майстра.



Рисунок 1.2 – Зуботехнічний стіл

Робоче місце комплектується професійним мікромотором (бормашиною) з високою частотою обертання (до 40 000-50 000 об/хв), а також електрошпателем для точного моделювання воском.

Також технологічне та термічне обладнання включає [2-3]:

- муфельні печі, необхідні для попереднього нагрівання, прокалювання ливарних форм та виплавлення воскових композицій;

- ливарні установки, а саме відцентрові або вакуумно-індукційні апарати, що забезпечують високоточне плавлення сплавів та їх заливку під тиском у вогнетривкі блоки;

- печі для випалу кераміки, що включають вакуумні програмовані печі, які підтримують строгі температурні графіки спікання фарфорових мас, глазурування та фарбування коронок;

- полімеризатори – гідравлічні або пневматичні апарати для спрямованої полімеризації акрилових пластмас під тиском і при заданій температурі, що мінімізує пористість матеріалу.

До допоміжного та санітарно-технологічного обладнання зуботехнічної лабораторії входять:

- тримери (апарати для обрізання моделей) – потужні пристрої з алмазними або карборундовими дисками та підведенням води для прецизійної обробки гіпсових моделей;

- піскоструминні апарати, які застосовуються для очищення металевих каркасів від залишків пакувальної маси, окалини, а також для створення мікрошорсткості поверхонь перед нанесенням шарів кераміки або пластмаси;

- пароструйнувальні апарати та ультразвукові ванни: використовуються на проміжних та фінальних етапах для ідеального очищення, знежирення та дезінфекції протезів;

- паралелометри – механічні прилади для визначення паралельності стінок опорних зубів, вибору шляху введення протезу та конструювання опорних бюгельних конструкцій.

Сучасні зуботехнічні лабораторії включають в себе інноваційне цифрове обладнання (CAD/CAM-комплекси). Інтеграція цифрових протоколів кардинально змінює структуру оснащення. В даний блок входять:

- лабораторні 3D-сканери – оптичні або лазерні пристрої, що переводять фізичний зліпок або гіпсову модель цифрову тривимірну віртуальну модель (CAD-етап);

- фрезерні верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ) – високоточні 4- та 5-осьові апарати для автоматичного виточування (сухого або вологого) коронок, мостоподібних протезів та індивідуальних абатментів з блоків діоксиду цирконію, титану, KXC, PMMA та композитів (CAM-CAM);

- 3D-принтери (стереолітографічні, SLA/DLP) – установки для високоточного фотополімерного тривимірного друку тимчасових коронок, хірургічних навігаційних шаблонів, демонстраційних моделей та каркасів, що випалюються.

Таким чином, комплексний аналіз призначення та обладнання зуботехнічної лабораторії показує, що сучасне виробництво є синергією точного інженерного розрахунку, передових цифрових технологій та класичної зуботехнічної майстерності. Таке оснащення дозволяє вирішувати найскладніші завдання щелепно-лицьової реабілітації, повертаючи здоров'я та повноцінні функції всім категоріям пацієнтів, що потребують таких послуг, включаючи ветеранів та учасників бойових дій.

1.2 Аналіз умов праці персоналу зуботехнічної лабораторії

Персонал зуботехнічних лабораторій та інші групи стоматологічних працівників стикаються з багатьма небезпеками, властивими їхній роботі. До них можуть належати біологічні впливи, ергономічні проблеми, фізичні впливи, психосоціальні проблеми та хімічний вплив. Ці небезпеки можуть призвести до різних проблем зі здоров'ям, включаючи розлади опорно-рухового апарату, травми очей або шкіри, втрату слуху, вібраційну нейропатію та психологічні розлади. Також відзначаються проблеми, які здебільшого пов'язані з впливом хімічних

речовин. До них належать контактний дерматит або алергія на стоматологічні матеріали, пневмоконіоз, репродуктивні проблеми та інші токсичні ефекти матеріалів, що використовуються під час стоматологічної практики [4].

У зуботехнічній лабораторії використовується широкий спектр матеріалів, які класифікуються залежно від їхнього призначення в технологічному процесі. Всі матеріали прийнято ділити на основні (конструкційні), з яких безпосередньо виготовляються протези та апарати, та допоміжні, які необхідні на проміжних етапах (для відбитків, моделей, формування, паяння тощо) [2-3].

Нижче представлено докладний опис основних конструкційних матеріалів, що застосовуються в сучасній зуботехнічній практиці.

1. Метали та їх сплави. Метали є класичним конструкційним матеріалом, що забезпечує високу міцність, довговічність та жорсткість протезів. Їх використовують для виготовлення каркасів металокерамічних корон, бюгельних протезів, штампованих корон та напівкоронок.

Кобальт-хромові сплави (КХС) – це найпоширеніша група матеріалів для лиття каркасів. Мають високу твердість, відмінні механічні властивості і відносно низьку вартість. З них відливають базиси бюгельних протезів та каркаси під облицювання керамікою.

Нікель-хромові сплави (НХС): є більш пластичними порівняно з КХС, легше піддаються механічній обробці та фрезеруванню. Однак сьогодні їх використання обмежується через ризик виникнення алергічних реакцій на нікель у пацієнтів. Золото-платинові сплави мають теплий відтінок, що покращує естетику при подальшому облицюванні керамікою.

Титан та його сплави: надлегкий, біоінертний та гіпоалергенний метал. Використовується для виготовлення індивідуальних абатментів імплантатів, литих базисів та балкових конструкцій. Вимагає спеціального вакуумного ливарного обладнання або обробляється методом CAD/CAM-фрезерування.

Процеси обробки, лиття та фрезерування металевих сплавів супроводжуються високими ризиками механічного та токсико-хімічного характеру. При цьому шкідливими факторами на робочих місцях працівників є:

- мелкодисперсний металевий пил: при механічній обробці (шліфуванні, поліруванні, фрезеруванні) каркасів із КХС та НХС у повітря робочої зони виділяється пил важких металів. Сполуки кобальту, хрому та особливо нікелю є сильними алергенами, чинять канцерогенну та токсичну дію на дихальні шляхи, викликаючи професійні дерматити, хронічні бронхіти та пневмоконіози;

- високі температури та інфрачервоне випромінювання: лиття сплавів та робота з ливарним обладнанням створюють ризик термічних опіків.

2. Стоматологічна кераміка (порцеляна). Керамічні матеріали незамінні в естетичній стоматології. Вони дозволяють ідеально імітувати оптичні властивості природних зубів: колір, прозорість, флуоресценцію та світлозаломлення.

Полівошпатна (традиційна) кераміка: наноситься пошарово у вигляді порошку, замішаного на спеціальній рідині, на металевий каркас і обпалюється у вакуумних печах. Відрізняється високим рівнем естетичності, але має високу крихкість без металевої основи. Використовується для створення суцільнокерамічних вінірів, вкладок і одиночних коронок без металевого каркасу. Поєднує в собі міцність металу та естетику кераміки.

Діоксид цирконію поставляється у вигляді напівспікних блоків і обробляється виключно на автоматичних фрезерних верстатах з ЧПУ (CAD/CAM-системи), після чого триває тривалий процес синтеризації (випалу) при температурі близько 1450-1500 °C.

Робота з керамічними масами та цирконієвими блоками пов'язана з утворенням специфічного неорганічного пилу та експлуатацією високотемпературного обладнання. При цьому шкідливими факторами є:

- силікоzoneбезпечний пил: порошок полівошпатної кераміки та пил діоксиду цирконію, що утворюється під час обробки корон або фрезерування в CAD/CAM системах, містять сполуки кремнію. Попадання такого пилу в легені є фактором ризику розвитку силікозу (важкого фіброзного захворювання легень);

- термічна небезпека: синтеризація діоксиду цирконію та обпалювання кераміки відбуваються за екстремальних температур (до 1500 °C). Порушення

правил експлуатації вакуумних та муфельних печей може призвести до опіків або займання.

3. Полімери (пластмаси). Полімерні матеріали використовуються переважно для виготовлення базисів знімних протезів, тимчасових коронок, еластичних підкладок та ортодонтичних апаратів.

Акрилові пластмаси гарячої полімеризації – це класичний матеріал для базисів повних та часткових знімних протезів. Випускається у вигляді системи «порошок-рідина» (полімер-мономер). Потребує гіпсовки в кювету і виварювання у водяній бані для проходження процесу полімеризації. Застосовуються для ремонту протезів, перебазування та виготовлення тимчасових конструкцій безпосередньо в лабораторії або клініці.

Термопласти (нейлон, поліаміди, ацетал) – це сучасні безмономірні матеріали для гнучких знімних протезів. Вони розігріваються у спеціальних термопресах та інжектуються у форму під тиском. Такі протези еластичні, не викликають алергії і не вимагають металевих кламерів (гачків), тому що утримуються за рахунок ясенних кламерів під колір слизової оболонки. З них виготовляють довгострокові часові коронки та мостоподібні протези високої точності.

Акрилові пластмаси типу «порошок-рідина» вважаються одними з найнебезпечніших матеріалів у лабораторії через високу хімічну токсичність:

-токсичні випаровування мономеру: рідка фаза акрилатів – це метилметакрилат. Це летка, різко пахуча речовина, яка має загальнотоксичну, наркотичну та виражену алергенну дію. Пари мономеру вражають центральну нервову систему (викликають головний біль, запаморочення), печінку, а при контакті зі шкірою призводять до екзем та «акрилових» дерматитів. Мономери метакрилату можуть спричиняти генотоксичність через оксидативний стрес. Професійний вплив мономерів метилметакрилату відбувається переважно через інгаляцію, тому дихальна система може бути токсикологічно значущою мішенню [5];

- небезпека гарячої полімеризації: виварювання пластмаси у водяних банях створює підвищену вологість у приміщенні та ризик опіків гарячою водою або паром.

4. Композитні матеріали. Композити є полімерною матрицею, щільно заповненою дрібнодисперсними частинками неорганічного наповнювача (кварц, скло). У зуботехнічній лабораторії використовуються лабораторні композити (компомери) світлового або подвійного затвердіння. Вони пошарово наносяться на металеві каркаси корон або бюгельних протезів і полімеризуються під впливом потужного ультрафіолетового світла в спеціальних фотополімеризаторах. У порівнянні з керамікою вони більш ремонтпридатні і мають амортизаційний ефект, що важливо при протезуванні на імплантатах.

Робота з фотополімерними композитами зміщує фокус небезпеки з хімічного пилу на світлове випромінювання. Основними шкідливостями є:

- світлове та ультрафіолетове (УФ) випромінювання: лабораторні фотополімеризатори використовують потужні лампи для затвердіння матеріалу. Прямий або відбитий потік УФ-променів і синього світла високої інтенсивності є небезпечним для сітківки ока (ризик розвитку фотокератиту, катаракти) та шкіри рук;

- хімічний фактор: неpolімеризовані олігомери у складі композитних паст при контакті зі шкірою можуть викликати контактну сенсibiliзацію.

5. Інноваційні фотополімерні смоли для 3D-друку. З приходом цифрових технологій у лабораторіях з'явився клас рідких фотополімерів, що твердіють під впливом лазера або світлодіодної матриці 3D-принтера (технології SLA, DLP, LCD) випалюваних каркасів (зольні смоли, які повністю випаровуються при нагріванні в муфельній печі, залишаючи чисту форму для лиття металу або пресування кераміки). Також здійснюється друк хірургічних навігаційних шаблонів та демонстраційних моделей щелеп.

Цифровізація лабораторій створює нові виклики для служб охорони праці, пов'язані з рідкою хімією та постобробкою, оскільки з'являються наступні шкідливі фактори:

- токсичність рідких смол: фотополімери для 3D-принтерів у рідкому стані містять акрилати та епоксидні сполуки, які є летючими і токсичними при вдиханні та небезпечними при попаданні на шкіру;

- шкідливі допоміжні речовини (ізопропіловий спирт): промивання роздрукованих моделей вимагає використання великої кількості ізопропілового спирту, пари якого є легкозаймистими та чинять виражену наркотичну дію на організм;

- виділення газів при випалюванні: зольні смоли при випарюванні в муфельних печах виділяють у повітря продукти термодеструкції пластику (чадний газ, акролеїн).

Крім хімічних впливів, на персонал зуботехнічних лабораторій впливають наступні групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів [6]: шум, вібрація, недостатній рівень освітленості, небезпека ураження електричним струмом, незадовільні показники мікроклімату, запиленість повітря, наявність ультрафіолетового випромінювання, бактерії та віруси тощо.

1.3 Аналіз системи управління охороною праці персоналу зуботехнічної лабораторії

Забезпечення безпеки персоналу зуботехнічної лабораторії здійснюється ефективним функціонуванням системи управління охороною праці (СУОП), яка базується на національному законодавстві України та галузевих нормативних актах, зокрема:

1. Закон України «Про охорону праці».
2. Кодекс законів про працю (КЗпП) України.
3. Державні санітарні норми та правила (ДСанПіН) щодо влаштування, обладнання та експлуатації зуботехнічних лабораторій.
4. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Управління охороною праці в сучасній лабораторії є безперервним процесом і складається з кількох обов'язкових елементів. Загалом, відповідно до вимог

Закону України «Про охорону праці» [7], відповідальність за стан охорони праці несе керівник установи (головний лікар стоматологічної клініки або власник приватної лабораторії). У великих лабораторіях призначається інженер з охорони праці. У невеликих (до 50 осіб) ці обов'язки покладаються на одного з фахівців (наприклад, старшого зубного техніка) за сумісництвом після його відповідного навчання.

Зубні техніки та допоміжний персонал (ливарники, оператори 3D-принтерів) допуск до роботи отримують лише після проходження [8]:

- вступного інструктажу при прийнятті на роботу;
- первинного інструктажу на робочому місці з метою ознайомлення з конкретним обладнанням: муфельними печами, мікромоторами, витяжними шафами тощо;
- повторного інструктажу, який проводиться не рідше одного разу на 6 місяців (для робіт із підвищеною небезпекою, таких як лиття металу чи робота під тиском – раз на 3 місяці).

Враховуючи роботу з пилом важких металів, кераміки та хімічними речовинами (метилметакрилат), СУОП зобов'язана забезпечити попередній медичний огляд при влаштуванні на роботу з метою виявлення протипоказань до роботи з токсичними речовинами чи пилом. Періодичні медичні огляди проводяться не рідше 1 разу на рік за участю дерматолога, отоларинголога та пульмонолога для раннього виявлення професійних захворювань (пневмоконіози, дерматити) [9].

Також в рамках СУОП здійснюється оцінка ефективності інженерних систем захисту, які є головним бар'єром між токсичними матеріалами та організмом працівника, зокрема, оцінка ефективності загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції та локальних витяжних пристроїв (зокрема, витяжних шаф у полімеризаційній кімнаті та пиловловлювачів на столах техніків). В рамках СУОП має здійснюватися контроль видачі спецодягу (халати, хірургічні костюми), захисних окулярів, респіраторів (марки FFP2/FFP3 для обробки цирконію та

металу) та хімічно стійких нітрилових рукавичок для роботи з мономерами й смолами для 3D-друку.

У той же час, практика показує, що доволі часто в зуботехнічних лабораторіях спостерігаються значні прогалини у функціонуванні СУОП, зокрема, формалізм у веденні документації, неналежний рівень якості інструкцій з охорони праці. Через незручність зубні техніки часто відмовляються від захисних окулярів та респіраторів під час швидкої обробки каркасів, що призводить до накопичення дрібнодисперсного пилу в легенях; не здійснюється контроль за станом вентиляції та ін. Це обумовлює актуальність проведення аудитів охорони праці на робочих місцях персоналу.

1.4 Висновки до розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи проаналізовано стан охорони праці, матеріально-технічне забезпечення та умови праці персоналу сучасної зуботехнічної лабораторії. Досліджено особливості роботи сучасної зуботехнічної лабораторії, яка складається з окремих виробничих зон та використовує сучасне обладнання для виготовлення зубних протезів і конструкцій. Встановлено, що в умовах воєнного стану в Україні значно зросла потреба у стоматологічному протезуванні та щелепно-лицьовій реабілітації військових, ветеранів і цивільного населення. Це призводить до збільшення навантаження на персонал та необхідності використання сучасного обладнання, зокрема CAD/CAM-систем, 3D-принтерів, муфельних печей і ливарних установок.

Визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які впливають на працівників зуботехнічної лабораторії. Найбільшу небезпеку становлять пил металів, цирконію та порцеляни, пари метилметакрилату, випари фотополімерних смол та ізопропілового спирту. Також на працівників впливають високі температури, шум, вібрація та ультрафіолетове випромінювання під час роботи обладнання. Такі фактори можуть негативно впливати на органи дихання, шкіру та загальний стан здоров'я працівників.

Проведений аналіз системи управління охороною праці показав, що в роботі зуботехнічних лабораторій існують певні недоліки. Зокрема, інструкції з охорони праці часто не враховують всі аспекти, пов'язані із експлуатацією обладнання та впливом факторів на працівників, недостатньо контролюється робота вентиляційних систем, а працівники не завжди використовують засоби індивідуального захисту. Це може призводити до підвищення ризику професійних захворювань та травмування персоналу.

Отже, результати дослідження підтверджують необхідність удосконалення системи охорони праці в зуботехнічних лабораторіях, зокрема шляхом проведення регулярного внутрішнього та зовнішнього аудиту умов праці й безпеки персоналу.

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ПРОВЕДЕННЯ АУДИТУ

2.1 Оцінки ризиків для персоналу зуботехнічної лабораторії

Управління ризиками – це процесно-орієнтований метод, який забезпечує структуровану основу для виявлення, оцінки та зниження ризиків в організації. У медичній галузі інструменти управління ризиками можуть допомогти організаціям підвищити ефективність надання медичної допомоги та захистити медичних працівників [10]. Оцінка ризиків є аналітичним фундаментом, на якому будується програма аудиту, а аудит є практичним інструментом контролю, який підтверджує або спростовує ефективність управління цими ризиками. Їхній синергетичний зв'язок дозволяє трансформувати СУОП зуботехнічної лабораторії з реактивної (ліквідація наслідків аварій чи хвороб) у проактивну (превентивне усунення небезпек).

Для оцінки ризиків обраний метод FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – аналіз видів та наслідків відмов). Вибір методу FMEA зумовлений потребою переходу від описових (якісних) характеристик небезпек до їх точного кількісного аналізу. Завдяки визначенню пріоритетного числа ризику, метод дозволяє математично обґрунтувати рівень загрози на кожному робочому місці, мінімізуючи суб'єктивний фактор оцінювача. Проведення оцінки ризиків у зуботехнічній лабораторії за допомогою методу FMEA дозволяє кількісно оцінити кожен загрозу для охорони праці та визначити пріоритетність превентивних заходів.

Для оцінки ризиків використовується три критерії (за шкалою від 1 до 5, де 1 – мінімальний рівень, 5 – максимальний) [11-12]:

1. S (Severity) – важкість наслідків для здоров'я працівника.
2. O (Occurrence) – ймовірність виникнення даної відмови/ризиків.
3. D (Detection) – ймовірність виявлення (1 – виявляється миттєво автоматикою, 5 – непомітний фактор, що накопичується роками).

Головний показник методу – ПЧР (пріоритетне число ризику), яке розраховується за формулою [11-12]:

$$ПЧР = S \cdot O \cdot D \quad (2.1)$$

Нижче наведено аналіз FMEA, диференційований за основними технологічними процесами та зонами зуботехнічної лабораторії.

Таблиця 2.1 – Аналіз ризиків методом FMEA в зуботехнічній лабораторії

Елемент процесу / Технологічна зона	Потенційний вид відмови / Ризик	Потенційні наслідки для здоров'я	S	O	D	П ЧР	Коригувальні (запобіжні) заходи
Полімеризаційна зона (робота з акриловими пластмасами)	Виділення токсичних парів метилметакрилату в повітря робочої зони	Хронічне отруєння ЦНС, ураження печінки, генотоксичність, акрилові дерматити	4	4	3	48	Замішування пластмаси виключно у витяжній шафі; контроль кратності повітрообміну; обов'язкові нітрилові рукавички
Ливарна кімната / термічна ділянка (робота з муфельними та вакуумними печами)	Порушення термоізоляції печей, контакт із розплавленим металом (до 1500 °C)	Термічні опіки шкіри III-IV ступеня, займання приміщення	4	2	2	16	Використання термостійких краг, захисних щитків обличчя; щорічний інструментальний контроль футеровки печей
Полімеризаційна зона (виварювання пластмас у водяних банях)	Раптовий викид пари або проливання окропу при	Термічні опіки рук та обличчя, підвищена	3	3	2	18	Застосування термозахисних силіконових рукавиць; автоматизація

	розпресуванні кювет	вологість робочої зони					процесу виварювання; влаштування локальних витяжних парасолів
Керамічний кабінет / фотополімеризація (робота з УФ-лампами та композитами)	Прямий або відбитий вплив потужного короткохвильового УФ та синього світла	Ураження сітківки ока, фотокератит, передчасний розвиток катаракти	3	3	3	27	Обов'язкове встановлення захисних помаранчевих екранів-світлофільтрів на полімеризатори; носіння індивідуальних захисних окулярів
Цифровий модуль (постобробка роздрукованих 3D-моделей)	Випаровування великих об'ємів ізопропілового спирту при промивці смол	Наркотична дія на організм, запаморочення, висока пожежна небезпека	3	3	3	27	Винесення станцій промивки в окреме ізольоване приміщення з автономною витяжкою; зберігання спирту в герметичних металевих шафах
Усі технологічні зони (експлуатація електрообладнання під напругою)	Порушення ізоляції, відсутність або дефект заземлення печей, тримерів чи ЧПУ-станків	Ураження електричним струмом, фібриляція серця, електричні опіки	5	1	3	15	Щоквартальне лабораторне випробування опору ізоляції та контурів заземлення; встановлення

							автоматичних пристроїв захисного вимкнення (УЗВ)
Усі зони (робота в умовах воєнного стану)	Раптове аварійне знеструмлення лабораторії під час роботи термічного обладнання	Вибух/деформація муфельних або цирконієвих печей, травмування уламками	4	3	2	24	Інтеграція систем безперебійного живлення (ДБЖ) великої потужності для безаварійної екстреної консервації гарячих печей

Приймаємо граничне значення ПЧР на рівні 25. Розрахунок ПЧР дозволив чітко виділити 4 найкритичніші точки, де рівень ризику перевищує або дорівнює критичній межі. Саме на ці напрямки СУОП повинна першочергово спрямувати матеріальні ресурси та адміністративний контроль:

1. Токсичність метилметакрилату (ПЧР = 48): хімічний ризик має високу важкість наслідків ($S=4$) та погано виявляється на ранніх стадіях ($D=3$), оскільки отруєння має накопичувальний ефект.

2. УФ-випромінювання композитних ламп (ПЧР = 27): через високу повторюваність процесу ($O=3$) створює постійне навантаження на органи зору.

3. Випаровування ізопропілового спирту в 3D-модулі (ПЧР = 27): новий ризик «цифрової епохи», пов'язаний із легкозаймистістю та токсичністю процесу промивки деталей.

2.2 Розробка програми аудиту безпеки праці

Результати комплексного аналізу умов праці та діючої системи управління охороною праці (СУОП) у зуботехнічній лабораторії продемонстрували наявність високого рівня професійних ризиків. Специфіка зуботехнічного виробництва супроводжується постійним впливом на персонал небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Найбільш критичними серед них є висока концентрація токсичних парів метилметакрилату, силікозонебезпечний і алергенний пил важких металів та діоксиду цирконію, високий температурні режими печей.

З метою забезпечення безпеки персоналу виникає об'єктивна необхідність у розробці та впровадженні якісно нового інструменту внутрішнього моніторингу – програми аудиту охорони праці.

Аудит у даному контексті розглядається не як фіксація формальних порушень, а як системний, незалежний та задокументований процес оцінки, спрямований на превентивне виявлення прихованих загроз для здоров'я зубних техніків та операторів цифрового обладнання.

Метою аудиту є комплексна, об'єктивна оцінка відповідності фактичного стану умов праці, експлуатації обладнання та технологічних процесів у зуботехнічній лабораторії вимогам законодавства України про охорону праці; виявлення ризиків та розробка превентивних заходів щодо попередження виробничого травматизму і професійних захворювань зубних техніків.

Об'єктом аудиту є робочі місця зубних техніків (основний зал, керамічний кабінет, цифровий модуль), гіпсувальна, ливарна, полімеризаційна кімнати; інженерні системи (аспірація, вентиляція, заземлення); документація СУОП.

Таблиця 2.2 – План проведення аудиту охорони праці

Етап аудиту	Конкретний зміст аудиторських дій та процедур	Нормативний критерій відповідності
Етап 1. Аудит документації СУОП та організації навчання персоналу з питань охорони праці	1. Перевірка наявності та правильності ведення журналів реєстрації інструктажів (вступного, первинного, повторного). 2. Аналіз актуальності інструкцій з ОП за професіями (зубний технік, ливарник) та видами робіт (робота на 3D-принтерах, експлуатація печей). 3. Перевірка наявності списків та актів проходження щорічних обов'язкових медоглядів (огляди дерматолога, пульмонолога, отоларинголога).	Закон України «Про охорону праці», Типове положення про порядок проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці
Етап 2. Аудит основного залу та керамічного кабінету	1. Інструментальний вимір рівня освітленості на робочих столах техніків та частоти обертання мікромоторів. 2. Перевірка працездатності та потужності індивідуальних пиловловлювачів (місцевої аспірації) на фінагелях столів.	ДБН В.2.5-28-2018 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту

	3. Оцінка рівня запиленості повітря робочої зони дрібнодисперсним пилом металів, фарфору та діоксиду цирконію.	хімічних речовин у повітрі робочої зони
Етап 3. Аудит хімічно небезпечних зон (гіпсувальна, полімеризаційна)	1. Контроль герметичності витяжної шафи під час замішування акрилових пластмас (контроль концентрації парів метилметакрилату). 2. Оцінка параметрів мікроклімату (вологість, температура повітря) біля водяних бань для виварювання пластмаси. 3. Перевірка наявності та справності засобів захисту рук (нітрилові хімічно стійкі рукавички).	ДСН 3.3.6.042-99, інструкції виробника матеріалів.
Етап 4. Аудит ливарного та термічного обладнання	1. Оцінка технічного стану термоізоляції муфельних, вакуумних та цирконієвих печей (вимірювання температури зовнішніх поверхонь обладнання). 2. Перевірка наявності захисного заземлення (занулення) важких	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС), ПТЕЕС.

	електроустановок та термінів його лабораторного випробування. 3. Перевірка наявності спецвзуття та термостійких краг (рукавиць) на ділянці лиття.	
Етап 5. Аудит забезпечення ЗІЗ та поведінки персоналу	1. Перевірка фактичного використання працівниками виданих респіраторів (марки FFP2 або FFP3) та захисних окулярів/щитків під час механічної обробки протезів. 2. Контроль за дотриманням працівниками правил особистої гігієни (заборона приймання їжі та паління на робочих місцях у лабораторії).	Наказ Мінсоцполітики № 1804 (Мінімальні вимоги щодо забезпечення ЗІЗ).
Етап 6. Аудит безпеки в умовах воєнного стану	1. Перевірка наявності затвердженого плану евакуації та алгоритму дій персоналу під час оголошення сигналу «Повітряна тривога». 2. Перевірка працездатності систем аварійного та безперебійного живлення для безпечної екстреної зупинки (консервації) високотемпературних печей	Накази ДСНС України, внутрішні інструкції з ЦЗ та безпеки підприємства.

	при раптовому вимкненні світла. 3. Контроль комплектації та термінів придатності медичних аптечок першої допомоги (наявність протиопікових та кровоспинних засобів).	
--	---	--

Впровадження запропонованої програми комплексного аудиту охорони праці в зуботехнічній лабораторії дозволяє перейти від формального ведення документації до реального зниження професійних ризиків. Оскільки виробництво характеризується високим рівнем шкідливості (токсичність метилметакрилату, силікоzoneбезпечний пил, критичні температури), покрокове виконання аудиту забезпечує досягнення низки стратегічних та практичних результатів.

2.3 Результати аудиту

Відповідно до розробленої та затвердженої програми, у зуботехнічній лабораторії Канівської центральної районної лікарні було проведено комплексний аудит охорони праці. За результатами послідовного виконання всіх шести етапів аудиторських дій та інструментальних вимірювань було зафіксовано фактичний стан безпеки праці, виявлено низку невідповідностей нормативним критеріям та сформовано підсумкові результати контролю.

1. Результати аудиту документації СУОП та організації навчання.

Перевірка розпорядчої та журнальної документації підтвердила наявність базового пакета документів СУОП. Журнали реєстрації вступного, первинного та повторного інструктажів ведуться регулярно, підписи інструктуючих та тих, кого інструктують, наявні. Проте виявлено невідповідність – не всі підписи наявні у відповідних стовпчиках журналів. під час аудиту актуальності інструкцій з охорони праці виявлено невідповідність: діючі інструкції для зубних техніків не

враховували специфіку безпеки під час експлуатації новітнього цифрового обладнання (фотополімеризаторів), що є порушенням вимог НПАОП 0.00-4.12-05. Аналіз актів проходження щорічних обов'язкових медичних оглядів засвідчив 100% охоплення персоналу, однак у рекомендаціях лікарів-пульмонологів відзначено необхідність посилення захисту органів дихання у двох техніків через початкові ознаки подразнення слизових оболонок.

2. Результати аудиту основного залу та керамічного кабінету.

Інструментальні вимірювання параметрів виробничого середовища на робочих місцях зубних техніків зафіксували такі результати:

- освітленість: загальне освітлення залу є недостатнім і потребує модернізації;
- місцева аспірація: перевірка індивідуальних пиловловлювачів на фінагелях робочих столів виявила зниження потужності всмоктування повітря на 25-30% від номінальних значень заводу-виробника через критичне засмічення патронних фільтрів дрібнодисперсним пилом.

3. Результати аудиту хімічно небезпечних зон.

У гіпсувальній та полімеризаційній кімнатах основну увагу було приділено процесам приготування акрилових пластмас:

- хімічний фактор: контроль герметичності витяжної шафи продемонстрував наявність щілин у зоні підйомного скла. Це призводить до незначного витоку парів метилметакрилату у повітря приміщення;
- мікроклімат: біля водяних бань для виварювання пластмаси зафіксовано підвищену відносну вологість повітря (72%) та температуру (+26°C), що перевищує оптимальні параметри згідно з ДСН 3.3.6.042-99 через відсутність локального витяжного зонта над тепловим обладнанням;
- ЗІЗ: персонал у повному обсязі забезпечений нітриловими хімічно стійкими рукавичками, але зафіксовано випадки нехтування ними під час короткочасного контакту з рідким мономером. Також в незадовільному стані знаходяться ЗІЗ органів дихання.

4. Результати аудиту ливарного та термічного обладнання:

- термічні ризики: термоізоляція муфельних та цирконієвих печей знаходиться у задовільному стані та відповідає вимогам безпеки, але виключає ризик отримання опіків при випадковому дотику;
- електробезпека: перевірка контурів захисного заземлення важких електроустановок засвідчила наявність заземлювальних провідників. Проте лабораторне випробування опору заземлення проводилося більше ніж 12 місяців тому, що є порушенням термінів, регламентованих ПБЕЕС;
- спецодяг: на ділянці лиття виявлено зношеність термостійких краг (рукавиць), що створює безпосередню загрозу для ливарника під час виймання розпечених опок.

5. Результати аудиту забезпечення ЗІЗ та поведінки персоналу на робочих місцях.

Поведінковий аудит персоналу продемонстрував високий рівень індивідуальної культури безпеки під час виконання основних робіт, проте виявив «системні звички» нехтування засобами захисту на допоміжних етапах:

- зубні техніки під час фінішної обробки протезів бормашиною періодично зсувають захисні окуляри на лоб, скаржачись на їхнє запотівання;
- використання респіраторів класу захисту FFP2/FFP3 ігнорується під час швидкого очищення робочого стола від пилу за допомогою стисненого повітря, що призводить до вторинного підняття пилу в повітря;
- фактів приймання їжі чи паління безпосередньо на робочих місцях не виявлено, вимоги особистої гігієни виконуються.

6. Результати аудиту безпеки в умовах воєнного стану:

- цивільний захист: план евакуації затверджено, шляхи евакуації вільні від сторонніх предметів, покажчики напрямку руху до укриття забезпечені люмінесцентним покриттям. Алгоритм дій персоналу під час оголошення сигналу «Повітряна тривога» відпрацьований під час практичних тренувань;
- енергонезалежність: лабораторія обладнана джерелами безперебійного живлення, проте їхня ємність дозволяє підтримувати роботу цифрового модуля та

аварійного освітлення лише протягом 15 хвилин, що є критично малим для безпечного переведення високотемпературних печей у режим консервації при аварійному вимкненні світла;

- тактична медицина: аптечки першої допомоги укомплектовані протиопіковими гідрогелевими пов'язками та сертифікованими кровоспинними турнікетами, терміни придатності медикаментів контролюються.

Проведений аудит показав, що основними зонами критичного ризику визначено незадовільну роботу місцевої аспірації на фінагелях, втрату герметичності витяжної шафи в хімічній зоні та відсутність актуальних інструкцій з ОП з урахуванням наявного обладнання. Сформовані результати аудиту є базою для розробки подальших інженерно-технічних рішень (зокрема, модернізації вентиляції та впровадження методології FMEA), спрямованих на повну ліквідацію виявлених невідповідностей.

2.4 Висновки до розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи здійснено розробку програми проведення аудиту охорони праці в зуботехнічній лабораторії на основі попереднього кількісного аналізу професійних ризиків за допомогою методу FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Перехід від якісних характеристик небезпек до їх оцінки за трьома базовими критеріями – важкістю наслідків, ймовірністю виникнення та рівнем виявлення – дозволив мінімізувати суб'єктивний фактор оцінювача та розрахувати точне Пріоритетне число ризику (ПЧР) для кожної технологічної зони.

На основі розрахунків та за встановленого граничного значення ПЧР на рівні 25, було чітко ідентифіковано чотири найкритичніші точки виробничого середовища, які потребують першочергового спрямування матеріальних ресурсів та адміністративного контролю. Найвищий рівень загрози виявлено для токсичного впливу метилметакрилату у полімеризаційній зоні (ПЧР = 48) через хронічний накопичувальний ефект речовини та важкість наслідків для центральної нервової

системи і печінки працівників. Наступними за рівнем небезпеки визначено УФ-випромінювання композитних ламп у керамічному кабінеті (ПЧР = 27) внаслідок високої частоти повторюваності операцій, а також випаровування ізопропілового спирту в цифровому модулі 3D-моделювання (ПЧР = 27), що є специфічним техногенним ризиком з високим рівнем пожежної небезпеки та токсичності.

З метою забезпечення безпеки персоналу було розроблено програму аудиту охорони праці, яка дозволяє трансформувати діючу систему управління охороною праці лабораторії з реактивної у проактивну, спрямовану на превентивне усунення небезпек.

Особливістю розробленої програми є її повна адаптація до умов воєнного стану, що відображено у межах завершального шостого етапу аудиту. Сюди інтегровано специфічні процедури перевірки алгоритмів дій персоналу за сигналу «Повітряна тривога», контролю належної комплектації тактичних аптечок першої допомоги, а також оцінки працездатності систем безперебійного живлення. Останнє є критично важливим для забезпечення безаварійної екстреної консервації високотемпературних муфельних і цирконієвих печей у разі раптового вимкнення електроенергії, що дозволяє запобігти травмуванню уламками та руйнуванню дорогого обладнання.

Практична реалізація розробленої програми комплексного аудиту охорони праці в зуботехнічній лабораторії Канівської центральної районної лікарні дозволила виявити низку невідповідностей фактичного стану виробничого середовища чинним нормативно-правовим актам України. За результатами інструментального та розпорядчого контролю встановлено, що найбільшу загрозу здоров'ю персоналу становлять, зокрема, зниження ефективності місцевої аспірації на фінагелях робочих столів, а також втрата герметичності витяжної шафи в зоні приготування акрилових пластмас. Подібні інженерні дефекти, на тлі зафіксованого незадовільного стану засобів індивідуального захисту органів дихання та періодичного нехтування працівниками правилами використання нитрилових рукавичок і захисних окулярів, переводять ідентифіковані хімічні та пилові фактори у категорію неприйнятних ризиків. Поряд із технологічними

загрозами, аудит зафіксував процедурні й організаційні прогалини в СУОП, серед яких – порушення термінів лабораторних випробувань контурів захисного заземлення (понад 12 місяців), наявність пропущених підписів у журналах інструктажів, а також невідповідність чинних інструкцій з охорони праці вимогам НПАОП 0.00-4.12-05 через відсутність регламентів безпеки під час експлуатації фотополімеризаторів. У контексті аудиту безпеки в умовах воєнного стану виявлено дефіцит ємності джерел безперебійного живлення, що унеможливорює безпечну екстрену консервацію високотемпературного термічного обладнання при раптовому знеструмленні. Таким чином, отримані результати аудиту сформували об'єктивну доказову базу та визначили пріоритетні напрями для подальшої модернізації систем вентиляції, актуалізації інструктажу та інженерного переоснащення лабораторії з метою повної ліквідації виявлених деформацій у системі безпеки праці.

РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ У СФЕРІ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Аналіз перспективних організаційно-технічних заходів по забезпеченню безпеки персоналу зуботехнічній лабораторії

Для захисту здоров'я та благополуччя зуботехнічних та інших стоматологічних працівників вкрай важливо впроваджувати профілактичні заходи та захисні практики. На основі проведеного в другому розділі кваліфікаційної роботи аналізу ризиків методом FMEA та розробленої програми аудиту, організаційно-технічні заходи в зуботехнічній лабораторії мають бути спрямовані на локалізацію чотирьох головних критичних проблем: хімічної токсичності, ультрафіолетового випромінювання, термічної небезпеки та специфічних ризиків виробництва в умовах воєнного стану.

З урахуванням цього основними напрямками покращення стану охорони праці є [13-14]:

1. Технічні заходи з охорони праці.

Технічні заходи передбачають модернізацію виробничого середовища, автоматизацію процесів та впровадження інженерних бар'єрів для захисту персоналу.

Модернізація вентиляційних систем та аспірації:

- у полімеризаційній зоні: встановлення локальних витяжних шаф із герметичними шторками для етапу замішування акрилових пластмас. Забезпечення кратності повітрообміну не менше 10-12 обмінів за годину з обов'язковим очищенням повітря через вугільні фільтри перед викидом в атмосферу (для уловлювання парів метилметакрилату);

- в основному залі та керамічному кабінеті: оснащення кожного робочого стола зубного техника індивідуальним пиловловлювачем (місцевою аспірацією) безпосередньо біля фінагеля. Потужність всмоктування має гарантувати

уловлювання дрібнодисперсного пилу кераміки, металів та діоксиду цирконію у точці його утворення.

Оптимізація світлового середовища та захист від УФ-випромінювання:

- оснащення фотополімеризаторів та УФ-ламп у керамічному кабінеті стаціонарними або відкидними захисними екранами-світлофільтрами помаранчевого кольору, що повністю затримують шкідливий спектр хвиль;

- забезпечення нормативного рівня штучної освітленості на робочих столах (не менше 500-700 лк відповідно до ДБН В.2.5-28:2018) за допомогою безблікових світлодіодних світильників із високим індексом передачі кольору.

Електробезпека та автоматизація термічного обладнання:

- встановлення пристроїв захисного вимкнення та диференційних автоматів на лініях живлення всього важкого обладнання (муфельні печі, тримери та ін.);

- влаштування надійного контуру заземлення з виведенням окремих заземлювальних шин до кожної печі;

- впровадження автоматизованих систем виварювання пластмаси у водяних банях для виключення ручного контакту з окропом і паром.

2. Організаційні заходи з охорони праці.

Організаційні заходи мають бути спрямовані на оптимізацію управління процесами охорони праці, регламентацію поведінки персоналу та контроль за дотриманням нормативних вимог. До цієї групи заходів відносяться:

1. Трансформація системи навчання та інструктажів:

- розробка та впровадження нових, деталізованих інструкцій з охорони праці, що враховують специфіку сучасного обладнання, наприклад, «При роботі з 3D-принтерами та фотополімерами»;

- проведення позапланових інструктажів та практичних тренувань щодо дій під час оголошення сигналу «Повітряна тривога» (алгоритм швидкої зупинки безпечних процесів та евакуації в укриття).

2. Регламентація режимів праці та особистої гігієни:

- впровадження суворої заборони на приймання їжі, зберігання продуктів харчування та паління безпосередньо в технологічних зонах лабораторії (особливо в полімеризаційній та гіпсувальній);

- встановлення чітких регламентованих перерв для відпочинку зубних техніків (для зниження зорового та статичного напруження) із зобов'язанням ретельного миття рук та обличчя після роботи з полімерами чи гіпсом.

3. Медичний контроль та моніторинг здоров'я: організація регулярних (щорічних) обов'язкових медичних оглядів із залученням профільних спеціалістів: дерматолога (контроль акрилових дерматитів), пульмонолога та отоларинголога (моніторинг стану дихальних шляхів через вплив пилу та парів метилметакрилату).

4. Управління засобами індивідуального захисту та зберіганням хімікатів:

- забезпечення персоналу ЗІЗ належної якості відповідно до Наказу Мінсоцполітики № 1804: хімічно стійкими нітриловими рукавичками для роботи з пластмасами та спиртом; респіраторами класу захисту не нижче FFP2/FFP3 для обробки протезів; захисними окулярами з УФ-фільтрами;

- організація зберігання легкозаймистих речовин (ізопропілового спирту) виключно у герметичних металевих шафах у мінімально необхідних для зміни об'ємах;

- розміщення в зоні лиття та термічної обробки тактичних медичних аптечок, укомплектованих сучасними протиопіковими гідрогелевими пов'язками та кровоспинними засобами на випадок вибуху або деформації печей під час обстрілів чи аварій.

В наступних підрозділах розглянемо докладніше ці заходи та особливості їх впровадження в умовах зуботехнічної лабораторії.

3.2 Розробка та вдосконалення технічних заходів по забезпеченню безпеки персоналу

3.2.1 Модернізація вентиляційних систем та аспірації

Для локалізації критичних точок ризику, виявлених під час FMEA-аналізу (зокрема, токсичності парів метилметакрилату в полімеризаційній зоні та пилу важких металів/діоксиду цирконію в основному залі), проведемо інженерний розрахунок параметрів загальнообмінної вентиляції та місцевої аспірації.

1. Розрахунок загальнообмінної вентиляції з локальною витяжною шафою у полімеризаційній зоні.

Розрахунок базується на забезпеченні нормативної кратності повітрообміну для приміщень, де використовуються токсичні речовини, та визначенні параметрів витяжної шафи для надійного уловлювання парів метилметакрилату на базі ДБН В.2.5-67:2013 [15].

Приймаємо такі параметри приміщення зуботехнічної лабораторії, де обертаються токсичні речовини:

- довжина приміщення полімеризаційної: $a = 4$ м;
- ширина приміщення: $b = 3$ м;
- висота приміщення: $h = 3$ м;
- нормативна кратність повітрообміну для робіт з акриловими пластмасами:

$K_n = 12 \text{ год}^{-1}$ ([15]).

- розміри робочого отвору витяжної шафи: ширина $B_{\text{ш}} = 0,8$ м, висота відчиненого прорізу $H_{\text{ш}} = 0,4$ м.

- швидкість руху повітря у відкритому прорізі шафи для уловлювання парів шкідливих речовин III класу небезпеки: $v_0 = 0,7$ м/с.

Розрахунок будемо проводити за наступним алгоритмом [15]:

Об'єм приміщення полімеризаційної зони ($V_{\text{пр}}$, м^3) розраховується за формулою:

$$V_{\text{пр}} = a \cdot b \cdot h \quad (3.1)$$

$$V_{\text{пр}} = 4 \cdot 3 \cdot 3 = 36 \text{ м}^3$$

Необхідна продуктивність загальнообмінної вентиляції за нормативною кратністю ($L_{кр}$, м³/год):

$$L_{кр} = V_{пр} \cdot K_n \quad (3.2)$$

$$L_{кр} = 36 \cdot 12 = 432 \text{ м}^3/\text{год}$$

Об'єм повітря, який необхідно видаляти через робочий проріз витяжної шафи ($L_{ш}$, м³/год), визначається за площею відчиненого отвору ($F_{ш}$):

$$F_{ш} = B_{ш} \cdot H_{ш} \quad (3.3)$$

$$F_{ш} = 0,8 \cdot 0,4 = 0,32 \text{ м}^2$$

$$L_{ш} = 3600 \cdot F_{ш} \cdot v_0 \quad (3.4)$$

$$L_{ш} = 3600 \cdot 0,32 \cdot 0,7 = 806,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

Оскільки об'єм повітря, який видаляється через витяжну шафу ($L_{ш} = 806,4$ м³/год), перевищує значення за розрахунковою кратністю ($L_{кр} = 432$ м³/год), для забезпечення безпеки за проектне значення приймається більша величина:

$$L_{заг} = L_{ш} = 806,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

Фактична кратність повітрообміну в приміщенні при цьому становитиме:

$$K_{факт} = \frac{L_{заг}}{V_{пр}} = \frac{806,4}{36} = 22 \text{ год}^{-1}$$

Дане значення повністю задовольняє санітарно-гігієнічні вимоги та створює необхідне розрідження в зоні замішування пластмас.



Рисунок 3.1 – Приклад вентиляції в приміщенні, де обертаються шкідливі хімічні речовини [16]

2. Розрахунок місцевої аспірації (пиловловлювання) в основному залі та керамічному кабінеті.

Місцева аспірація призначена для вловлювання дрібнодисперсного пилу безпосередньо біля фінагеля робочого стола зубного техника за допомогою круглого всмоктувального патрубку бормащини.

Прийmemo наступні входні дані цього приміщення:

- кількість одночасно працюючих столів (робочих місць): $N = 4$;
- діаметр всмоктувального патрубку біля фінагеля: $d = 0,06$ м (радіус $r = 0,03$ м);
- відстань від точки виникнення пилу до краю патрубку: $x = 0,05$ м;
- мінімальна швидкість всмоктування для уловлювання важкого мінерального та металевого пилу в точці його утворення: $v_x = 1,2$ м/с.

Проведемо розрахунок для одного робочого місця зуботехніка.

Необхідна швидкість повітря у прорізі патрубку (v_{π} , м/с) за формулою спектра всмоктування для круглого отвору:

$$v_{\pi} = v_x \cdot \left(1 + 7,7 \cdot \left(\frac{x}{d^2}\right)\right) \quad (3.5)$$

$$v_{\pi} = 1,2 \cdot \left(1 + 7,7 \cdot \left(\frac{0,05}{0,06^2}\right)\right) = 7,6 \text{ м/с}$$

Площа перерізу круглого всмоктувального патрубку (F_{π} , м²):

$$F_{\pi} = \pi \cdot r^2 \quad (3.6)$$

$$F_{\pi} = 3,14 \cdot 0,03^2 = 0,003827 \text{ м}^2$$

Необхідна витрата повітря для одного робочого стола техника (L_1 , м³/год):

$$L_1 = 3600 \cdot F_{\pi} \cdot v_{\pi} \quad (3.7)$$

$$L_1 = 3600 \cdot 0,003827 \cdot 7,6 = 77,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

З урахуванням інженерного запасу на втрати тиску в повітропроводах приймаємо $L_1 = 80,0$ м³/год на один стіл.

Загальна продуктивність аспіраційної системи для лабораторії ($L_{\text{асп}}$, м³/год):

З урахуванням коефіцієнта одночасної праці робочих місць ($\eta = 0,9$):

$$L_{\text{асп}} = L_1 \cdot N \cdot \eta \quad (3.8)$$

$$L_{\text{асп}} = 80 \cdot 4 \cdot 0,9 = 288 \text{ м}^3/\text{год}$$



Рисунок 3.2 – Зуботехнічний стіл F21 [17]

На рис. 3.2 представлений приклад сучасного зуботехнічного столу із всмоктувальними воронками та витяжними пристроями, який має наступну комплектацію [17]: базовий блок F20, обладнаний для підключення газу і електрики, інструментальна шафа F20, повітряні сопла з механізмом повернення (TZ051.01), світильник настільний F1-90/LED (MS135.40), всмоктувальні воронки VARIOFLEX (TA164.02), витяжні пристрої Z1 ECO (F4502.01), полиці, перегородки тощо. Використання сучасного обладнання дозволить ефективно вловлювати пил та випаровування, захищаючи персонал від потрапляння речовин в організм.

3.2.2 Електрична безпека на робочих місцях

Забезпечення електричної безпеки в приміщеннях зуботехнічної лабораторії є одним важливих напрямів забезпечення загальної системи охорони праці медичного підприємства. Це обумовлено специфікою виробничого середовища, де одночасно поєднуються висока концентрація потужного обладнання, несприятливі фактори навколишнього середовища (волога, дрібнодисперсний електропровідний

пил) та людський фактор. Більшість технологічних процесів в зуботехнічній лабораторії пов'язані з експлуатацією електроустановок, що працюють під напругою 230 В та 400 В (трифазний струм). Так, зокрема, на термічній ділянці муфельні, вакуумні та цирконієві печі споживають значну потужність і розігріваються до температур від 900 °С до 1500 °С. Нагрівальні елементи цих печей з часом піддаються термічній деградації, що підвищує ризик пробою ізоляції на металевий корпус пристрою. У відділенні механічної обробки шліфувальні мотори, тримери для обрізки гіпсу та фрезерні ЧПУ-станки створюють постійну вібрацію. Вібраційне навантаження може призвести до ослаблення контактів у клемних колодках, перетирання внутрішньої проводки та короткого замикання.

Електрична небезпека в лабораторії суттєво посилюється специфікою самих приміщень [14]. Так, наприклад, висока вологість гіпсувальної та полімеризаційної зон обумовлюється процесами замішування гіпсу, виварювання пластмас у водяних банях та миття моделей. Вода та вологе повітря різко знижують опір людського тіла та ізоляційних матеріалів. За таких умов навіть незначний витік струму стає смертельно небезпечним. Також під час обробки металевих каркасів бюгельних або металокерамічних протезів у повітря виділяється дрібнодисперсний пил сплавів (кобальт-хром, нікель-хром). Осідаючи всередині електрообладнання (на платах керування, пускових кнопках), цей пил створює «струмопровідні містки», викликаючи іскріння, замикання на корпус або займання апаратури.

Слід зазначити, що ураження електричним струмом у зуботехнічній лабораторії рідко обмежується лише дією самого струму. Специфіка робочого місця техніка створює передумови для так званого комбінованого травматизму: якщо електричний удар стається під час роботи з ливарною установкою чи розпресуванням гарячої кювети, судом м'язів або рефлекторне відсмикування руки призводить до проливання розплавленого металу/окропу на тіло. Отримавши удар струмом під час роботи з високошвидкісним мікромотором (швидкість обертання фрези сягає 30000-50000 об/хв), працівник втрачає контроль над координацією, що веде до важкого травмування рук різальним інструментом.

Електробезпека та автоматизація термічного обладнання:

- встановлення пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ) та диференційних автоматів на лініях живлення всього важкого обладнання (муфельні печі, тримери та ін.);

- влаштування надійного контуру заземлення з виведенням окремих заземлювальних шин до кожної печі;

- впровадження автоматизованих систем виварювання пластмаси у водяних банях для виключення ручного контакту з окропом і парою.

Впровадження пристроїв захисного вимкнення та диференційних автоматичних вимикачів на лініях живлення важкого зуботехнічного обладнання – це головний технічний захід для захисту персоналу від ураження струмом при прямому або непрямому дотику, а також для захисту самої лабораторії від пожеж, спричинених витоків струму.

ПЗВ реагує тільки на струм витоків (диференційний струм). Він не захищає мережу від перевантаження чи короткого замикання. Тому ПЗВ завжди встановлюється разом зі звичайним автоматичним вимикачем.

Диференційний автомат – це комбінований пристрій, який поєднує в одному корпусі ПЗВ та автоматичний вимикач. Він захищає одночасно: від струму витоків, від короткого замикання та від перевантаження лінії.

З метою мінімізації ризиків ураження персоналу електричним струмом через пробій ізоляції, вібраційні навантаження або вплив вологості, виконаємо розрахунок та підбір ПЗВ для радіальної кабельної лінії, що живить муфельну піч зуботехнічної лабораторії.

Приймаємо наступні вихідні дані для розрахунку [18-20]:

- номінальна потужність муфельної печі $P = 4,4 \text{ кВт}$;
- напруга живлення мережі $U = 230 \text{ В}$ (однофазна мережа);
- коефіцієнт потужності обладнання $\cos \varphi = 1,0$;
- довжина мідного кабелю живлення від щитка до печі $L = 15 \text{ м}$;
- марка кабелю: ВВГнг-П 3х2,5 (переріз жили $S = 2,5 \text{ мм}^2$).

Розрахунок номінального робочого струму навантаження ($I_{\text{роб}}, \text{А}$):

$$I_{\text{роб}} = P / (U \cdot \cos\varphi) \quad (3.9)$$

$$I_{\text{роб}} = \frac{4400}{230 \cdot 1} = 19 \text{ А}$$

Відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) [20], сумарний струм витоку справної електромережі враховує витік через саме обладнання ($I_{\text{обл}}$) та через кабельну лінію ($I_{\text{каб}}$):

$$I_{\Delta} = I_{\text{обл}} + I_{\text{каб}} \quad (3.10)$$

де: $I_{\text{обл}}$ – нормативний витік від електроприймача (приймається як 0,4 мА на кожен 1 А струму навантаження):

$$I_{\text{обл}} = 0,4 \cdot I_{\text{роб}} = 0,4 \cdot 19 = 7,6 \text{ мА}$$

$I_{\text{каб}}$ – нормативний витік через кабель (приймається як 10 мкА або 0.01 мА на кожен метр довжини фазного провідника):

$$I_{\text{каб}} = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 15 = 0,15 \text{ мА}$$

Сумарний природний фон витоку струму становить:

$$I_{\Delta} = 7,6 + 0,15 = 8,15 \text{ мА}$$

Визначення граничного умовного струму невиключення ПЗВ.

Для запобігання помилковим (хибним) спрацьовуванням захисного апарату, сумарний природний струм витоку в мережі (I_{Δ}) не повинен перевищувати 33% (або 1/3) від номінального диференційного струму ПЗВ ($I_{\Delta n}$):

$$I_{\Delta n} \geq I_{\Delta} \quad (3.11)$$

$$I_{\Delta n} \geq 3 \cdot 8,15 = 24,45 \text{ мА}$$

Відповідно до ряду стандартних номіналів захисних пристроїв, що випускаються промисловістю, найближчим більшим є значення $I_{\Delta n} = 30 \text{ мА}$. Струм такої сили є загальноприйнятим санітарним стандартом, оскільки гарантовано захищає людину від фібриляції серця при прямому дотику (гранично смертельним для організму вважається струм понад 50 мА).

За правилами селективності та захисту апаратури, номінальний струм самого ПЗВ (I_n) має бути на один ступінь вищим, ніж номінал автоматичного вимикача, який стоїть з ним у ланцюзі, для запобігання вигорянню контактів ПЗВ при перевантаженні лінії.

При робочому струмі 20 А обирається стандартний автоматичний вимикач номіналом 25 А. Номінальний струм ПЗВ приймається на ступінь вище та становить 32 А.

За результатами розрахунку, для забезпечення надійної електробезпеки робочого місця працівника сформовано специфікацію захисного комутаційного вузла (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики захисного електрообладнання для муфельної печі

Найменування апарату	Кількість полюсів	Номінальний струм	Технічні особливості
Автоматичний вимикач	2P (1P + N)	25 А	Характеристика типу С, стійкість до КЗ – 6 кА
Пристрій захисного вимкнення	2P	32 А	Струм витoku – 30 мА, Клас захисту – Тип А

Вибір ПЗВ класу «Тип А» обґрунтований потребою захисту не лише від синусоїдальних змінних струмів витoku, а й від пульсуючих постійних струмів, які виникають у сучасних цифрових блоках керування печей та інверторних двигунах тримерів. Час спрацьовування системи при витoku становить $\leq 0,04$ с, що суттєво знижує загрозу електротравматизму.

3.3 Організаційні заходи по забезпеченню безпеки персоналу

3.3.1 Управління засобами індивідуального захисту та зберіганням хімікатів

Одним з важливих організаційних напрямів є управління засобами індивідуального захисту та зберіганням хімікатів. Відповідно до Наказу Мінсоцполітики України № 1804 «Про затвердження Мінімальних вимог щодо забезпечення працівників засобами індивідуального захисту на робочому місці» [21], роботодавець зобов'язаний безкоштовно забезпечити працівників

зуботехнічної лабораторії сертифікованими ЗІЗ, що відповідають специфіці ризиків, у даному випадку тих, що виявлені FMEA-аналізом ризиків.

1. Захист органів дихання (протипиловий та протигазовий захист). Сферою застосування є цих засобів є механічна обробка (шліфування, полірування) каркасів протезів із кобальт-хромових, нікель-хромових сплавів, діоксиду цирконію та керамічних мас. Використання напівмасок фільтрувальних (респіраторів) класу захисту не нижче FFP2 (для стандартних робіт) та FFP3 (при роботі з дрібнодисперсним цирконієвим та кобальтовим пилом, який є канцерогенним та силікозонебезпечним). Респіратори повинні мати клапан видиху для зниження теплового навантаження на обличчя техніка та підлягати заміні кожну зміну (або за помітного зростання опору диханню).



Рисунок 3.3 – Напівмаска фільтрувальна МІКРОН А (К) FFP2 NR з клапаном

2. Захист шкірних покривів рук (бар'єрний захист). Сферою застосування ЗІЗ є процеси замішування акрилових пластмас (робота з рідким мономером метилметакрилатом), постобробка та промивка 3D-моделей в ізопропіловому спирті. Категорично заборонено використання латексних або вінілових рукавичок, оскільки метилметакрилат та спирт руйнують їхню структуру за кілька хвилин. Використовувати можна лише хімічно стійкі нітрилові рукавички з підвищеною товщиною (щільністю). При безпосередньому тривалому контакті з рідким мономером персонал має використовувати багатошарові рукавички з спеціалізованого бутилкаучуку.



Рисунок 3.4 – Рукавички хімістійкі ARDON Stanley

3. Захист органів зору (оптичний та механічний захист). Ці ЗІЗ використовуються при роботі з фотополімеризаторами, а також під час механічної фрезерної обробки. Для захисту від механічних уламків та дрібної стружки використовуються закриті окуляри з полікарбонатними лінзами (клас стійкості до високошвидкісних часток не нижче «F»). При роботі з композитними лампами та УФ-полімеризаторами окуляри обов'язково повинні мати інтегрований спектральний світлофільтр (помаранчевого або жовтого кольору), який повністю блокує випромінювання у діапазоні хвиль 400-500 нм, запобігаючи фотокератиту та деградації сітківки.

Організація безпечного обігу хімічних речовин в приміщеннях зуботехнічної лабораторії має здійснюватися з суворим дотриманням вимог безпеки. Ізопропіловий спирт (пропанол-2), що масово використовується в цифрових модулях для промивання моделей після 3D-друку, відноситься до легкозаймистих рідин із низькою температурою спалаху. Його випаровування створюють вибухонебезпечні суміші з повітрям.

У зв'язку з цим на робочих місцях у межах цифрового модуля дозволяється зберігати ізопропіловий спирт у кількості, що не перевищує добову (змінну) потребу підприємства (як правило, до 2-3 літрів) і лише у тарі, що щільно закривається (герметичні полімерні або металеві ємності).

Основний запас спирту та витратних хімікатів має зберігатися у спеціалізованих герметичних металевих шафах для ЛЗР (сейфового типу з вогнестійкістю не менше 30-90 хвилин) [22].

Такі шафи обладнуються:

- автоматичним зачиненням дверей у разі підвищення температури в приміщенні;
- вбудованим піддоном для локалізації можливого витоку чи розливу рідини (ємність піддону повинна вміщувати не менше 100% об'єму найбільшої тари, що зберігається);
- патрубком для підключення до системи автономної витяжної вентиляції для видалення накопичених парів спирту.



Рисунок 3.5 – Тумба для ЛЗР ТМ Експерт 02-01.901

Шафа для ЛЗР обов'язково заземлюється для запобігання накопиченню статичної електрики, яка може спровокувати іскру під час відкривання/закривання тари. Поруч із зоною зберігання забороняється розміщення будь-яких джерел відкритого вогню чи нагрівальних приладів.

3.3.2 Контроль за станом здоров'я персоналу

Регулярний медичний контроль є найважливішим лікувально-профілактичним заходом у системі управління охороною праці зуботехнічної лабораторії. Оскільки персонал постійно перебуває в зоні впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів (хімічна токсичність мономерів, силікоzoneбезпечний та алергенний дрібнодисперсний пил), організація моніторингу здоров'я дозволяє виявляти перші ознаки професійних захворювань на доклінічній стадії, коли патологічні зміни ще є зворотними.

Організація медичних оглядів у лабораторії базується на вимогах Закону України «Про охорону праці» та Наказу МОЗ України «Про організацію та проведення обов'язкових медичних оглядів працівників певних категорій» [7, 9].

Відповідно до класифікатора шкідливих факторів, робота персоналу зуботехнічної лабораторії відноситься до категорій із підвищеною шкідливістю, що зобов'язує роботодавця забезпечувати проведення обов'язкових щорічних (періодичних) медичних оглядів за рахунок коштів підприємства.

Процедура організації включає такі етапи:

1. Щорічне складання спільно з територіальним органом Держпраці списку осіб, які підлягають періодичним медоглядам.
2. Погодження графіка проведення оглядів із закладом охорони здоров'я.
3. Видача наказів по лабораторії про направлення працівників на огляд із збереженням за ними робочого місця та середнього заробітку.

Враховуючи карту умов праці та результати кількісного аналізу ризиків (де ПЧР токсичності метилметакрилату склав 48), до складу медичної комісії обов'язково залучаються наступні вузькопрофільні спеціалісти.

Лікар-дерматовенеролог (контроль акрилових дерматитів):

- мета моніторингу: запобігання, раннє виявлення та лікування контактних, алергічних дерматитів та екзем, що виникають внаслідок прямого чи опосередкованого (через повітря) контакту з рідким мономером метилметакрилатом під час формування та замішування пластмас;

- діагностичний мінімум: ретельний візуальний огляд шкірних покривів кистей рук, передпліч та обличчя; проведення за потреби шкірно-алергічних проб (патч-тестів) із компонентами стоматологічних акрилатів; оцінка стану нігтьових пластин (оскільки мономер здатний проникати крізь стандартні структури і викликати паніхії та дистрофію нігтів).

Лікар-пульмонолог (моніторинг нижніх дихальних шляхів):

- мета моніторингу: своєчасна діагностика хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ), професійної бронхіальної астми та пневмоконіозів (зокрема, силікозу та бериліозу), які можуть розвинутиися через систематичне вдихання дрібнодисперсного пилу кераміки, фарфору, діоксиду цирконію та оксидів металів під час фрезерування й полірування протезів;

- діагностичний мінімум: обов'язкова щорічна спірометрія (функція зовнішнього дихання – ФЗД) для визначення об'єму форсованого видиху за першу секунду та життєвої ємності легень. Також виконується цифрова крупнокадрова флюорографія або рентгенографія органів грудної клітки (1 раз на рік) для виключення фіброзних змін у легеневій тканині.

Лікар-отоларинголог (моніторинг верхніх дихальних шляхів):

- мета моніторингу: оцінка стану слизових оболонок носоглотки та верхніх дихальних шляхів, які першими приймають на себе удар хімічних подразників (парів спирту, кислот, мономеру) та пилового навантаження. Парування метилметакрилату має виражену нейротоксичну та алергенну дію, викликаючи сухість і атрофію слизових;

- діагностичний мінімум: риноскопія, фарингоскопія, оцінка нюхової функції (оскільки хронічний вплив акрилатів може призвести до стійкої гіпосмії – зниження нюху). Виявлення хронічних субатрофічних або гіпертрофічних ринітів є підставою для тимчасового відсторонення працівника від хімічно небезпечних зон.

Крім оглядів спеціалістів, програма медичного моніторингу включає обов'язкові лабораторні та функціональні дослідження:

- загальний аналіз крові (з обов'язковим визначенням рівня еозинофілів для виявлення прихованої алергізації організму та лейкоцитарної формули – для контролю токсичного впливу на кровотворну систему);

- загальний аналіз сечі;

- електрокардіографія (ЕКГ) – для оцінки стану серцево-судинної системи, яка може страждати через хронічну гіпоксію, викликану пульмонологічними проблемами.

За результатами медогляду лікувальний заклад видає заключний акт. На його основі адміністрація зуботехнічної лабораторії спільно з інженером з охорони праці зобов'язана вжити таких організаційних заходів:

1. Працевлаштування за станом здоров'я: якщо у працівника виявлено початкові ознаки алергічного дерматиту або зниження функції легень, його тимчасово (або постійно) переводять на ділянки з меншим шкідливим навантаженням.

2. Оздоровчі заходи: направлення працівників із групи ризику на санаторно-курортне лікування або профілактичну терапію.

3. Коригування інженерних рішень: якщо за результатами медогляду у кількох працівників однієї зони виявлено схожі відхилення (наприклад, подразнення дихальних шляхів), це є приводом для проведення позапланового аудиту та модернізації локальної витяжної вентиляції на конкретних робочих місцях.

3.3.3 Регламентація режимів праці та заходів особистої гігієни персоналу

Впровадження жорстких гігієнічних обмежень та оптимізація режимів праці й відпочинку є важливими організаційними заходами СУОП. Вони дозволяють суттєво знизити ризик отруєння токсичними речовинами, мінімізувати розвиток професійних захворювань опорно-рухового апарату та органів зору, а також підвищити загальну продуктивність праці персоналу.

Технологічні зони зуботехнічної лабораторії – зокрема гіпсувальна, полімеризаційна, ливарна та кабінет обробки (шліфування/полірування) –

характеризуються високою концентрацією в повітрі робочої зони дрібнодисперсного пилу (сульфату кальцію, діоксиду цирконію, часток металів) та парів акрилових мономерів (метилметакрилату).

З метою запобігання потраплянню цих небезпечних агентів всередину організму працівників, внутрішнім наказом по підприємству вводиться заборона на:

- приймання їжі та зберігання продуктів харчування. Така вимога пов'язана з тим, що харчові продукти мають високу сорбційну здатність – вони миттєво поглинають із повітря токсичні пари метилметакрилату та ізопропілового спирту. Крім того, осідаючий гіпсовий та керамічний пил покриває поверхню їжі. Споживання продуктів у таких зонах призводить до хронічного токсичного ураження шлунково-кишкового тракту, печінки та нирок (ентеральний шлях отруєння). Для харчування персоналу виділяється окрема ізольована кімната відпочинку та приймання їжі, обладнана холодильником, мікрохвильовою піччю та умивальником. Зберігання особистих продуктів у лабораторних холодильниках разом із медичними матеріалами чи хімікатами суворо заборонено;

- паління (включаючи електронні сигарети та системи нагрівання тютюну). По-перше, полімеризаційна зона та кабінет 3D-друку насичені легкозаймистими речовинами (ізопропіловий спирт, гази, акрилові рідини), що створює високий ризик займання від відкритого вогню чи іскри. По-друге, процес паління вимагає безпосереднього контакту брудних рук із фільтром сигарети чи мундштуком, що полегшує перенесення хімікатів на слизову оболонку рота. По-третє, гарячий тютюновий дим при вдиханні підсилює проникність слизових оболонок дихальних шляхів для канцерогенного пилу металів (кобальт, хром).

Слід зазначити, що робота зубного техніка пов'язана з високим рівнем статичного та зорового напруження: тривале перебування у вимушеній сидячій позі з нахилом голови вперед, робота з дрібними деталями під мікроскопом або біноклями, постійне напруження м'язів кисті при роботі з бормашиною.

Для профілактики синдрому заклинювання хребта, шийного остеохондрозу, тунельного синдрому зап'ястя та комп'ютерного/зорового синдрому, в лабораторії впроваджується наступний режим:

- регламентовані мікроперерви: протягом 8-годинної робочої зміни, окрім основної перерви на обід (30-60 хв), встановлюються обов'язкові регламентовані перерви тривалістю 10 хвилин через кожні 50-60 хвилин безперервної роботи;

- зорове розвантаження: під час перерви техніки зобов'язані припинити роботу з дрібними об'єктами або моніторами CAD/CAM систем і виконати комплекс гімнастики для очей (фокусування на відстані, колові рухи), що знімає спазм акомодативного м'яза;

- фізична культура (динамічна пауза): для компенсації статичного напруження м'язів спини та шиї працівникам рекомендується виконання легких вправ на розтяжку та зміну пози (в положенні стоячи).

Особиста гігієна наприкінці кожної технологічної операції або перед виходом із робочої зони є критичним бар'єром селективного захисту. Персонал зобов'язаний суворо дотримуватися такого алгоритму:

- дезактивація шкірних покривів: після роботи з гіпсом (який сильно пересушує шкіру, викликаючи мікротріщини) та акриловими полімерами, працівник повинен вимити руки та обличчя теплою проточною водою з використанням рідкого мила з нейтральним рН. Це змиває залишки незаполімеризованого мономеру та дрібного пилу, які неможливо видалити звичайним струшуванням;

- застосування засобів догляду: після миття рук обов'язковим є використання регенераційних кремів (дерматологічних засобів індивідуального захисту гідрофільної дії). Вони відновлюють природний ліпідний бар'єр шкіри, пошкоджений постійним контактом із рукавичками, тальком, антисептиками та гіпсом, що на 80% знижує ймовірність виникнення професійних екзем та тріщин.

3.3.4 Трансформація системи навчання та інструктажів до умов воєнного часу

Специфіка функціонування зуботехнічної лабораторії в умовах воєнного стану вимагає поєднання правил охорони праці з дотриманням вимог цивільного захисту. Наявність у лабораторії високотемпературного обладнання (муфельних печей, ливарних установок) та легкозаймистих речовин означає, що раптове залишення робочих місць без належної консервації процесів може призвести до вторинних катастроф – пожеж, вибухів або повного знищення матеріальної бази.

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України та Наказу МВС України № 535 «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» [23-24], у лабораторії в обов'язковому порядку впроваджується система позапланових інструктажів та регулярних практичних тренувань. Під час інструктажів персонал ознайомлюють зі схемами евакуації, сигналами оповіщення, місцями розташування найближчого сертифікованого укриття, правилами поведінки при загрозі обстрілу та закріплення персональних обов'язків щодо консервації обладнання.

Практичні тренування повинні проводитися не рідше ніж один раз на квартал. Під час тренувань відпрацьовується реальний хронометраж евакуації. Мета – довести дії персоналу до автоматизму, щоб час від моменту увімкнення сирени до повної зупинки критичних систем і переходу в укриття не перевищував 2-3 хвилини.

У разі увімкнення сигналу «Повітряна тривога» або отримання сповіщення через мобільні додатки цивільного захисту, персонал лабораторії діє за чітким покроковим алгоритмом. Час на реакцію та стабілізацію обладнання обмежений, тому процес має бути розділений на паралельні потоки.

1 етап: миттєве припинення ручних операцій. Час: 10-20 секунд.

Працівники негайно вимикають бормащини, мікромотори, тримери та локальні витяжки кнопками на робочих столах. Інструмент (наконечники, фрези) кладеться на підставки. Ті, хто працював із відкритим вогнем (газовими пальниками для моделювання воску), негайно перекривають подачу газу на індивідуальних кранах.

2 етап: консервація та знеструмлення термоділянки. Час: 30-40 секунд.

Відповідальний за ливарно-термічний блок (або старший технік) переводить муфельні печі та ливарні установки в режим екстреного очікування (Standby) або повністю знеструмлює їх головним пакетним вимикачем на щитку виділеної лінії живлення.

Категорично заборонено намагатися вручну дістати розпечені опоки чи ливарні форми з печей. Завдяки термоізоляції муфелю, закрита і знеструмлена піч є безпечною і повільно остигатиме самостійно в закритому стані.

3 етап: блокування магістральних ліній та енергоносіїв. Час: 30 секунд.

Призначений черговий працівник виконує загальне перекриття центральних інженерних комунікацій лабораторії:

- запірний вентиль магістралі стисненого повітря (від компресора);
- головний газовий кран (за наявності централізованого газопостачання);
- загальний рубильник системи вентиляції та кондиціювання (щоб у разі прильоту та задимлення токсичні продукти горіння не розносилися по будівлі).

4 етап: контроль ЛЗР та вихід. Час: 20-30 секунд.

Оператори 3D-друку переконуються, що ємності з ізопропіловим спиртом для промивання моделей герметично закриті кришками та засунуті в металеву шафу безпеки. Персонал швидко бере особисті речі, документи, індивідуальні аптечки та залишає приміщення. На виході зачиняються вікна та входні двері для зменшення тяги на випадок пожежі.

Після виходу з приміщення лабораторії евакуація здійснюється за заздалегідь визначеним і промаркованим маршрутом:

- шляхи евакуації: рух відбувається строго за зеленими світловідбиваючими показниками «ВИХІД / EXIT» та стрілками напрямку, які встановлені відповідно до ДСТУ ISO 7010. Використання ліфтів під час тривоги категорично заборонено через ризик знеструмлення та блокування кабіни; спуск здійснюється виключно евакуаційними сходовими маршами;

- місце збору (зона безпеки): колектив лабораторії прямує до найближчої захисної споруди цивільного захисту (сховища, протирадіаційного укриття або

обладнаного підвального приміщення типу «найпростіше укриття», що пройшло сертифікацію ДСНС);

- управління процесом в укритті: спеціально призначений працівник в укритті проводить перекличку за списком змінної відомості, щоб переконатися, що всі працівники та відвідувачі успішно залишили технологічні зони. В укритті розгортається мобільний пост першої допомоги (евакуйована тактична аптечка). Організовується моніторинг ситуації через офіційні канали зв'язку.

Повернення до технологічних зон дозволяється лише після офіційного сигналу про відбій небезпеки. Протокол відновлення включає:

1. Первинний візуальний огляд: відповідальна особа першою заходить у лабораторію та перевіряє відсутність задимлення, запаху газу, горілої проводки чи розливів хімікатів (спирту).

2. Ввімкнення інженерних систем: почергово запускається загальнообмінна вентиляція, компресорна система, і лише потім вмикається електроживлення на розподільчих щитках.

3. Аудит термообладнання: перевіряється стан муфельних печей. У разі тривалого вимкнення світла під час тривоги оцінюється ступінь порушення технологічного циклу запікання кераміки чи цирконію для прийняття рішення про утилізацію чи повторний запуск програми.

3.4 Висновки до розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи на основі результатів кількісного аналізу ризиків методом FMEA та комплексного аудиту безпеки розроблено, теоретично обґрунтовано та математично розраховано комплекс перспективних організаційно-технічних заходів, спрямованих на модернізацію системи управління охороною праці в зуботехнічній лабораторії.

На основі вимог ДБН В.2.5-67:2013 виконано інженерний розрахунок параметрів загальнообмінної вентиляції для полімеризаційної зони та встановлено, що для надійної локалізації та видалення високотоксичних парів метилметакрилату

ключовим параметром є продуктивність локальної витяжної шафи, яка становить 806,4 м³/год, що забезпечує фактичну кратність повітрообміну на рівні 22,4 год⁻¹ і суттєво перевищує базовий нормативний мінімум. Також проведено розрахунок параметрів місцевої аспірації в основному залі та керамічному кабінеті за формулою спектра всмоктування круглого отвору біля фінагеля, де визначено необхідну швидкість повітря у прорізі патрубку на рівні 7,6 м/с та обґрунтовано сумарну продуктивність системи для чотирьох робочих місць в об'ємі 288 м³/год з урахуванням коефіцієнта одночасної роботи та інженерного запасу втрат тиску, що доводить високу ефективність використання сучасних спеціалізованих зуботехнічних столів.

У сфері забезпечення електробезпеки деталізовано специфіку електричних ризиків, зумовлених високою вологістю гіпсувальної зони та наявністю струмопровідного пилу сплавів кобальт-хром і нікель-хром, та виконано інженерний розрахунок параметрів захисного знеструмлення для лінії живлення муфельної печі потужністю 4,4 кВт. За результатами розрахунку сумарного природного витоку струму, який склав 8,15 мА, доведено та сформовано специфікацію захисного вузла, що включає двополюсний автоматичний вимикач номіналом 25 А з характеристикою типу С та пристрій захисного вимкнення класу «Тип А» з номінальним струмом 32 А та диференційним струмом витоку 30 мА, що мінімізує час аварійного вимкнення до 0,04 с і ліквідує ризик рефлекторного комбінованого травматизму.

У межах трансформації організаційних заходів обґрунтовано та регламентовано систему щорічних обов'язкових медичних оглядів відповідно до Наказу МОЗ України № 1393 із цільовим залученням дерматовенеролога для профілактики акрилових екзем, пульмонолога та отоларинголога для спірометричного контролю та захисту дихальних шляхів від фіброгенного пилу. Разом з цим розроблено жорсткі санітарно-гігієнічні протоколи, включаючи повну заборону паління та приймання їжі у виробничих зонах через високу сорбційну здатність продуктів до поглинання метилметакрилату, а також ергономічний режим праці із впровадженням 10-хвилинних регламентованих мікроперерв через

кожні 50-60 хвилин безперервної роботи для зняття статичного та зорового напруження.

Удосконалено менеджмент засобів індивідуального захисту згідно з Наказом Мінсоцполітики № 1804 шляхом обов'язкового впровадження респіраторів класу FFP2/FFP3, товстостінних нітрилових рукавичок та окулярів з помаранчевим спектральним УФ-фільтром у діапазоні 400-500 нм, а також оптимізовано обіг легкозаймистих рідин із використанням заземлених сертифікованих вогнестійких шаф сейфового типу для зберігання ізопропілового спирту.

На основі Кодексу цивільного захисту України розроблено алгоритм дій персоналу при оголошенні сигналу «Повітряна тривога», який органічно поєднує завдання термінової евакуації в укриття з обов'язковим покроковим технічним регламентом швидкої консервації та знеструмлення високотемпературних печей, перекриття магістралей стисненого повітря та ізоляції ЛЗР, що дозволяє попередити виникнення вторинних техногенних катастроф і захистити матеріальну базу підприємства під час надзвичайних ситуацій.

Запропоновані організаційно-технічні рішення комплексно вирішують завдання зниження виробничих ризиків до прийнятного рівня, забезпечують повну відповідність діяльності зуботехнічної лабораторії чинному законодавству України з охорони праці та створюють безпечні й ергономічні умови для збереження життя і здоров'я медичного персоналу.

РОЗДІЛ 4 СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз аспектів соціальної відповідальності для персоналу зуботехнічної лабораторії

Соціальна відповідальність бізнесу в діяльності сучасної зуботехнічної лабораторії є фундаментальною складовою її стратегічного розвитку, що інтегрує економічні цілі підприємства з етичними, екологічними, гуманітарними та правовими зобов'язаннями перед суспільством. У специфічних умовах зуботехнічного виробництва, яке характеризується наявністю широкого спектра шкідливих і небезпечних виробничих чинників, концепція соціальної відповідальності трансформується у системний інструмент мінімізації професійних ризиків, забезпечення високої якості медичних послуг та підтримки суспільної стабільності [25].

Перший і найбільш критичний аспект внутрішньої соціальної відповідальності лабораторії полягає у належному забезпеченні безпеки та захисту здоров'я власного персоналу. Як зазначалося в попередніх розділах, працівники щоденно піддаються впливу дрібнодисперсного фіброгенного пилу сплавів металів, кераміки та гіпсу, а також високих концентрацій токсичних парів метилметакрилату в зонах полімеризації. Соціально відповідальний підхід передбачає впровадження інженерно-технічних інновацій, що значно перевищують мінімальні нормативні вимоги. Це реалізується через проектування та монтаж багаторівневих аспіраційних систем, встановлення спеціалізованих зуботехнічних столів із вбудованими локальними витяжними модулями безпосередньо біля фінагелів та автоматизований моніторинг якості повітряного середовища.

Окрім захисту органів дихання, лабораторія має взяти на себе зобов'язання щодо забезпечення ергономіки праці, оскільки тривале перебування у вимушеній статичній позі та монотонна дрібна моторика призводять до раннього розвитку патологій опорно-рухового апарату та хронічного зорового втомлення. Для мінімізації цих ризиків робочі місця комплектуються ортопедичними кріслами з

індивідуальним регулюванням, безтіньовими світильниками високої інтенсивності з оптимальною колірною температурою, а графік роботи оптимізується шляхом обов'язкового введення регламентованих мікроперерв для виробничої гімнастики.

Соціальний пакет працівників має розширюватися за рахунок організації регулярних поглиблених медичних оглядів із залученням профільних сертифікованих спеціалістів, таких як пульмонологи, дерматовенерологи та отоларингологи, для раннього виявлення професійних екзем чи спірометричних відхилень, а також надання офіційної, повністю прозорої заробітної плати та оплачуваних відпусток, що гарантує соціальну захищеність і стабільність працівників та їхніх родин.

Другим вектором виступає професійна відповідальність перед пацієнтами та стоматологічними клініками-партнерами, яка безпосередньо впливає на клінічну ефективність лікування та біологічну безпеку населення. Оскільки виготовлені ортопедичні та ортодонтичні конструкції роками перебувають в агресивному середовищі ротової порожнини пацієнта, соціально відповідальна лабораторія здійснює жорсткий селективний вхідний контроль сировини. Підприємство свідомо відмовляється від використання дешевих, контрафактних або несертифікованих сплавів і пластмас сумнівного походження, які можуть містити канцерогенні домішки або токсичний залишковий мономер, віддаючи перевагу перевіреним біосумісним матеріалам, що підтверджено міжнародними сертифікатами якості та деклараціями відповідності. Окрім матеріалознавчого аспекту, критично важливим елементом є розширення та суворе дотримання протоколів інфекційного контролю. Також важливо забезпечувати належний рівень кваліфікації персоналу, щоб уникнути помилкових рішень та дій [26].

Лабораторія має розробляти та детально регламентувати внутрішні санітарно-гігієнічні стандарти епідеміологічної безпеки, що включають обов'язкову двоетапну дезінфекцію всіх анатомічних відбитків, робочих моделей і готових протезів при переміщенні між клінічним кабінетом стоматолога та виробничими зонами лабораторії. Це дозволяє повністю ліквідувати загрозу перехресного інфікування персоналу та пацієнтів такими небезпечними

гемотрансмісивними та респіраторними патогенами, як вірусні гепатити В і С, ВІЛ-інфекція, туберкульоз чи гострі респіраторні вірусні захворювання [26-27].

Третій аспект охоплює екологічну відповідальність та концепцію «зеленого виробництва», спрямовану на зниження антропогенного навантаження на місцеву екосистему та раціональне природокористування. Специфіка зуботехнічного процесу пов'язана з утворенням значної кількості відходів, які належать до різних класів небезпеки, включаючи шлам відпрацьованого гіпсу, обрізки акрилових пластмас, металеву стружку токсичних сплавів, а також відпрацьовані хімічні реактиви та дезінфекційні розчини. У межах соціальної відповідальності лабораторія має відмовитися від практики скидання хімікатів у загальну каналізаційну мережу чи утилізації шкідливих твердих відходів разом із побутовим сміттям. Замість цього підприємство має впроваджувати систему селективного збору відходів у спеціальні марковані герметичні контейнери та укладає офіційні договори зі спеціалізованими ліцензованими компаніями для їх подальшого безпечного знешкодження, дезактивації чи вторинної переробки. Екологічна модернізація виробництва також передбачає системне підвищення енергоефективності за рахунок заміни застарілого обладнання на сучасні енергоощадні зразки, використання світлодіодного освітлення, впровадження безпаперового документообігу та активного переходу на цифрові технології моделювання та фрезерування CAD/CAM, які мінімізують об'єми утворення технологічних відходів у порівнянні з класичними методами лиття та пресування.

Четвертий, і надзвичайно вагомий у сучасних реаліях аспект, визначається відповідальністю в умовах правового режиму воєнного стану. Для вітчизняних підприємств соціальна відповідальність набула виміру безпосередньої участі у забезпеченні життєстійкості та обороноздатності держави. У внутрішньому контексті це проявляється у створенні та належному технічному оснащенні надійних засобів колективного захисту та цивільних укриттів для персоналу, а також у беззаперечному виконанні вимог Кодексу цивільного захисту України щодо негайного припинення робіт під час сигналів повітряної тривоги. При цьому розробляються унікальні регламенти швидкої та безпечної консервації гарячих

ділянок роботи, таких як муфельні печі та ливарні установки, що дозволяє уникнути виникнення вторинних пожеж і вибухів у разі надзвичайних ситуацій чи руйнувань.

Економічний вимір цієї відповідальності полягає у свідомій, своєчасній та повній сплаті податків до державного та місцевих бюджетів, збереженні існуючих та створенні нових робочих місць, а також у фінансовій та матеріальній підтримці сил оборони.

Таким чином, соціальна відповідальність зуботехнічної лабораторії трансформує її діяльність із суто комерційної моделі у суспільно орієнтовану екосистему, яка не лише генерує економічний продукт, а й виступає гарантом збереження людського капіталу, захисту довкілля та зміцнення національної безпеки нашої держави.

4.2 Розробка системи селективного збору відходів в зуботехнічній лабораторії

Впровадження комплексної системи селективного збору, маркування та утилізації технологічних відходів є найважливішим елементом екологічної та інженерно-санітарної безпеки сучасної зуботехнічної лабораторії. Зуботехнічне виробництво за своєю специфікою генерує значні об'єми різномірних відходів, які через вміст токсичних металів, залишкових мономерів та біологічних агентів не можуть бути класифіковані як звичайне побутове сміття і потребують особливого правового та технічного регулювання.

Тверді відходи зуботехнічної лабораторії класифікуються як інфекційні відходи, неінфекційні токсичні відходи та побутові відходи [28]. Відходи, що підозрюються у вмісті патогену в достатній концентрації, що викликає захворювання у сприйнятливих господарів, вважаються інфекційними відходами. Зубні протези, оклюзійні прикусні блоки, оклюзійні пластинки та ортодонтичні апарати регулярно контактують зі слиною та кров'ю людини. Дослідники продемонстрували наявність бактерій та грибків на зубному зліпку після його

надходження до лабораторії [28]. Деякі дослідження навіть вказують на існування бактерій на полірувальних пастах та колесах для зубних протезів. Інші інфекційні відходи включають силікони, що використовуються для щелепно-лицьових протезів, рукавички та пластикові контейнери, що використовуються для транспортування зубних протезів та апаратів з клінік. Неінфекційні токсичні відходи не містять забруднення людськими рідинами, але потенційно токсичні за своєю природою. До них належать обрізки акрилової смоли, відходи металевих сплавів, металевий пил, порцеляна та гіпсові відходи. Інші неінфекційні токсичні відходи - це амальгамні сплави та кислоти, що використовуються для електролітичного полірування металевих каркасів. Побутові відходи складаються з паперових стаканчиків, пластику, наждачного паперу та побутових відходів.

Враховуючи різноманітність відходів важливо розробити ефективну систему їх збору для подальшої переробки.

Практична реалізація системи селективного збору базується на чіткому розділенні відходів безпосередньо у місцях їх виникнення на чотири основні технологічні класи, кожен з яких збирається в окремому спеціалізовану тару.

Перший клас відходів складає шлам відпрацьованого медичного гіпсу (сульфату кальцію), який утворюється в процесі дублювання моделей та обрізки кювет на тримерах. Небезпека гіпсових відходів полягає в тому, що при попаданні у загальну каналізаційну мережу вони миттєво кристалізуються, викликаючи аварійні засмічення та хімічне замулювання труб, а при зберіганні у вологому середовищі звичайних сміттєзвалищ здатні виділяти токсичний газ сірководень. Для нейтралізації цього ризику всі тримери та раковини в гіпсувальній зоні обов'язково обладнуються спеціальними інженерними пастками – гіпсовловлювачами (сепараторами), де важкий шлам осідає під дією гравітації. Накопичений гіпсовий осад регулярно вилучається і переміщується у щільні герметичні полімерні баки сірого кольору з маркуванням «Відходи гіпсу».

Другу, найбільш небезпечну хімічну групу відходів, становлять залишки акрилових пластмас, невикористаний рідкий мономер метилметакрилат, відпрацьований ізопропіловий спирт після промивання 3D-моделей та

відпрацьовані кислоти для відбілювання металу. Ці речовини є легкозаймистими, леткими та мають виражену токсичну дію на організм людини. Їх збір здійснюється виключно у сертифіковані герметичні контейнери, виготовлені з хімічно стійкого товстостінного поліетилену високої щільності або оцинкованої сталі, пофарбовані у жовтий колір з чітким попереджувальним маркуванням «Токсичні та легкозаймисті відходи хімічних речовин». За замовчуванням ці ємності оснащуються герметичними кришками з гумовими ущільнювачами для повного виключення випаровування парів мономерів та спирту в повітря робочої зони лабораторії під час їх тимчасового зберігання.

Третій сегмент – це дрібнодисперсна стружка та уламки каркасів, що утворюються при фрезеруванні й обробці кобальт-хромових, нікель-хромових сплавів та оксиду цирконію. Оскільки пил цих металів є канцерогенним та силікоzoneбезпечним, його збір відбувається автоматично за допомогою локальних витяжних систем, підключених до зуботехнічних столів. Внутрішні циклони та НЕРА-фільтри аспіраційних установок затримують цей пил, після чого відпрацьовані фільтруючі елементи та великі уламки металів поміщаються у міцні текстильні або полімерні мішки з маркуванням «Відходи металів та металокераміки».

Четвертим важливим класом є потенційно біологічно небезпечні відходи, до яких належать анатомічні зліпки, прикусові валики та тимчасові протези, що надходять з кабінету стоматолога і безпосередньо контактували зі слиною та кров'ю пацієнта. Ці об'єкти збираються у спеціальні одноразові пакети або тверді контейнери червоного кольору, призначені для медичних відходів категорії В, та підлягають попередній дезінфекції хімічними розчинами перед накопиченням.

Правовий та логістичний алгоритм функціонування цієї системи повністю виключає самостійне вивезення або спалювання відходів адміністрацією лабораторії. Відповідно до екологічних стандартів, керівництво підприємства укладає офіційні довгострокові договори зі спеціалізованими ліцензованими компаніями, які мають державну ліцензію Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України на поводження з небезпечними відходами. Передача

відходів представникам ліцензіата здійснюється за суворим регламентом із обов'язковим оформленням актів приймання-передачі та товарно-транспортних накладних, де чітко зазначається маса та клас небезпеки вантажу. Ліцензована компанія здійснює транспортування відходів на спеціалізованому сертифікованому транспорті до власних промислових майданчиків, де виконується їх подальша доля за трьома основними напрямками.

Рідкі хімічні токсиканти піддаються дезактивації методом нейтралізації або термічного високотемпературного знешкодження (інсинерації) у спеціальних екологічних печах при температурах понад однієї тисячі градусів Цельсія, що гарантує повне руйнування складних органічних сполук до безпечних елементів. Біологічно небезпечні відходи категорії В проходять автоклавування під дією високого тиску і пари, що повністю знезаражує їх і переводить у розряд безпечних побутових відходів. Натомість відходи гіпсу та металева стружка спрямовуються на технологічні лінії вторинної переробки, де гіпсовий шлам дегідратується та переробляється для потреб будівельної індустрії, а цінні металеві сплави піддаються афінажу та переплавці для використання у промисловому секторі.

Таким чином, чітко налагоджений цикл селективного збору та легального екологічного аутсорсингу дозволяє зуботехнічній лабораторії повністю виключити ризик накладання штрафних санкцій, мінімізувати екологічний слід підприємства та забезпечити максимальну безпеку навколишнього природного середовища і територіальної громади.

4.3 Оцінка соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці

Соціально-економічна ефективність заходів з охорони праці є прямим індикатором зрілості соціальної відповідальності підприємства. Основними критеріями тут виступають зниження коефіцієнтів частоти та важкості виробничого травматизму, а також рівня професійно зумовленої захворюваності, включаючи хронічні бронхіти та контактні дерматити серед зубних техніків. Безпечне робоче середовище, обладнане сучасними аспіраційними системами та

ергономічними меблями, суттєво знижує рівень тривожності й стресу працівників. Це веде до зростання задоволеності працею, підвищення внутрішньої мотивації та мінімізації плинності кадрів, що особливо цінно для утримання висококваліфікованих зубних техніків-керамістів чи операторів цифрових систем.

Проведемо розрахунок соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці для наступних умов [29]:

- чисельність персоналу лабораторії $N = 10$ осіб;
- річний фонд робочого часу одного працівника $\Phi_p = 250$ робочих днів;
- середня денна заробітна плата одного зубного техника з урахуванням єдиного соціального внеску $З_d = 1500$ грн/день;
- середня вартість виробленої продукції (ортопедичних конструкцій) одним працівником за один робочий день $П_d = 6000$ грн/день;
- частка умовно-постійних витрат у собівартості продукції $В_{\text{пост}} = 30\%$.

До впровадження заходів (за базовий рік за даними аудиту):

- сумарна кількість днів тимчасової непрацездатності через простудні, алергічні та професійно зумовлені захворювання становила $Д_{\text{баз}} = 140$ днів/рік;
- кількість виявленого технологічного браку через перевтому та зорове напруження працівників наприкінці зміни становила $1,5\%$ від загального обсягу виробництва.

Після впровадження запропонованих заходів (модернізація вентиляції $L_{\text{заг}} = 806,4$ м³/год, встановлення столів типу F21 з локальною аспірацією $L_{\text{асп}} = 288$ м³/год, монтаж ПЗВ типу А, оптимізація освітлення та введення 10-хвилинних регламентованих мікроперерв):

- прогнозоване зниження рівня захворюваності та кількості днів непрацездатності становить 35% (коефіцієнт ефективності $K_{\text{еф}} = 0,35$);
- очікуване зростання індивідуальної продуктивності праці за рахунок зниження втомлюваності та оптимізації мікроклімату становить 5% ($\Delta Y = 0,05$);
- зниження частки технологічного браку до $0,5\%$ (чистий приріст кондиційного виходу продукції на $\Delta Б = 1\%$).

Сумарні капітальні витрати на реалізацію заходів (K_v) включають:

- закупівля та монтаж вентиляційного та аспіраційного обладнання, автоматики захисту (ПЗВ, вимикачі), ергономічних крісел та LED-систем освітлення 220 000 грн;

- поточні річні витрати на обслуговування систем (заміна фільтрів, електроенергія, медогляди) 30 000 грн/рік.

Зменшення кількості днів тимчасової непрацездатності дозволяє підприємству уникнути прямих збитків, пов'язаних з оплатою лікарняних листів, та опосередкованих втрат недоотриманого чистого прибутку через відсутність фахівця на робочому місці.

Кількість збережених робочих днів за рік (ΔD):

$$\Delta D = D_{\text{баз}} \cdot K_{\text{еф}} \quad (4.1)$$

$$\Delta D = 140 \cdot 0,35 = 49 \text{ грн}$$

Пряма економія на виплатах за лікарняними листами ($E_{\text{лік}}$):

$$E_{\text{лік}} = \Delta D \cdot Z_{\text{д}} \quad (4.2)$$

$$E_{\text{лік}} = 49 \cdot 1500 = 73500 \text{ грн}$$

Запобігання втратам від недоотриманого обсягу продукції ($V_{\text{втрат}}$) з урахуванням умовно-постійних витрат:

$$V_{\text{втрат}} = \Delta D \cdot P_{\text{д}} \cdot V_{\text{пост}} \quad (4.3)$$

$$V_{\text{втрат}} = 49 \cdot 6000 \cdot 0,3 = 88200 \text{ грн}$$

Загальний ефект від зниження захворюваності:

$$E_{\text{зах}} = E_{\text{лік}} + V_{\text{втрат}} \quad (4.4)$$

$$E_{\text{зах}} = 73500 + 88200 = 161700 \text{ грн}$$

Отриманий результат свідчить про доцільність впровадження заходів з охорони праці.

4.4 Висновки до розділу

У четвертому розділі кваліфікаційної роботи проведено комплексне дослідження та обґрунтування соціальної відповідальності та економічної

доцільності модернізації системи управління охороною праці у зуботехнічній лабораторії. Зазначено, що концепція соціальної відповідальності в діяльності зуботехнічної лабораторії є інтегральним інструментом сталого розвитку, який поєднує правові та етичні зобов'язання підприємства. Визначено чотири фундаментальні вектори відповідальності: внутрішній (захист органів дихання техніків, ергономіка праці, прозорі умови та медогляди), професійний (біосумісність матеріалів та інфекційний контроль для безпеки пацієнтів), екологічний (впровадження концепції «зеленого виробництва») та стратегічний (забезпечення цивільного захисту персоналу та життєстійкості бізнесу в умовах правового режиму воєнного стану).

Запропоновано внутрішню систему селективного збору, маркування та тимчасового зберігання технологічних відходів за чотирма основними класами безпеки безпосередньо у місцях їх виникнення.

Виконано оцінку соціально-економічної ефективності запропонованого комплексу організаційно-технічних заходів. Встановлено, що впровадження модернізованої загальнообмінної вентиляції, столів із локальною аспірацією, систем автоматичного захисту (ПЗВ) та регламентованих мікроперерв забезпечує зниження захворюваності персоналу на 35% і збереження 49 робочих днів на рік, що генерує загальний ефект від зниження непрацездатності в розмірі 161700 грн/рік.

Таким чином, капітальні вкладення в покращення умов праці та екологічну безпеку зуботехнічної лабораторії є рентабельними інвестиціями, оскільки гуманістична орієнтація виробництва повністю збігається з комерційними інтересами підприємства, безпосередньо підвищуючи його довгострокову стійкість і конкурентоспроможність.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання покращення умов праці персоналу зуботехнічної лабораторії на основі оцінювання ризиків та аудиту охорони праці.

На основі комплексного аналізу технологічних процесів сучасного зуботехнічного виробництва доведено, що воно є синергією високотехнологічного термічного, допоміжного та цифрового обладнання.

У роботі ідентифіковано та детально класифіковано шкідливі і небезпечні чинники виробничого середовища за технологічними зонами. Визначено, що найбільшу загрозу для здоров'я зубних техніків та операторів цифрового модуля становлять: силікоzoneбезпечний і алергенний неорганічний пил важких металів та цирконію; виражена загальнотоксична й генотоксична дія парів мономеру метилметакрилату; пожежна небезпека та наркотичний вплив ізопропілового спирту; високі температури печей (до 1500 °C); а також інтенсивне ультрафіолетове випромінювання фотополімеризаторів, незадовільний мікроклімат, шум та монотонність праці.

Для умов зуботехнічної лабораторії застосовано методологію FMEA, що дозволило встановити, що найвищий рівень загрози зафіксовано для виділення парів метилметакрилату в полімеризаційній зоні (ПЧР = 48), шкідливого впливу короткохвильового УФ-випромінювання ламп (ПЧР = 27) та випаровування ізопропілового спирту при обробці 3D-моделей (ПЧР = 27).

Розроблено покроковий план проведення аудиту охорони праці як системного інструменту внутрішнього моніторингу. Програма охоплює чотири послідовні етапи: аудит документації СУОП та навчання; інструментальний аудит основного залу і керамічного кабінету; контроль хімічно небезпечних зон та аудит безпеки експлуатації важкого термічного й електрообладнання. Це дозволяє превентивно виявляти приховані дефекти інженерних систем та формалізм у використанні ЗІЗ.

Запропоновано та інженерно обґрунтовано комплекс засобів колективного захисту, адаптований до результатів FMEA-аналізу. Обчислено та запропоновано параметри модернізованої загальнообмінної вентиляції лабораторії (загальною продуктивністю 806,4 м³/год) та спеціалізованих робочих столів із локальною аспірацією пиловловлювачів безпосередньо біля фінагелів (288 м³/год на одне місце). Передбачено встановлення пристроїв захисного вимкнення (ПЗВ) типу А для захисту від ураження струмом.

Запропоновано внутрішню систему селективного збору відходів за чотирма основними класами небезпеки безпосередньо у місцях їх утворення (гіпс, рідка токсична хімія, металева стружка, біологічно небезпечні відходи категорії В) із використанням кольорового кодування та герметичної тари.

Проведено розрахунок соціально-економічної ефективності впроваджених рішень, який підтвердив рентабельність інвестицій у безпеку. Встановлено, що зниження захворюваності персоналу на 35% та збереження 49 робочих днів на рік забезпечує загальний ефект від зниження непрацездатності в розмірі 161700 грн/рік.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Можливості для ветеранів і ветеранок: держава покриває лікування зубів, протезування та медобстеження. Офіційний портал Києва. URL: https://kyivcity.gov.ua/news/mozhливosti_dlya_veteraniv_i_veteranok_derzhava_pokrivaye_likuvannya_zubiv_protezuvannya_ta_medobstezhennya/.

2. Рожко М. М., Неспрядько В. П. Ортопедична стоматологія : підручник. Київ : Книга плюс, 2003. 252 с. URL: <http://stomatology1.dsmu.edu.ua/attachments/article/43/%D0%9D%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B4%D1%8C%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E%D1%80%D1%82.%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BC..pdf>.

3. Нідзельський М. Я., Давиденко Г. М., Кузнецов В. В. Ортопедична стоматологія для лікарів-інтернів : навч. посіб. Полтава : ФОП Болотін А. В., 2016. 216 с. URL: <https://repository.pdmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/30840382-1c97-4b5c-99b5-9b759524a689/content>.

4. Picard G., Prakash T., Labrèche F., Gravel S. Occupational exposures to chemicals in dentistry: A scoping review. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 2025. Vol. 22, No. 12. P. 970–986. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15459624.2025.2540834>.

5. Occupational exposure of dental technicians to methyl methacrylate: Genotoxicity assessment / B. Soykut et al. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2020. Vol. 852. Art. 103029. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383571820300292>.

6. Puškar T. Environmental and Occupational Health Risks in Dental Laboratories. Medicine and Health Sciences Dentistry. 2011. URL: https://www.academia.edu/92574163/Environmental_and_Occupational_Health_Risks_in_Dental_Laboratories.

7. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668. (із змінами та доповненнями).

8. Типове положення про порядок проведення навчання та перевірку знань з питань охорони праці : Наказ Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 № 15.

9. Про організацію та проведення обов'язкових медичних оглядів працівників певних категорій : Наказ МОЗ України від 08.09.2025 № 1393. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1551-25#Text>.

10. El-Awady S. M. M. Overview of Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): A Patient Safety Tool. Global Journal on Quality and Safety in Healthcare. 2023. Vol. 6, No. 1. P. 24–26. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10229026/>.

11. Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Quality-One. URL: <https://quality-one.com/fmea/>.

12. IEC 60812. Analysis techniques for system reliability – Procedures for failure mode and effect analysis (FMEA) (Методики аналізування надійності системи. Процедури аналізування виду та наслідків відмов (FMEA)). Міжнародний стандарт, 2006.

13. Kellie Thimmes. The Hidden Dangers of Dust in Dental Office & Lab. Safelink Consulting Blog. URL: <https://info.safelinkconsulting.com/blog/hazardous-dust-in-dental-office>.

14. Зуботехнічна лабораторія. Техніка безпеки у зубопротезній лабораторії. Профілактика професійних захворювань. Невідкладна допомога при виробничих травмах : навч. посіб. / Е. Д. Діасамідзе, С. А. Гордієнко, П. Ю. Варв'янський, Ш. Д. Таравнех. 2-ге вид., переробл. та доповн. Харків : ХНМУ, 2024. 87 с. URL: <https://repo.knmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a6a9f358-c045-4f3f-bdad-cb4874cfd691/content>.

15. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ : Мінрегіон України, 2013. 141 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154.

16. Вентиляція хімічної лабораторії. Karno. URL: <https://karno.ua/ua/ventilyaciya/ventilyatsiya-himicheskoy-laboratorii/>.

17. Двомісний зуботехнічний стіл F21 повна комплектація. Карпат Дентал. URL: <https://www.karpatdental.com.ua/ua/product/dvomisnij-zubotehnicnij-stil-f21-povna-komplektacia/>.

18. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 44 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65395.

19. Гайд по ПЗВ: усе, що потрібно знати про пристрої захисту від струмів витоку. E-Server. URL: <https://e-server.com.ua/uk/poradi/gaid-po-pzv-use-shho-potribno-znati-pro-pristroyi-zaxistu-vid-strumiv-vitoku>.

20. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). 4-те вид., переробл. і доповн. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Харків : Форт, 2017. 760 с. URL: <https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/pue.pdf>.

21. Про затвердження Мінімальних вимог щодо забезпечення працівників засобами індивідуального захисту на робочому місці : Наказ Мінсоцполітики України від 29.11.2018 № 1804. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text>.

22. Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях : Наказ МНС України від 11.09.2012 № 1192. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1648-12#Text>.

23. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. Відомості Верховної Ради України. 2013. № 34-35. Ст. 458. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

24. Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 444 (в редакції Наказу МВС України № 535). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/444-2013-%D0%BF>.

25. Why CSR Is Important to the DTA Foundation. DTA Foundation. URL: <https://dtafoundation.org/our-impact/corporate-social-responsibility/>.

26. Communicating with the dental laboratory. Pocket Dentistry. URL: <https://pocketdentistry.com/16-communicating-with-the-dental-laboratory/>.

27. Ethical Dentistry: Promoting Social Responsibility and Equity in Dental Care. Insight Dental. URL: <https://www.insightdental.com/ethical-dentistry-promoting-social-responsibility-and-equity-in-dental-care/>.

28. Haralur S. B., Al-Qahtani A. S., Al-Qarni M. M. et al. The Dental Solid Waste Management in Different Categories of Dental Laboratories in Abha City, Saudi Arabia. The Open Dentistry Journal. 2015. Vol. 9. P. 449–454. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4768654/>.

29. Качан Є. П. Економіка праці та соціально-трудова відносини : підручник. Київ : Знання, 2015. 503 с.

Перелік графічного матеріалу

1. Аналіз обладнання сучасної зуботехнічної лабораторії
2. Аналіз умов праці персоналу зуботехнічної лабораторії
3. Аналіз системи управління охороною праці персоналу
4. Оцінка ризиків для персоналу методом FMEA
5. Розробка програми аудиту охорони праці
6. Результати аудиту охорони праці
7. Модернізація аспірації: розрахунок місцевого пиловловлювання
8. Електрична безпека: розрахунок захисного вимикання
9. Трансформація системи навчання до умов воєнного часу
10. Розробка системи селективного збору відходів у лабораторії
11. Оцінка соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці