

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
Факультет індустрії моди
Кафедра технології та конструювання швейних виробів

Дипломна магістерська робота

на тему: «Оцінка впливу експериментальних виробів медичного призначення на функціональний стан органів та систем органів людини з використанням методів інформаційно-хвильової терапії»

Виконав: студент групи МгТЛП-19
спеціальності 182 «Технології
легкої промисловості»

Любка К. С.

Керівник: д.т.н., проф. Березненко С. М.

Рецензент: к.т.н., доц. Садретдінова Н. В.

Київ 2021

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет індустрії моди

Кафедра технології та конструювання швейних виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТКШВ

Березненко С. М.

«__» _____ 20__р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Любці Крістині Степанівній

1. Тема роботи: «Оцінка впливу експериментальних виробів медичного призначення на функціональний стан органів та систем органів людини з використанням методів інформаційно-хвильової терапії»

Науковий керівник роботи Березненко Сергій Миколайович д.т.н., проф.

затверджені наказом вищого навчального закладу від “29” вересня 2020 р. № 183-уч

2. Строк подання студентом роботи червень 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи 1) Зразок медичного жіночого костюма для лікарів перинатальних відділень; 2) Розробка методу наномодифікації текстильних матеріалів ZnO; 3) Результати досліджень впливу наномодифікованих матеріалів на функціональний стан органів та систем органів людини з використанням методів інформаційно-хвильової терапії

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; Розділ 1. Формування вихідних даних для проектування виробів медичного

признач; Розділ 2. Аналіз впливу наномодифікованих матеріалів та виробів на навколишнє середовище та функціонування людини в ньому; Розділ 3. Формування вимог до лікарняного одягу; Розділ 4. Промисловий дизайн медичного костюму з антимікробними вставками для лікарів перинатальних відділень; Висновки; Список використаних джерел; Додатки.

5. Консультанти розділів дипломної магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	Березненко С. М. професор		
Розділ 2	Березненко С. М. професор		
Розділ 3	Березненко С. М. професор		
Розділ 4	Березненко С. М. професор		

6. Дата видачі завдання “29 ”вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назви етапів дипломної магістерської роботи	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ	січень 2021	
2	Розділ 1	лютий 2021	
3	Розділ 2	березень 2021	
4	Розділ 3	квітень 2021	
5	Розділ 4	травень 2021	
6	Висновки	травень 2021	
7	Оформлення дипломної магістерської роботи (чистовий варіант)	травень 2021	
8	Здача дипломної магістерської роботи на кафедрі для рецензування	червень 2021	
9	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату	червень 2021	
10	Подання дипломної магістерської роботи у відділ магістратури для перевірки виконання додатку до індивідуального навчального плану	червень 2021	
11	Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри	червень 2021	

Студент

_____ (підпис)

Любка К. С.

Науковий керівник роботи

_____ (підпис)

Березненко С. М.

Керівник відділу магістратури

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Любка Крістіна Степанівна

Оцінка впливу експериментальних виробів медичного призначення на функціональний стан органів та систем органів людини з використанням інформаційно-хвильової терапії

182 «Технології легкої промисловості»

Київський національний університет технологій та дизайну

Київ 2021

Дипломну магістерську роботу присвячено дослідженню впливу експериментальних виробів медичного призначення на функціональний стан органів та систем органів людини з використанням інформаційно-хвильової терапії.

На основі експериментальних досліджень показників антибактеріальних властивостей модифікованих матеріалів наночастинками металів та оксидів металів обґрунтовано метод модифікації для створення матеріалу з стійким бактеріальним ефектом. Виконано проектування захисного медичного костюма з врахуванням умов експлуатації. Виготовлено експериментальний зразок захисного медичного одягу для лікарів перинатальних відділень. Проведена дослідна експлуатація.

Ключові слова: наномодифіковані матеріали, вироби медичного призначення, антибактеріальні властивості, медичний текстиль.

ANNOTATION

Liubka Kristina

Assessment of the impact of experimental medical devices on the functional state of organs and systems of human organs using information wave therapy

182 "Light industry technologies"

The Kyiv National University of Technologies and Design
Kyiv 2021

The master's degree is devoted to the study of the influence of experimental medical devices on the functional state of organs and systems of human organs with the use of information wave therapy.

On the basis of experimental studies of indicators of antibacterial properties of modified materials with nanoparticles of metals and metal oxides, a modification method is substantiated for creating a material with a stable bacterial effect. The design of a protective medical suit was completed, taking into account the operating conditions. An experimental sample of protective medical clothing for doctors of perinatal departments was made. Trial operation has been carried out.

Key words: nanomodified materials, medical devices, antibacterial properties, medical textiles.

Зміст

Вступ.	7
Розділ 1. Формування вихідних даних для проектування виробів медичного призначення	11
1.1 Аналіз асортименту	11
1.2 Аналіз матеріалів, що використовуються для виготовлення виробів медичного призначення	19
1.3 Методи модифікації текстильної сировини та матеріалів з метою отримання антимікробних властивостей	26
Висновки до розділу 1	34
Розділ 2. Аналіз впливу наномодифікованих матеріалів та виробів на навколишнє середовище та функціонування людини в ньому	36
2.1 Аналіз факторів негативного впливу	36
2.2 Розробка методу модифікації наночастинками металів	46
2.2.1 Класифікація і властивості наночастинок металів	46
2.2.2 Виділення наночастинок ZnO	48
2.2.3 Застосування наночастинок ZnO	49
2.2.4 Антибактеріальні властивості наночастинок ZnO	51
2.2.5 Бактерицидна обробка текстильних матеріалів наночастинками ZnO	53
2.3 Енерго-інформаційний вплив модифікованого текстилю на органи та системи органів людини	56
Висновки до розділу 2	62
Розділ 3. Формування вимог до лікарняного одягу	64
3.1 Вивчення стандартизованих вимог до виробів медичного призначення	64
3.1.1 Аналіз загальних вимог до одягу медичного персоналу	64
3.1.2 Формування стандартизованих вимог до виробів медичного призначення	69
3.2 Проведення соціологічного дослідження методом опитування	72

3.3 Систематизація вимог до медичного костюму лікарів перинатальних відділень	78
Висновки до розділу 3	82
Розділ 4. Промисловий дизайн медичного костюму з антимікробними вставками для лікарів перинатальних відділень	83
4.1 Проектування зовнішнього вигляду та формування складових костюму із врахуванням умов експлуатації	83
4.2 Розробка конструктивного устрою	88
4.3 Технологічна проробка та виготовлення експериментального зразка	90
4.4 Удосконалення форми та устрою медичного костюму на основі результатів експериментальної носки	98
Висновки до розділу 4	101
Висновки	102
Список використаних джерел	104
Додатки	115

ВСТУП

Легка промисловість – це галузь виробничої сфери, яка в основному спеціалізується на виробництві товарів народного споживання і, частково, продукції промислового призначення. До легкої промисловості відносять – виробництво тканини, нетканих матеріалів, текстильної галантереї, в'язаних полотен, технічних волокон, первинна обробка сировини (льону, шерсті тощо).

На сьогоднішній день легка промисловість України має потужні ресурси, але велика конкуренція спостерігається за рахунок імпорту товарів з Китаю, Туреччини, Бангладеш, Індонезії та В'єтнаму. Ці вироби поступаються якістю, але їхня ціна зазвичай в рази нижча ніж в українських виробників. Це пояснюється використанням великих потужностей закордонних підприємств, дешевизною матеріалів та робочої сили.

Спостерігаючи за станом ринку легкої промисловості України за останні декілька років чітко видно спад економічної продуктивності за останній рік. Це пояснюється глобальною економічною кризою викликаною епідемією. Тому на даний момент не тільки в Україні було таке погіршення, але і в усьому світі.

Для збереження виробничого та кадрового потенціалу підприємства легкої промисловості все частіше переходять на давальницьку схему роботи з іноземними замовниками, що призводить до залежності підприємств України від наявності замовлень іноземних фірм.

Для вдосконалення швейного виробництва України пропонується введення інновацій за рахунок удосконалення тканин, фурнітури, клейових матеріалів та з'єднань, способів технологічної обробки виробів, запровадження нанотехнологій.

Все більшого розвитку набуває наномодифікація текстильних матеріалів та волокон. Застосування різних наномодифікованих матеріалів дозволяє надати матеріалам та виробам нових стійких властивостей а саме:

антибактеріальні, водовідштовхувальні, електропровідні, високі електричні, тепло- та хімістійкі властивості, стійкість до стирання, зминання та ін.

Найбільшого попиту набула антимікробна обробка, яку дуже широко використовують при виготовленні виробів медичного призначення. Медичні костюми та халати з використанням біоцидних обробок забезпечують захист лікарів та пацієнтів на протязі тривалого часу від шкідливих бактерій та мікроорганізмів.

Актуальність теми. На теперішній час розробки в медичній сфері є важливим внеском не тільки для країни, але і для всього світу. Як ніколи раніше лікарі і пацієнти потребують захисту від бактерій та мікроорганізмів. Розробки в сфері наномодифікації текстильних матеріалів значно розширюють асортимент текстильних матеріалів та дають змогу використовувати цей текстиль в багатьох сферах медицини і не тільки. В зв'язку з цим актуальним та важливим є дослідження модифікації текстильних матеріалів антимікробними обробками та дослідження цих матеріалів на медико-біологічний та енерго-інформаційний вплив.

Одяг медичного призначення має досить широкий асортимент. Серед маси лікарів особливого захисту потребують працівники перинатальних відділень. Адже їхній медичний одяг впливає не тільки на працівника, але і новонароджених, які є дуже вразливими до навколишнього середовища та бактерій в ньому. Тому актуальним на даний час являється розробка захисного одягу для працівників перинатальних відділень з використанням антимікробних обробок шляхом наномодифікації текстильних матеріалів та оцінка їх впливу на стан органів та систем органів людини з використанням методів інформаційно-хвильової терапії.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є удосконалення медичного одягу за рахунок антимікробної модифікації та дослідження впливу експериментальних виробів медичного призначення на функціональний стан органів та систем органів людини з використанням методів інформаційно-хвильової терапії.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено вирішення наступних задач:

- аналіз асортименту одягу медпрацівників;
- аналіз матеріалів, що використовуються для виготовлення виробів медичного призначення;
- аналіз методів модифікації текстильної сировини та матеріалів з метою отримання антимікробних властивостей;
- аналіз впливу наномодифікованих матеріалів та виробів на навколишнє середовище та функціонування людини в ньому
- визначення енерго-інформаційного впливу на органи та системи органів людини;
- розробка методу модифікації;
- формування та систематизація вимог до медичного костюму лікарів перинатальних відділень;
- проведення соціологічного опитування;
- проектування зовнішнього вигляду та формування складових костюму із врахуванням умов експлуатації;
- розробка конструктивного устрою;
- технологічна проробка та виготовлення експериментального зразка;
- проведення дослідної експлуатації.

Об'єктом дослідження є процес проектування медичного одягу з антимікробним захистом підвищеної комфортності.

Предметом дослідження є функціональні особливості медичного одягу з антимікробною обробкою.

Методи дослідження базувалися на загальноприйнятих методах проведення наукових досліджень. Для енерго-інформаційного впливу на організм використано метод оцінки впливу матеріалів на функціональний стан органів та систем органів людини з використанням інформаційно-хвильової терапії за допомогою апаратно-програмного комплексу ROFES Для визначення антимікробного ефекту – методи лабораторних досліджень. Для формування

вимог до виробів медичного призначення проведено соціологічне опитування. Для обробки наночастками цинку – хімічної модифікації.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в:

- розробці методу наномодифікації;
- встановленні фактичних вимог до медичного костюму для лікарів перинатальних відділень;
- впровадженні антимікробних вставок в конструкцію медичного костюму;
- здійсненні оцінки впливу експериментального медичного костюму для працівників перинатальних відділень з використанням наномодифікації текстильних матеріалів антимікробними обробками на основі наночастинок ZnO на функціональний стан органів та систем органів людини з використанням інформаційно-хвильової терапії.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що:

- систематизовано вимоги до виробів медичного призначення;
- проведено обробку текстильного матеріалу наночастинками ZnO;
- розроблено експериментальний медичний костюм для працівників перинатальних відділень та проведено експериментальну експлуатацію.

Робота була представлена на IV Міжнародній науково-практичній конференції «KyivTech&Fashion» з публікацією тез, III Міжнародній науково-практичній конференції «KyivTech&Fashion» з публікацією статті, VI Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Об'єднані наукою: перспективи міждисциплінарних досліджень» з публікацією статті в журналі.

РОЗДІЛ 1

ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1.1 Аналіз асортименту

Медичний одяг – різновид спецодягу, професійне вбрання для медиків: лікарів, медичних сестер, фельдшерів, акушерок, викладачів та студентів медичних навчальних закладів. Традиційним одягом є білий халат, але з часом з'являється все більше альтернатив.

Призначення медичного одягу:

1. захист пацієнта від інфекцій та бактерій, які лікар може принести на повсякденному одязі зі зовнішнього світу;
2. захист лікаря від потрапляння препаратів та біологічних рідин на шкіру;
3. уникнення психо-емоційного збудження пацієнта (одяг чистий і білий).

Медпрацівників можна умовно віднести до сфери обслуговування. Вони надають населенню послуги з охорони і відновлення здоров'я. Їм постійно доводиться працювати в тісному контакті з пацієнтами - саме тому зовнішній вигляд лікаря грає важливу роль в процесі лікування.

Якщо ще зовсім недавно традиційний білий халат був єдиним варіантом офіційно затвердженої уніформи медперсоналу, то зараз ситуація кардинально змінилася. Сучасна медична форма стала набагато різноманітніше. Тепер це не тільки халати, а й костюми та комбінезони для медпрацівників. Дизайн швейних виробів для медичного персоналу також дуже різноманітний, оскільки виробники приділяють велику увагу розробці нових моделей. Представники різних медичних спеціальностей тепер мають можливість виділитися серед своїх колег завдяки спеціальній уніформі.

Початково, зміна дизайну та забарвлення медичного одягу була зумовлена необхідністю побороти у маленьких пацієнтів (дітей) "страх білого халату".

Окрім того, так як не має єдиного стандарту вимог до медичного одягу, а їх визначає локально медичний заклад (зокрема в Україні), поступово розвинулася нова ланка індустрії моди.

З часом медичний одяг зі спецодягу перетворюється на окремий предмет гардеробу, над яким працюють дизайнери. На ринку з'являються нові, сучасні фасони одягу, вироби оздоблюють декоративними елементами.

Популярною послугою є брендування медичного одягу — на халаті або костюмі роблять вишивку з прізвищем лікаря, назвою препарату або клініки, навчального закладу. Деякі медики прикрашають власний одяг вишитим малюнком, що символізує їхню спеціалізацію. Наприклад, у акушерів це може бути лелека, у стоматологів — зуб тощо [30].

За функціональним призначенням медичний спецодяг поділяють на такі групи:

- одяг для прийому хворих в умовах поліклініки і для проведення процедур;
- медичний одяг операційного персоналу;
- спеціалізований одяг для моргів і інфекційних відділень;
- костюми для лікарів швидкої допомоги [29].

Всі вироби медичного призначення поділяються також на гігієнічні та стерильні. До першого типу відносяться халати для прийому пацієнтів. Їх використовують косметологи, масажисти, дерматологи та ін. В стерильних ЗІЗ (засобах індивідуального захисту) проводять оперативне втручання, роблять різні процедури пацієнтам.

Також абсолютно всі вироби можна розділити на ізолюючі і захисні.

Ізолюючі ЗІЗ поступаються за своїми експлуатаційними характеристиками, так як вони мають менший термін експлуатації.

Найпопулярніший приклад такого спецодягу - халат для відвідування пацієнтів в лікарні.

Захисні костюми медпрацівники носять в надзвичайних ситуаціях, коли ризику зараження надзвичайно високі. Такий одяг захищає не тільки від вірусів, але і від електромагнітного випромінювання.

За частотою використання спецодяг поділяють на одноразовий і багаторазовий.

Одноразовий захисний медичний одяг не придатний для тривалого, регулярного носіння але його можна одягати до 5 разів. Термін "одноразовий" в даному контексті зовсім не вказує на те, що після одного застосування ЗІЗ потрібно утилізувати.

Багаторазовий одяг відрізняється більш тривалим терміном експлуатації, а також рядом характеристик [94]:

- міцністю швів;
- ремонту в разі пошкоджень;
- високим бар'єрним захистом;
- піддається стерилізації;

Використовувати багаторазові костюми можна до 50 разів.

За своїм виглядом медичний спецодяг поділяється на:

- медичні халати;
- медичні костюми;
- медичні комбінезони;
- аксесуари: головні убори, маски, бахіли, рукавиці.

Медичні халати. Це довгий одяг в підлогу на запах або з застібкою. Цей різновид одягу вважають основним і використовують як молодший і середній персонал, так і лікарі. Якщо раніше вибору не було і всі халати були універсальними (призначалися і для чоловіків, і для жінок), то сьогодні вони чітко діляться за фасонами і забарвленням. При пошитті можуть використовуватися різні декоративні елементи (вставки, кокетки, канти,

стрічки, вишивки). Вони виглядають стримано, але при цьому стильно. Приклад медичних халатів представлено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Халати медичні для чоловіків та жінок [27].

Медичні костюми. Складаються зі штанів і сорочки або рідше з спідниці і сорочки. Найчастіше вони використовуються стаціонарними працівниками, так як є більш зручними для проведення різних маніпуляцій. Костюми можуть бути чоловічими і жіночими, різних фасонів і кольорів (блакитні, сині, зелені, рожеві, бузкові, білі з різними вставками). Найчастіше чоловічі костюми

однотонні, а ось жіночі можуть бути представлені в різних варіаціях: однотонні, а також кольорові штани з білими блузами, на яких є декоративні вставки відповідного штанів кольору. Приклад медичних костюмів представлено на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Медичні костюми для чоловіків та жінок [27]

Хірургічні костюми. Найчастіше використовуються лікарями-хірургами, операційними медсестрами і молодшим персоналом. Їх особливість в тому, що на них немає застібок, гудзиків, блискавок, кнопок та іншої

фурнітури. Найчастіше вони зеленого або блакитного кольорів. Приклад хірургічних костюмів представлено на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 – Хірургічні костюми для чоловіків та жінок [27]

Комбінезон - універсальне поєднання брюк і сорочки. Злитий варіант верхньої і нижньої частин уніформи. Використовується здебільшого в екстрених ситуаціях, при необхідності повного герметичного захисту.

Є також додаткові атрибути, без яких неможливо уявити медичного працівника: головні убори, бахіли, фартухи, рукавички та ін. Велика частина з

них зазвичай використовується при виконанні певних медичних маніпуляцій [29]. Приклад медичних аксесуарів представлено на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 – Медичні аксесуари для чоловіків та жінок [27, 25]

Медичний одяг також класифікується за кольоровою гаммою. Білий вже не є єдиним кольором в медичній уніформі, але є деякі правила, що до кольорової гамми одягу медиків.

Медичний халат практично завжди виготовляють в білому кольорі, проте, сучасні фасони можуть мати яскраві вставки, контрастний кант або декор. Також урізноманітнити халат можна за допомогою яскравих гудзиків, вишивок та аплікацій.

Медичні костюми - найбільш актуальний одяг для лікарів стаціонарів: він комфортний, практичний, виглядає стильно, а також дозволяє втілювати будь-які дизайнерські рішення і відтінки. Блузи костюмів можуть мати різну довжину рукавів, фасон і обробку, а також бути з брюками в один тон, і в абсолютно різних кольорах. Медичні працівники дитячих відділень нерідко використовують костюми з принтами або яскравих кольорів. Це допомагає дітям подолати страх «білого халату» і водночас відволікає увагу від певних процедур.

Хірургічні костюми випускаються без наявності будь-якої фурнітури, адже це може становити небезпеку для пацієнта. Таке ж суворе ставлення і до кольорової гами хірургічного одягу: найчастіше костюми блакитні, сині і зелені. Ці кольори не так сильно відбивають світло операційних ламп, як білий, і в той же час не тримають очі медиків в сильній напрузі. Крім того, блакитні та зелені відтінки перешкоджають можливій появі сльозотечі, що вкрай важливо під час проведення операцій [48].

Для подальшого розвитку асортименту медичного одягу розробляються нові методи обробки медичних виробів. Застосовуються різноманітні методи моделювання, для підвищення комфортності. Також новітніми розробками є впровадженні різних за функціональністю та властивостями вставок в конструкцію медичного одягу. Такі вставки можуть бути розроблені з метою збільшення ергономічності рухів працівників (еластичні вставки), а також для надання ділянкам виробу певних антимікробних, крововідштовхувальних, хімістійких властивостей та ін.

Отже, можна зробити висновок, що асортимент одягу для медичного персоналу з кожним роком все більше розширюється. Найбільшої популярності набули медичні костюми. Вони поєднують в собі як функціональні властивості, так і вимоги до естетичного вигляду медпрацівників. За допомогою розширення кольорової гамми виробів медичного призначення, медичні працівники мають змогу виражати свої особисті вподобання та настрої.

1.2 Аналіз матеріалів, що використовуються для виготовлення виробів медичного призначення

Медичний одяг - це професійний одяг лікарів і студентів медичних навчальних закладів. Традиційно одягом лікарів вважається білий халат, введений в медичну практику Більротом [28].

Тканини медичного призначення повинні відрізняються від інших тканин особливими вимогами, а саме [46]:

- здатністю відштовхувати бруд;
- легкість в пранні та стерилізації;
- не обмежувати руху і створювати комфортні температурні умови;
- висока гігієнічність;
- повітре- та паропроникність;
- підходити під певні умови роботи (сильні морози, спека, підвищені «гігієнічні» вимоги);
- мати підвищену зносостійкість;
- відповідати стандартам та мати сертифікацію;
- термостійкість;
- наявність спеціальних захисних властивостей (бактерицидні, крово- та водовідштовхувальні, вологопоглиначі та інші властивості).

Існує чотири основних типи тканин для медичного спецодягу:

1. Бавовна
2. Поліестер
3. Віскоза
4. Спандекс

Виробники медичного спецодягу, як правило, поєднують два або більше типи для досягнення певних властивостей (наприклад, високого комфорту та довговічності за низькою ціною, або більш преміум, як в «спортивному одязі»

відчуттів). Детальніша характеристика властивостей основних видів тканин для медичного одягу представлена на рис. 1.5.

4 MAIN TYPES OF MATERIALS FOR MEDICAL SCRUBS

	Breathable	Moisture-wicking	Easy to Launder	Durable	Wrinkle-resistant	Stretchy	Anti-static
Cotton	✓		✓	✓			✓
Polyester	✓	✓	✓	✓	✓		
Rayon	✓	✓				✓	
Spandex		✓	✓			✓	

Рисунок 1.5 – Характеристика основних видів тканин для медичної уніформи [69]

Бавовна

Найпопулярніша скрізь віків бавовна - м'яка, повітропроникна, довговічна і стійка до статичної електрики. Волокна бавовни, самі по собі, не стійкі до зминання, але за допомогою спеціальної обробки можна покращити цей фактор.

Бавовна також піддається біологічному розкладанню - хоча це одна з екологічно найбільш вимогливих сільськогосподарських культур через кількість води та пестицидів.

Недоліком є те, що 100% бавовняний одяг схильний до усадки. Незважаючи на те, що цей фактор можна покращити за допомогою попередньої усадки тканини, це не означає, що згодом усадка буде нульовою.

Так як вироби медичного призначення піддаються високотемпературному пранню, 100% бавовняні вироби з часом зменшуються в розмірах.

Бавовна - чудовий матеріал для літа, але сам по собі він не є вологовідштовхуючим. З цієї причини виробники зазвичай змішують бавовну з поліестером, щоб надати їй кращі властивості, які допоможуть відводити вологу.

Поліестер

Поліестер - це синтетичний матеріал, міцний, стійкий до змінання, вологовідштовхуючий і простий у догляді.

На відміну від бавовни, поліестерні тканини не є абсорбуючими або схильними до усадки. Сам матеріал насправді є видом пластику, тому він добре протистоїть плямам і швидко сохне. На жаль, поліестер, як правило, зберігає запахи, і його повітропроникність залежить від розміру пряжі та типу переплетення.

Поліестерні тканини, як правило, дешевші, ніж 100% бавовняні, через нижчу вартість обробки.

Використання поліестерних тканин часто призводить до накопичення надлишкової статичної електрики на одязі та тілі, що в свою чергу погано впливає на стан здоров'я людини.

Віскоза

Дане волокно виготовляється з регенованих целюлозних волокон (тобто деревної маси), віскоза - це м'яка, легка та абсорбуюча тканина, яка має багато спільного з бавовною.

Вона широко відома як охолоджуюча тканина, оскільки її тонкі волокна забезпечують хорошу повітропроникність. Віскоза володіє здатністю швидко висихати, тому цей вид волокна є популярним в областях з сухим кліматом. Тим не менш, вона не так добре працює у вологому середовищі, оскільки не відводить вологу. Це саме стосується й інших природніх тканин, наприклад, виготовлених з бамбукового волокна.

Віскоза стійка до зминання і гладка на дотик. Як і бавовна, вона схильна до усадки, тому віскозні тканини найкраще прати в холодному вигляді та сушити в лежачому положенні.

Спандекс

Спандекс - це синтетичне волокно, яке найпопулярніше використовується для додання розтяжності одягу. Він міцний, легкий і може розтягуватися на 100%, не втрачаючи своєї форми. Сам по собі він не стійкий до зминання, але його можна поєднувати з іншими тканинами для досягнення ефекту.

Маленький спандекс проходить довгий шлях. Якщо ви шукаєте уніформу, яка розтягується у всі сторони, то зверніть увагу на вироби з вмістом спандексу або еластану 3-4%. Це додає загальній гнучкості та комфорту медичному одягу. При цьому недоліком тканин з вмістом спандексу є погана повітропроникність, що призводить до дискомфорту при використанні в умовах підвищеної температури клімату.

Сучасні тенденції розвитку ринку тканин медичного призначення свідчать про те, що на зміну бавовняним приходять сумішеві тканини.

Один медичний костюм може бути виготовлений з поліефірно-бавовняної суміші і чудово підходить для жаркого, вологого клімату (наприклад, Сінгапуру). Інші медичні костюми можуть виготовлятися з суміші поліестер-спандекс, щоб надати більшу гнучкість та збільшити діапазон рухів медпрацівника. На рис 1.6 представлені рекомендації використання різних волокнистих сумішей в складі тканин для виробів медичного призначення відносно кліматичних умов експлуатації даних виробів.

BEST MATERIAL FOR SCRUBS

Summer or Hot, Dry Weather	Hot, Humid Climates	Winter or Cold, Dry Weather
<ul style="list-style-type: none"> Polyester-rayon Polyester-viscose Polyester-cotton 	<ul style="list-style-type: none"> Polyester-cotton 	<ul style="list-style-type: none"> A heavyweight cotton-based fabric with minimal polyester or rayon content (ideally $\leq 20\%$)
<p style="text-align: center;">Surgeries</p> <ul style="list-style-type: none"> Disposable scrubs made with a lightweight cotton-polyester blend 		<p style="text-align: center;">Protection against Fluids / Chemicals</p> <ul style="list-style-type: none"> Heavyweight fabric with high polyester content

Рисунок 1.6 – Рекомендації з експлуатації медичної уніформи різного волокнистого складу відносно кліматичних умов [69]

Найкраща тканина медичного спецодягу для літа / жаркої, сухої погоди: суміші поліестер-віскоза або поліестер-бавовна. Вони мають хорошу повітропроникність та вологовідштовхувальні властивості.

Для вологого клімату: поліефірно-бавовняні суміші. Цей тип тканини забезпечує найкращий баланс між повітропроникністю та вологовідштовхувальною властивістю. Найкраще підійдуть легкі тканини з невеликим вмістом спандексу для максимального комфорту та свободи рухів.

Найкраща тканина для зими / холодної, сухої погоди: більш важка тканина на бавовняній основі з мінімальним вмістом поліестеру (бажано $< 20\%$).

Для хірургічних втручань використовують одноразовий хірургічний медичний одяг. Матеріал для хірургічних костюмів, як правило, виготовляється із значно легшої ватно-поліефірної суміші, призначеної для одноразового використання.

Найкраща тканина медичного призначення для захисту від рідин / хімікатів: важка тканина з високим вмістом поліестеру для кращого захисту та стійкості від плям [69].

Найбільшими виробниками медичних тканин є - Китай, Великобританія, Росія, Японія, Південна Корея, Білорусія [6].

Тканини медичного призначення *Carrington* (Керрінгтон) виробництва Великобританії випускаються декількох найменувань різного сировинного складу, поверхневої густини і видів оздоблень. До складу тканин *Extraflex 1* (поверхнева густина 220 г/м²), *Teredo* (поверхнева густина 195 г/м²) і *Alba-2* (поверхнева густина 145 г/м²) входять 65% полієфіру і 35% бавовни. За заявою виробника тканини *Alba-2* і *Extraflex 1* мають водовідштовхувальні обробки, а тканину *Teredo* володіє обробкою легкий догляд, яка дозволяє не прасувати медичний одяг після прання і сушіння в розправленому вигляді [16].

Тканини *Ultra* і *Cooltex 200 plus* мають поверхневу густину 210 г/м² і 200 г/м² відповідно, тканини складаються з 50% поліестеру і 50% бавовни. Виробник заявляє, що тканина *Cooltex 200 plus* має в своїй структурі волокно Tencel®, а тканина *Ultra* має обробку легкий догляд.

Тканини японської компанії *Satory* (Саторі), призначені для пошиття одягу медичного призначення, мають кілька різновидів:

- тканина *Satory satin* - найщільніша з розглянутих тканин (поверхнева густина 190 г/м²), з сировинним складом 50% полієфіру і 50% бавовни;

- тканина *Satory comfort* - більш легкий варіант тканини медичного призначення (поверхнева густина 165 г/м²), по сировинному складу 100% бавовна;

- тканина *Satory* з поверхневою густиною 145 г/м² і сировинним складом 50% полієфір, 50% бавовна.

- тканина *Satory light* є найтоншою тканиною медичного призначення серед тканин *Satory* (поверхнева щільність 115 г/м²). Дана тканина складається з 50% полієфіру і 50% бавовни.

Всі розглянуті варіанти тканин *Satory* володіють водовідштовхувальною обробкою [17].

Фірма ТС (Tici), виробництва Південної Кореї пропонує тканини для форменного і спеціального одягу. Серед всіх тканин можна виділити 4 варіанти з різною поверхневою щільністю. Тканина ТС *Саржа 165* (поверхнева густина 240 г/м^2) складається з 100% бавовни. Далі йдуть тканини *Optima* і *Optima T* з поверхневою густиною 170 г/м^2 і 160 г/м^2 , сировинний склад тканин 65% поліефір і 35% віскозне волокно. Серед найбільш тонких тканин виробника ТС відзначена тканину *Люкс 120* (поверхнева щільність 120 г/м^2), яка складається з 65% поліефіру і 35% бавовни. Тканина *Саржа 165* має водовідштовхувальну обробку, всі інші тканини на додаток до водовідштовхувальних обробок доповнені антистатичними [14].

Одними з лідерів серед російських виробників тканин спеціального медичного призначення є тканини виробництва ТОВ «Чайковський текстиль». Тканини представлені у великому асортименті і підрозділяються в залежності від роду діяльності споживачів. Для пошиття тканин медичного призначення можна виділити 8 варіантів тканин. Для зручності в назві тканини вже вказана їх поверхнева щільність. Виробник виділяє два основних види тканин, призначених для пошиття одягу медичного призначення – *Прем'єр* і *Панацея*.

Найважчою є тканина *Прем'єр cotton 250* з поверхневою густиною тканини 250 г/м^2 , що складається з 100% бавовни. Далі можна виділити тканину *Прем'єр standard 210* (поверхнева густина 210 г/м^2) з сировинним складом 65% поліефіру і 35% бавовни, тканина має водовідштовхувальну і малозминальну обробки. Тканина *Прем'єр TR 190* також складається на 65% з поліефіру і 35% з бавовни. Виробник позиціонує дану модель, як тканину преміум класу для працівників медичних установ. Тканини *Прем'єр standard 180i* і *Прем'єр standard 180 antibacterial* мають такий же сировинний склад, як і попередні зразки (65% поліефіру і 35% бавовни). Тканина *Прем'єр standard 180i* має мінімальну усадку, а *Прем'єр standard 180 antibacterial* володіє антибактеріальним покриттям.

Тканина *Панацея 160* по сировинному складу складається на 65% із полієфіру та на 35% з віскози, а тканина *Панацея cotton rich 150* на 60% складається з бавовни, а на 40% з полієфіру [15].

Отже, тканини медичного призначення виготовляються з бавовни, віскози, поліестера, спандекса. Для покращення властивостей тканин на сьогоднішній час використовують сумішеві тканини. Так як в кожній тканині є свої плюси і мінуси, використання сумішевих тканин допомагає збалансувати показники. На сьогоднішній час найбільш популярними є такі виробники тканин медичного призначення в усьому світі:

- Тканини *Carrington* (Керрінгтон) виробництва Великобританії.
- Тканини японської компанії *Satory* (Саторі).
- Тканини фірми ТС (Тісі), виробництва Південної Кореї.
- Тканини виробництва ТОВ «Чайковський текстиль» в Росії.

1.3 Методи модифікації текстильної сировини та матеріалів з метою отримання антимікробних властивостей

Основним і найбільш перспективним напрямком розширення асортименту і поліпшення властивостей текстильних матеріалів різного складу є не стільки розробка нових видів хімічних речовин для виробництва текстильних волокон, скільки модифікація вже існуючих волокон і готових текстильних матеріалів з метою надання їм нових властивостей.

На даний час найбільшого застосування набули види модифікації з використанням нанотехнологій, на основі використання елементарних нанорозмірних об'єктів – наночастинок, які можуть представляти собою іони металів (Pd/Pt, Ag, Fe, Cu, тощо), органічні та неорганічні сполуки (вітаміни, барвники, оксиди металів), полімерні композиції. Основні види наночастинок, що використовуються в текстильній промисловості, та їх властивості надані в таблиці 1.1.

Властивості наночастинок, що використовуються у текстильному
виробництві [71]

№	Наночастинки	Властивості
1	Ag, Cu	Антибактеріальна обробка
2	Fe	Електропровідні магнітні властивості, дистанційний нагрів.
3	ZnO і TiO ₂	Захист від ультрафіолетового випромінювання, вогнетривкість
4	TiO ₂ і MgO	Хімічні та біологічні захисні властивості, самостерилізуюча функція.
5	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , наночастинки з ПП або ПЕ покриттям	Водовідштовхувальні властивості
6	Наночастинки оксиду олова	Захист від електромагнітного випромінювання
7	Керамічні наночастинки	Підвищення стійкості до стирання.
8	Вуглецеві наночастинки	Підвищення стійкості до стирання, хімоустійкості, електропровідність, забарвлення деяких текстильних виробів.
9	Глиноземні наночастинки	Висока електрична, тепло- та хімоустійкість.

Модифікація текстильних матеріалів з метою надання їм антибактеріальних властивостей може бути здійснена на стадії переробки волокнуотворюючого полімеру в текстильне волокно, а також на стадії обробки готового текстильного волокна, полотна або виробу.

Часто в волокно відбувається впровадження не одного, а декількох антибактеріальних речовин. Такі матеріали більш ефективні, а введення антибактеріального реагента безпосередньо в волокно дозволяє антибактеріальним текстильним матеріалам, одержуваних даних методом, витримувати до 250 циклів прання [5].

Для отримання певних антибактеріальних властивостей текстильних матеріалів перш за все треба врахувати фактори, які впливають на антибактеріальну активність наночастинок. Доведено, що антибактеріальна активність наночастинок металів і оксидів металів залежить від декількох факторів, серед яких найпопулярніші: розмір, форма, концентрація, поверхневий заряд. Фактори, що впливають на антибактеріальні властивості наночастинок представлено на рис. 1.7.

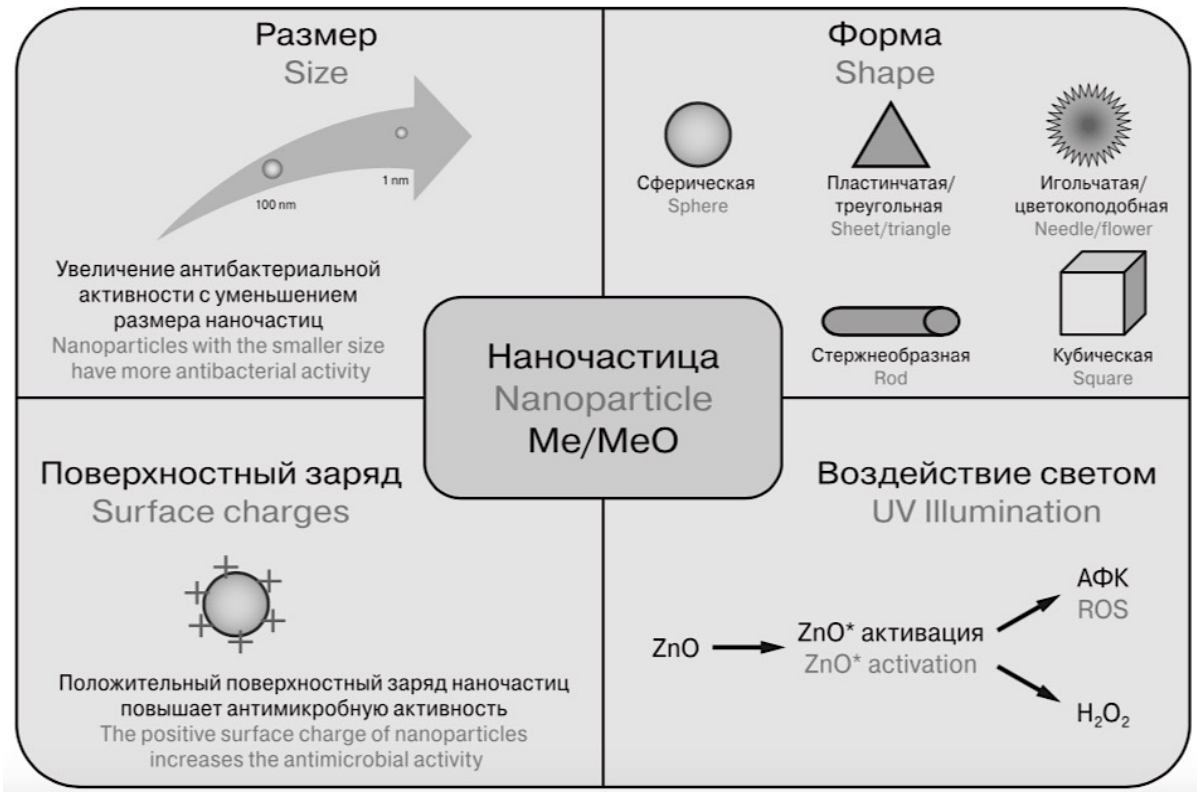


Рисунок 1.7 – Фактори, що впливають на антибактеріальні властивості наночастинок [26]

Розмір наночастинок. Наночастки срібла меншого розміру мають тенденцію посилювати антибактеріальні властивості: частинки розміром від 1 до 10 нм володіють більш ефективними властивостями з точки зору знищення бактерій [52, 57, 74].

Наночастинки ZnO з меншим розміром (наприклад, 8 нм) при меншій концентрації показують вищий відсоток пригнічення бактерій в порівнянні з наночастинками ZnO з більшим розміром (наприклад, 50-70 нм) при їх більшій концентрації [61, 89].

Форма наночастинок. У літературі зустрічаються дані з досліджень, порівняння впливу форми і граней наночастинок на антибактеріальну активність. Встановлено, що кристалічні частинки з високою атомною щільністю і гранню (111) володіють більшою активністю проти бактерій. Наприклад, трикутні наночастинки срібла з гранями (111) мають більш високу щільність атомів і, відповідно, мають більш високу реакційну здібність в порівнянні з наночастинками сферичної і стержнеподібної форми, що мають

грані (100) і (110) і з іонами Ag^+ (в формі AgNO_3). Висока антимікробна активність наночастинок Ag в порівнянні з солями срібла зумовлена великою площею поверхні наночастинок, що забезпечує хороший контакт Ag з мікроорганізмами [60, 80].

Наночастинки ZnO з високою атомною щільністю і гранню (111) у формі стержня або дроту мають більшу антибактеріальну активність, ніж частинки сферичної форми. Також показано, що форма квітки має більшу біоцидну активність проти *S. aureus* і *E. coli*, ніж сферичні і паличкоподібні наночастинки ZnO [65, 89].

Порівняння антибактеріальної активності кубічних і октаедричних кристалів Cu_2O показало, що октаедричні частки з гранями кристала (111) проявляли велику активність, ніж кубічні частинки з гранями (100) кристалічної площини [56].

Поверхневий заряд наночастинок. Антимікробна активність наночастинок також може модулюватися шляхом контролю їх поверхневого заряду. Наприклад, було показано, що наночастинки срібла з позитивним поверхневим зарядом володіють підвищеною антимікробною активністю [58]. Наночастинки ZnO з позитивним поверхневим потенціалом демонструють дуже високу антимікробну активність щодо грамнегативних і грампозитивних бактерій, в той час як наночастинки ZnO того ж розміру, але з негативним поверхневим потенціалом, не виявляють будь-якого значного пригнічення росту мікроорганізмів [80].

Існують наступні шляхи модифікації текстильної поверхні [23]:

- 1) реконструкція хімічної обробки і результуючих функцій;
- 2) використання наночастинок в заключній обробці;
- 3) самоорганізація наношарів.

Матеріали статті представлені в додатку А.

Надання антибактеріальних властивостей текстильним матеріалам можливо на стадії апретування, а саме шляхом нанесення хімічного антибактеріальної речовини на матеріал при фарбуванні.

Даний метод економічно найбільш доцільний, оскільки вимагає перебудови технологічного процесу лише на останньому етапі. Але істотним недоліком даного методу є проблема отримання стійких антибактеріальних покриттів. Це пов'язано з низькою адгезією антибактеріальної речовини до текстильного волокна і вимиванням біоциду з поверхні текстильних матеріалів в процесі експлуатації виробів.

Ще одним методом отримання антибактеріальних текстильних матеріалів, що володіють антистатичними і тепловідбиваючими властивостями, є металізація їх поверхні. Існуючі методи металізації текстильних матеріалів з розчинів електролітів екологічно шкідливі, так як при їх виробництві використовуються агресивні і токсичні речовини, що вимагають утилізації. Текстильні матеріали, металізовані електрохімічним методом, мають жорсткий гриф, а покриття володіє недостатньою адгезією до субстрату. Існує також можливість металізації текстильних матеріалів методом вакуум-термічного осадження. Перевагами методу осадження тонких плівок іонним розпиленням є регульована швидкість осадження і універсальність, яка полягає в тому, що даним методом можливе нанесення чистих металів, сплавів, діелектриків і магнітних композицій. Однак даний метод має недоліки, пов'язаними з нерегульованою енергією осідаючих частинок і отриманням недостатньої чистоти осідаючої плівки [10].

Для металізації текстильних матеріалів застосовується метод магнетронного розпилення, який отримав широке застосування в мікроелектроніці, однак практично не застосовувався в текстильній промисловості. Метод магнетронного розпилення дозволяє наносити на тканини тонкі плівки міді, алюмінію, титану, латуні, срібла, нержавіючої сталі, бронзи та інших металів, і їх сплавів. Даний метод модифікації не передбачає використання додаткових хімічних реагентів, отже, відсутня необхідність в очищенні стічних вод. Однак до недоліків даного методу можна віднести високу тривалість процесу нанесення покриття і складність підготовки зразків

перед нанесенням покриття для отримання бездефектного покриття високої якості [9].

Ще один спосіб отримання антибактеріального текстильного волокнистого матеріалу полягає у відновленні срібла з водного розчину нітрату срібла відновником, в якості якого використовують водний розчин таніну. Закріплення речовини на текстильному матеріалі відбувається шляхом просочення текстилю в водному розчині антимонілтартрата калію, після чого відбувається відділення водної фази, а вологий текстильний матеріал поміщають в нагрітий до 50-100°C водний розчин нітрату срібла з концентрацією 0,1-3,0%. Після просочення здійснюють відділення водної фази і сушка отриманого текстильного матеріалу з нанесеним на нього сріблом з подальшою обробкою водними розчинами гіпохлориту натрію або біхромату калію. Даний метод отримання антибактеріальних текстильних матеріалів дозволяє підвищити стійкість отриманого текстилю до мокрих обробок в процесі експлуатації, а також розширити колірну гамму одержуваних антибактеріальних текстильних матеріалів в бік світлих тонів. Однак дана технологія виробництва не є екологічною, а використання великої кількості хімічних реагентів вимагає додаткових витрат на очищення стічних вод, що виробляються в процесі виробництва [35].

Для отримання антибактеріальних текстильних матеріалів, використовуваних для виготовлення медичних масок, розроблений метод модифікації матеріалу наночастинками срібла із застосуванням обробки ультразвуком. Текстильний матеріал поміщають в розчин нітрату срібла в суміші води та етиленгліколю, після чого матеріал піддається ультразвуковому впливу. Також до вихідної суміші додається гідроксид амонію. Етиленгліколь повинен відновити срібло до металу, однак, внаслідок утворення стійкого комплексу $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, концентрація іонів Ag^+ падає і реакція відновлення протікає дуже повільно. В таких умовах відбувається утворення нанорозмірних частинок срібла. В процесі ультразвукової обробки досягаються температури, достатні для плавлення і карбонізації волокон

тканини в місцях контактів з наночастинками срібла, що свідчить на користь того, що частинки утримуються на поверхні матеріалу за рахунок фізичної адсорбції. Текстильні матеріали, отримані цим методом, мають чудову антибактеріальну активність, процес нанесення наночастинок на поверхню матеріалу проходить в одну стадію і не вимагає використання токсичних реактивів, але значним недоліком даного методу модифікації є те, що модифікований текстиль набуває виражений сірий колір, що обмежує застосування даної технології для виробництва антибактеріальних текстильних матеріалів світлих відтінків [36].

Ще одним з способів модифікації текстильних волокон і матеріалів є спосіб з застосуванням високочастотних (ВЧ) розрядів. На відміну від традиційних методів обробки, електрофізичні методи, в тому числі плазмові, більш ефективні і вимагають вкладення лише одноразових інвестицій.

Зміна поверхневих властивостей текстильних матеріалів є необхідною умовою для подальшої модифікації текстильних полотен різними хімічними складами, які використовуються для просочення текстилю з метою наділення його антибактеріальними властивостями. Це є особливо актуальним для текстильних матеріалів, що мають в своєму складі синтетичні волокна, поверхня яких за своєю природою інертна і потребує активації. Крім того, існує необхідність отримання антибактеріальних текстильних матеріалів з стійкими в часі властивостями.

Обробка текстильних матеріалів плазмою високочастотного ємнісного розряду зниженого тиску дозволяє цілеспрямовано змінювати поверхневі властивості, підвищити адгезійні і сорбційні характеристики, поліпшити фізичні і механічні властивості волокон і ниток [12].

На основі проведеного аналізу видів модифікації текстильних матеріалів наночастинками виділено основні переваги і недоліки використання кожного з них, які представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Методи наномодифікації текстильних матеріалів [23]

Найменування методу наномодифікації	Переваги	Недоліки
Нанесення модифікуючого розчину у вигляді спрею	Легкість та доступність нанесення, широкий спектр застосування	Недовговічність
Плазмовий метод	Досягається стійкий антибактеріальний ефект, і високий рівень закріплення наночастинок металу в структурі текстильних матеріалів	Необхідність спеціалізованого обладнання, затратність, небезпека для навколишнього середовища і здоров'я людини
Відновлення металу з водного розчину	Висока стійкість модифікованого текстилю до вологих обробок в процесі експлуатації, розширення кольорової гама текстильних матеріалів в бік світлих тонів	Існують екологічні ризики, використання великої кількості хімічних реагентів, великі витрати на очищення стічних вод
Замочування в контейнері з подальшим етапом сушіння	Відсутність складних хімічних обробок і екологічних ризиків	Важко забезпечити достатню стійкість наночастинок на поверхні волокон
Введення наномодифікатора у суміш для фарбування	Простота технологічної реалізації методу	Невисока стійкість антибактеріальних покриттів
Метод магнетронного розпилення металів і їх сплавів	Відсутність використання допоміжних реагентів, висока екологічність	Складність підготовки зразків для отримання бездефектного покриття
Метод вакуум-термічного осадження	Нанесення надтонких шарів металу на текстильні матеріали, універсальність, стійкість до вимивання.	Нерегульована енергія осідаючих частинок і отримання недостатньої чистоти осідаючої плівки
Нанесення за допомогою ультразвуку	Не вимагає використання токсичних реактивів	Обмеження кольорової гама текстильних матеріалів
Трансферний друк	Універсальність	Необхідність у спеціальних фіксаторах

Отже, на сьогоднішній час існують наступні шляхи модифікації текстильної поверхні: реконструкція хімічної обробки і результуючих функцій; використання наночастинок в заключній обробці; самоорганізація наночастинок. Для модифікації текстильних матеріалів та волокон найчастіше використовують методи наномодифікації. В ході роботи було проаналізовано основні види наномодифікації текстильних матеріалів і виявлено їхні переваги та недоліки.

Висновки до розділу 1

На даний момент весь світ сконцентрований на розробці захисного медичного одягу, так як ця проблема є актуальною тепер, як ніколи раніше. Вирішення питань захисту медперсоналу і пацієнтів все більше набирає попиту. Що в свою чергу призводить до колосальних змін в уніформі медпрацівника. Асортимент одягу для медичного персоналу з кожним роком все більше розширюється. На заміни білому халату прийшли костюми і комбінезони, урізноманітненні конструктивно-декоративними елементами. Значно розширилася кольорова гамма, що в свою чергу позитивно вплинуло не тільки на працівників, але і на пацієнтів.

Високого технічного прогресу досягла сфера виготовлення медичних тканин. В усьому світі почали широко використовувати сумішеві тканини для досягнення кращих властивостей. У сумішевих тканин безліч переваг: вони гігроскопічні, як бавовняні, так само "дихають", але набагато менше мнуться і не зсідують при пранні, тримають форму виробу. Сумішеві тканини останнім часом набули особливої популярності, тому що за ними дуже легко доглядати, вони зручні, приємні на дотик, довговічні.

Для покращення властивостей тканин використовують різноманітні методи модифікації текстильних матеріалів та волокон. Розробки в цьому напрямку не тільки допомагають вдосконалити вже існуючі властивості текстилю, але і створити нові.

На даний час найбільшого застосування набули види модифікації з використанням нанотехнологій, на основі використання елементарних нанорозмірних об'єктів – наночастинок, які можуть представляти собою іони металів (Pd/Pt, Ag, Fe, Cu, тощо), органічні та неорганічні сполуки (вітаміни, барвники, оксиди металів), полімерні композиції.

Для виготовлення медичного текстилю найбільш актуальною є модифікація текстильних матеріалів з наданням антибактерицидних властивостей. Вона може бути здійснена як на стадії формування волокна з полімерного розчину, так і при фінішній обробці текстильного матеріалу чи виробу.

Часто в волокно відбувається впровадження не одного, а декількох антибактеріальних речовин. Це дозволяє розширити спектр властивостей текстильного матеріалу. Використання двох чи більше речовин при наномодифікації текстильного матеріалу також дозволяє посилити властивості певного реагента, що в свою чергу дає змогу витримувати більшу кількість циклів прання.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НАНОМОДИФІКОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛЮДИНИ В НЬОМУ

2.1 Аналіз факторів негативного впливу

Останні роки гігантськими кроками йде прогрес розвитку нанотехнологій, «тобто технологій спрямованих на отримання і застосування речовин і матеріалів в діапазоні розмірів до 100 нм [31]. Одним з головних напрямків розвитку нанотехнологій вважається розробка нових дешевих продуктів харчування, лікарських препаратів, предметів народного вжитку, тобто всього, що є життєво важливим для людини. У зв'язку з цим слід підкреслити, що численні переваги нанотехнологій не повинні заступати їх можливий негативний вплив на здоров'я населення.

Наноекологія (екологія наноіндустрії) - новий розділ екологічних досліджень, предметом яких є потенціал і ризики, зовнішні і внутрішні ефекти глобальної наноіндустріалізації для навколишнього середовища людської життєдіяльності, а також проблеми впливу нанотехнологій і наноматеріалів на здоров'я людей в цілях розробки ефективних нормативів і стандартів. Даний напрямок наукового пошуку знаходиться поки в стадії формування, проте багато актуальних проблем вже обговорюються науковою медичною громадськістю [38].

Наночастки в навколишньому середовищі - явище не нове. На сьогоднішній час крім природних джерел надходження наночастинок існує безліч джерел ненавмисного антропогенного забруднення навколишнього середовища. З початком ери нанотехнологій до них додається ціла низка навмисно створених джерел надходження нанооб'єктів в різні природні середовища (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Джерела надходження наночастинок в навколишнє середовище [19]

Природні	Антропогенні	
	Ненавмисні	Навмисні
Кластеризація в газах і утворення аерозолів	Зпалювання пального в двигунах, на енергостанціях і ін.	Сконструйовані наноб'єкти
Лісові пожежі	Зпалювання мусора	Фулерени
Вулканічні викиди	Зварювання, пайка	Нанотрубки
Пил, піднятий з поверхні, взмучування вод	Видобуток корисних копалин, кар'єри, шахти	Неорганічні нанокристали, квантові точки
Віруси	Побутові відходи	ліки «точного» дії
Продукти життєдіяльності (Плівки, колоїди і т.д.)	Промислове виробництво, будівництво	Наноплівки, міцели, колоїди
Біоб'єкти (пиліок рослин, спори, бактерії і т.д.)	Приготування їжі та інші побутові потреби	Застосування нанотехнологій в побуті

Надходження наноб'єктів в організм людини не відрізняється від надходження інших забруднень і відбувається:

- через дихальні шляхи (домашній текстиль);
- з водою і їжею через кишковий тракт;
- через шкірні покриви (одяг, білизна) і слизові оболонки;
- від забруднених поверхонь.

У той же час наноб'єктів можуть надходити в організм людини не як забруднення, а з інших причин:

- при використанні наноліків, нанокосметики, нанотекстиля;
- при постійному контакті з побутовими предметами та матеріалами, що містять наноб'єкти та наночастинки.

Схема міграції наночастинок в навколишньому середовищі представлена на рисунку 2.1.

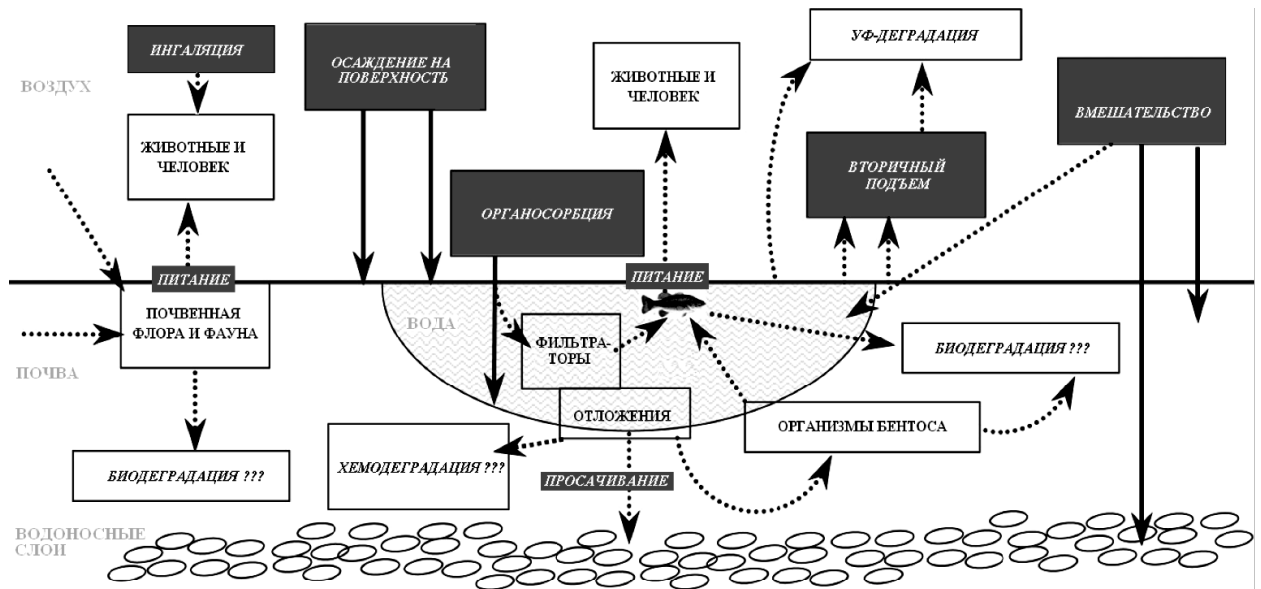


Рисунок 2.1 – Шляхи міграції наночастинок, підтверджені експериментально (суцільна лінія) і передбачувані (точки) [19]

Нечисленні, несистемні дослідження по вивченню впливу нанооб'єктів на тварин і людей все ж дозволяють зробити наступні висновки, які обов'язково необхідно враховувати:

- разове надходження нанооб'єктів в організм викликає небажані зміни, інтенсивність яких залежить від концентрації нанооб'єктів;
- нанооб'єкти мають властивість накопичуватися в органах і тканинах (кістковий мозок, нервові клітини центральної і периферичної нервових систем, лімфовузлах, мозку, легенів, печінки, нирках).

Всередину живої клітини нанооб'єкти проникають, долаючи блокбар'єри. При цьому вони можуть:

- впливати на складові живої клітини, порушуючи їх в основному за рахунок генерації активних частинок (радикали, різні форми кисню, перекису);
- проникати всередину митохондрій і блокувати їх активну функцію;
- викликати пошкодження ДНК, блокувати активність рибосом [19].

Особливе занепокоєння викликає те, що швидка розробка і впровадження нанотехнологій відбувається без фундаментального аналізу їх впливу на організм людини і з відсутністю критеріїв оцінки їх безпеки.

Однак процес оцінки нанотехнологій утруднений через незвичайної поведінки наноматеріалів. Проте, оцінка ризику повинна проводитися на кожному етапі розробки і впровадження нанотехнологій, не можна допустити безконтрольного використання потенційно небезпечних технологій.

Зараз вирішальне значення набуває соціальний досвід аналізу технологічних ризиків в цілому. Технологічні ризики в сучасному суспільстві мають деякі характерні особливості, що впливає на способи попереднього наукового дослідження їх наслідків та оцінку техніки, а також на суспільне сприйняття цих ризиків. Серед цих характерних особливостей, зокрема, наступні:

- великий спектр несприятливих наслідків аж до глобальних (наприклад, поширення аерозолів в атмосфері або океанах);
- зростання тривалості технологічного впливу (наприклад, через стійкості хімікатів);
- безмірне збільшення числа людей, схильних до можливих небезпек, аж до всього сучасного і майбутнього людства;
- відстрочені ефекти: часто відчутної шкоди може проявитися тільки через десятки років (прикладом є історія з хлорфторвуглецьми, що роз'їдають озоновий шар і з асбестом);
- труднощі з з'ясуванням причинного зв'язку з огляду на досить складні і важко відтворювані ланцюгові подій (приклад: «коров'ячий сказ» - коров'яча губчаста енцефалопатія, КГЕ);
- недолік або навіть відсутність здатності сприймати небезпеку за допомогою людських органів почуттів (наприклад, в разі радіоактивного випромінювання);
- неточність відповідальності внаслідок складних причинно-наслідкових зв'язків і великого числа діючих в технологічних процесах осіб;
- незворотність ризиків (наприклад, генетично змінені організми після їх повернення в природне середовище вже не можуть повноцінно асимілюватися з нею знову);

- відсутність точного знання про можливі несприятливі наслідки або масштаби можливого збитку.

Аналіз застосування традиційної методології оцінки ризиків для наноматеріалів. Питання про можливість застосування методології оцінки ризиків для наноматеріалів був поставлений в роботі [31]. «Для наноматеріалів в зв'язку з особливостями їх будови і поведінки дана методологія може бути застосована обмежено (або незастосовна) в зв'язку з наступними причинами:

- токсикологічні властивості наноматеріалів є результатом не тільки їх хімічного складу, але і інших особливостей, таких як розмір, форма, склад, хімічна реактивність і ін.;

- токсичність наноматеріалів не може бути оцінена щодо масової концентрації, так як визначальними властивостями можуть бути величина площі або число наночастинок (наноматеріали можуть бути токсичними, тоді як еквівалент у звичайній формі в цій же концентрації безпечний);

- відсутні стандартизовані індикатори нанотоксичності, що враховують розмір, форму, склад, хімічну реактивність і ін.;

- відсутні надійні дані про органи-мішені дії конкретних наноматеріалів;

- методи виявлення, ідентифікації та кількісного визначення в об'єктах навколишнього середовища, харчових продуктів і біосередовищах, які могли б достовірно відрізнити їх від хімічних аналогів в макродисперсній формі, слабо відпрацьовані;

- відсутні або недоступні нові бази даних і математичні моделі, які спираються на досягнення біоінформатики і на експериментальні дані по токсичності окремих наноматеріалів».

Можна ще додати, що унікальні властивості кожного виду і потенційна рухливість створених наночастинок, поряд з відсутністю мобільних моніторів для їх виявлення, створюють складні проблеми для оцінки наноматеріалів в процесі всього їх життєвого циклу.

На сьогоднішній час вже існують отримані наукові дані про шкідливий вплив продуктів нанотехнологій на живі організми (таблиця 2.2) [8].

Приклади впливу наночастинок на живі організми [43]

№ з/п	Наночастинки	Вид і час дії	Реакція організму	Об'єкт
1	Срібло, розміром 19,8-64,9 нм, концентрація (часток / см ³): 1,73 · 10 ⁴ 1,27 · 10 ⁵ 1,32 · 10 ⁶	Інгаляція 28 днів: 5 днів по 6 годин, далі з перервами 2 дня	Осідають в печінці, проникають в нюхову цибулину головного мозку, довго зберігають токсичні властивості. Збільшення в сироватці крові: γ-глутамілтрансферази, нейтро- і еозинофілів загального гемоглобіну кальцію і загального білка	Щури ж. особини ж. особини обидві статі
2	Нанокристали напівпровідникові, що містять CdSe/ZnS, ультратонкі з діаметром 3,2 нм, фосфоліпід-інкапсулюванні, водний розчин з концентрацією 7 мг/м ³	Інгаляція інтраназальна 3 години інгалятором зі швидкістю потоку 8 л/хв	Проникає через нюховий тракт в головний мозок і центральну нервову систему. У період до 5 годин після впливу знайдено в селезінці, нирках, легенях. Збільшення маси і некроз гепатоцитів в печінці. Підвищення лактат- і гідроксібутірат-дегідрогенази в сироватці крові (25 нм)	Тварини
3	Наночастки TiO ₂ Розмір 25 і 80 нм в дозі 5000 мг/кг Ультратонкі частинки TiO ₂ (0,8 мкм, 10 мг/м ³)	Одноразове пероральне введення in vivo Інгаляція протягом 1 року	Стимулюють вироблення вільних радикалів і володіють сильним окислювальним ефектом. Накопичення в селезінці, нирках і легенях, підвищення в сироватці крові лактатдегідрогенази і гідроксібутіратдегідрогенази (25 нм), збільшення маси печінки і некроз гепатоцитів (80 нм). Зниження тривалості життя, зниження маси тіла, запальні зміни, епітеліальна поліферація і фібропроліферативное пошкодження легенів	Щури

Продовження таблиці 2.2

4	Оксид цинку (71 нм), концентрація 10-14 мкг/мл	In vitro протягом 24 годин Електрофорез одиночних клітин в гелі	Зниження життєздатності клітин. Оксидативний стрес визначений за рівнем глутатіона, малонового діальдегіду та лактатдегідрогенази. Пошкодження ДНК	Культура клітин бронхоальвелярної карциноми людини
5	Діоксид кремнія, розмір 15 і 46 нм,	In vitro протягом 48 годин	Дозозалежний цитотоксичний ефект і оксидативний стрес	Культура клітин бронхоаль-

	дози 10 і 100 мкг/мл			велярної карциноми людини
6	Золото 1,5 нм в концентрації 10 ppm (частинок/млн) 0,8 нм в концентрації 400 ppm (частинок/млрд)	Протягом 5 днів	Загибель ембріонів. Виражений тератогенний ефект незалежно від розміру	Ембріони гірелли полосатої
7	Алюміній 10 нм 10-100 мкг/мл 5 мл/кг	In vitro На 90-й день	Пригнічується синтез м-РНК, викликається проліферація. В альвеолярному просторі легенів агрегація частинок чорного кольору на макрофагах, формування гранульом в основному під епітелієм бронхів, частина на бронхах у вигляді поліпів. Гранульоми представляли собою конгломерат макрофагів з чорними частинами, з невеликою кількістю лімфоцитів, нейтрофілів, еозинофілів і інших клітин з запаленням	Тварини
8	Вуглецеві нанотрубки, що містять залізо (26,9 %). Доза 5 мг/кг	8-12 годин	Млявість, гіпотермія, тремор при доторканні, пліоекеркція. Гранульоми в легневих тканин	Тварини

Матеріали статті представлені в додатку Б.

Хімічний склад, розміри і форма - ось ті основні параметри наночастинок, які визначають їх токсичність. Зауважимо, що при однаковому хімічному складі властивості наночастинок і їх мікроаналогів відрізняються, наприклад, наночастинки золота і срібла (див. таб. 2.1) згубні для живого організму, в той час їх мікрочастинки мають корисні властивості.

Головною особливістю наночастинок є їх розміри, які хоча б в одному напрямку не повинні перевищувати 100 нм. При цьому дрібні наночастинки веретеноподібної форми викликають більш руйнуючий ефект в організмі, ніж подібні їм частки сферичної форми. Фізично це можна пояснити так. Веретеноподібні наночастинки мають велику питому поверхню (відношення

площі поверхні до маси S/m) і кривизну поверхні, яка змінює розташування електронів і створює дипольні моменти, що збільшують активність наночастинок [20]. Основні характеристики, які впливають на токсичність наночастинок представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Основні характеристики, що впливають на ступінь небезпеки наноструктур, які слід враховувати [39]

Фізичні	Фізико-хімічні	Екологічні	Молекулярно-біологічні	Цитологічні	Токсикологічні
Розмір	Розчинність в воді	Світовий обсяг виробництва	Взаємодія з ДНК	Здатність до трансформації	Посилення проникності бар'єрів клітин
Форма	Розчинність в біологічних рідинах. Заряд наноструктур. Генерація вільних радикалів	Накопичення в організмах, ґрунті і зовнішньому середовищі	Взаємодія з мембранами. Взаємодія з білками	Цитотоксичність. Вплив на протеомний і метаболомний профіль	Гостра і хронічна токсичність. Накопичення в клітинах

В результаті своїх унікальних структурних і функціональних властивостей наночастинки володіють більш високою токсичністю в порівнянні зі звичайними мікрочастинками. Вони здатні проникати в незмінному вигляді через клітинні бар'єри, через гематоенцефалічний бар'єр в центральну нервову систему, циркулювати і накопичуватися в органах і тканинах, викликаючи виражені патоморфологічні ураження внутрішніх органів, а також володіють тривалим періодом напіввиведення. Крім того, наночастки не викликають захисної імунної реакції організму, вони настільки малі, що організм «не бачить» наночастинок.

Необхідно враховувати і можливий вплив продуктів нанотехнологій на генні структури і механізми синтезу білка, то є ризик не тільки для людей, що піддаються в даний час впливу цих продуктів, а й віддаленого впливу на потомство [21].

Як і всі нанопродукти по висловленим раніше загальним міркувань, так і за специфічним використання текстиль в різних формах, одяг, взуття, які все більше виготовляються із застосуванням нанотехнологій і містять наночастинки, представляють певну небезпеку як для навколишнього середовища, так і для здоров'я людини. Так одяг, нижня і постільна білизна, головні убори, взуття контактують безпосередньо або опосередковано з шкірою людини, домашній текстиль формує середовище проживання людини, гігієнічний текстиль особливо «тісно пов'язаний» з людиною. Звичайно, що для всіх видів текстилю, одягу, взуття, головних уборів існують системи сертифікації, в тому числі, в основу яких покладені принципи безпеки виробів для здоров'я людини.

Найбільшою популярністю користується система ЕКОТЕКС (100 і 200), в основу якої покладена дуже розумна оцінка безпеки текстилю для здоров'я людини в залежності від області застосування текстилю. Всі вироби з точки зору небезпеки для здоров'я людини діляться на наступні групи:

- дитячий асортимент (найжорсткіші вимоги);
- вироби, значна частина поверхні яких контактує зі шкірою людини (вимоги жорсткі);
- вироби, що не контактують з шкірою людини (вимоги м'які);
- домашній текстиль: килими, порт'єри, штори та ін. (Вимоги жорсткі, але контроль націлений за виділенням летючих продуктів в атмосферу, наприклад, формальдегід).

Екотекс-100 описує вимоги (норми) по вмісту хімічних речовин (барвники, апретами, метали, органіка та ін.) в текстилі, а Екотекс-200 методи визначення вмісту хімічних речовин в текстилі і в повітрі при їх емісії. Системою користуються ~ 80% європейських виробників і споживачів текстилю. Але ця система була сформована ще до ери нанотехнологій і зараз, звичайно, вимагає коригування, як з точки зору асортименту використовуваних наночастинок, так і методів їх виявлення та коригування норм вмісту.

Оскільки нанотехнології приходять на фабрики текстильної промисловості, то і самі нанотехнології повинні бути взяті під контроль і повинні отримувати ліцензію на безпеку застосування для персоналу фабрик і для навколишнього середовища (стоки, викиди в атмосферу).

Як і в разі інших нанопродуктів і нанотекстиль з точки зору його небезпеки і безпеки вивчений дуже слабо. Звичайно, переважає асигнування на розробку технологій і просування на ринок нанопродукції.

Але нанотекстиль не тільки може бути небезпечний для здоров'я людини, але і, навпаки, захищати його (захисний нанотекстиль) від мікробів, вірусів, різних видів випромінювання, куль, отруйних речовин, холоду і перегріву та ін. А медичний і лікувальний нанотекстиль знаходить найширше застосування в медицині (захисний одяг медперсоналу, натільна і постільна білизна для хворих, лікувальні пов'язки, штучні судини, елементи протезів різного виду, аж до пристроїв для коригування роботи серця, артерій і вен) [19].

Отже, шкідливий вплив наночастинок та наномодифікованих матеріалів на організм людини і навколишнього середовища очевидний. Але при правильному та більшому дослідженні цієї сфери можна уникнути загроз, так як не всі наночастинки є шкідливим для організму людини. Навпаки більшість з них приносить велику користь для захисту організму та очищення природи, що в свою чергу може призвести до значного поштовху в боротьбі з природними катастрофами та всесвітнім забрудненням довкілля.

2.2 Розробка методу модифікації наночастинками металів

2.2.1 Класифікація і властивості наночастинок металів

Нанотехнології - це технології, що включають розробку, виробництво і застосування матеріалів, які мають структури, частки, волокна розміром менше 100 нм [53].

Наноматеріали - натуральний, випадковий або вироблений матеріал, що містить частинки в незв'язаному стані або у вигляді агломерату, в яких не менше 50% часток в розподілі за розмірами знаходяться в діапазоні розмірів від 1 до 100 нм [76]. Наночастки представляють собою клас частинок, розміри яких у всіх трьох вимірах менше 100 нм [63].

Залежно від розмірності наноматеріали можуть бути нуль-, одно-, дво- і тривимірні (0D, 1D, 2D або 3D) [92]. У 0D-наноматеріалах всі розміри вимірюються в межах нанорозміру (ніякі розміри не перевищують 100 нм). Прикладами можуть бути наночастинки ZnO (30-63нм), [70] ZnO (20-40 нм) [55]. Класифікація наночастинок представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Класифікація наночастинок [1]

Вид наночастинок	Різновиди
Біологічні і біогенні наночастинки	Ферменти, білки, рибосоми, віруси
Полімерні наночастинки	Поліетиленгліколь, полігліколева і полімолочна кислоти
Дендримери	Поліамідоамін, лізин
Вуглецеві наночастинки	Нанотрубки, фулерени
Неорганічні наночастинки	Наночастки металів: золото, срібло, платина, титан, цинк, залізо, оксид кремнію
Квантові точки	Напівпровідникові нанокристали
Супермагнітні наночастинки	Магнетит (суміш різних оксидів заліза)
Полімерні міцели	Міцели - переносники гідрофобних лікарських препаратів
Ліпосоми	Малі, великі і багатошарові ліпосоми
Перфторуглеродні наночастинки	Наночастки, що складаються з рідкого перфторуглеродного ядра, покриті ліпідним моношаром

За складом виділяють основні три групи наночастинок: вуглецеві, металовмісні і полімерні наночастинки. Вуглецеві наноматеріали включають фулерени, нанотрубки, графени і складаються виключно з атомів вуглецю, що утворюють п'яти- і шестикутники, в яких кожен вуглець має sp^2 -гібридизацію

[49]. Металеві наночастинки виготовляються з металів, оксидів, інтерметалідів, сплавів. Завдяки добре відомим характеристикам локалізованого поверхневого плазмового резонансу, ці наночастинки мають унікальні оптикоелектричні властивості. В даний час синтезують найрізноманітніші частинки, включаючи Au, ZnO, Pt, Fe₃O₄, TiO₂ [4].

Керамічні наночастинки представляють собою неорганічні неметалеві тверді частинки, синтезовані шляхом нагрівання і послідовного охолодження. Вони можуть бути добути в аморфній, полікристалічній, щільній, пористій або порожнистій формах [88]. Тому ці наночастинки привертають велику увагу дослідників через їх використання в таких додатках, як каталіз, фотокаталіз, фотодеградація барвників і зображень [91].

Полімерні наночастинки мають органічну основу, і в основному це наносферна або нанокапсулярна форма [67]. Перші являють собою частинки матриці, загальна маса яких, як правило, є твердою, а інші молекули адсорбуються на зовнішньому кордоні сферичної поверхні. В останньому випадку тверда маса повністю інкапсулюється всередині частинки [81].

Наночастки на основі ліпідів містять ліпідні фрагменти і ефективно використовуються в багатьох біомедичних сферах. Як правило, ліпідні наночастки сферичні з діаметром в діапазоні від 10 до 1000 нм. Як і полімерні наночастинки, ліпідні мають тверде ядро з ліпиду, а матриця містить розчинні ліпофільні молекули [83]. Ліпідна нанотехнологія [68] являє собою особливу область, яка фокусується на розробці і синтезі ліпідних наночастинок для різних застосувань, таких як переноска і доставка ліків [78].

2.2.2 Застосування наночастинок ZnO

Наночастинки ZnO представляють собою частинки, які мають хоча б один розмірний параметр менше 100 нанометрів. Вони характеризуються великою площею питомої поверхні щодо своїх розмірів, що визначає їх

унікальні функціональні властивості. Наночастинки ZnO мають різноманітну групу морфології зростання: квантові точки, наносфери, кольоровоподібні структури, нанострічки, нанодроти, наностержні, нанотрубки, кластери з наноголками, нановіскери, нанопластили, нанолистки, нанопластили, мезопористі мікросфери тощо [54]. Однак точні фізичні та хімічні властивості наночастинки ZnO залежать від різних способів їх синтезу.

Для синтезу наночастинок ZnO можуть використовуватися різні методи, але ці методи в цілому поділяються на два основні підходи: «знизу-вгору» і «зверху-вниз» [95]. Перший використовує атоми і молекули для створення наноструктур, які можуть бути отримані хімічним синтезом, біологічними методами або контрольованим осадженням і зростанням. Серед фізичного синтезу наноматеріалів цинку можна виділити такі методи, як фізичне осадження з парової фази, дугового-плазмовий метод, термічне випаровування, ультразвукове опромінення.

Термічне випаровування - процес, в якому конденсований або порошкоподібний вихідний матеріал випаровується при підвищеній температурі, а потім утворюється парова фаза конденсується при певних умовах, таких як температура, тиск, атмосфера [79]. Метод термічного випаровування простий, недорогий, без застосування каталізаторів і може бути використаний для виготовлення нанотрубок ZnO в промисловому масштабі.

Плазмохімічний синтез використовує плазму дугового або тліючого (звичайного, високочастотного або надвисокочастотного) розрядів. Високотемпературна плазма (до 10^4 K) забезпечує перехід сировини в газоподібний стан з високою швидкістю (час реакції - 0,001 с). Матеріал швидко охолоджується і кристалізується, і утворюється нанопорошок. Частилки мають правильну форму і розміри від 10 до 200 нм. [84].

Хімічні методи на водній основі володіють численними перевагами, такими як екологічність, використання дешевих і зручних в обігу реагентів, а також нескладного устаткування, і вони одночасно вимагають тільки низької

витрати енергії. Крім того, вони дозволяють легко адаптувати параметри синтезу протягом усього процесу, що допомагає отримати контроль над складом, формою і розміром одержуваних наноматеріалів. Серед хімічних методів можна виділити мікроемульсію, золь-гель синтез, осадження, гідротермальний та сольватермічний методи [93].

Осадження включає реакцію солей цинку, таких як $Zn(NO_3)_2$, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ з лугами $LiOH$, NH_4OH і $NaOH$ [90]. Формування стабільного колоїду наночастинок ZnO зазвичай проводять в спиртовому розчині, оскільки $Zn(OH)_2$ утворюється з водних розчинів. Отримання наночастинок оксиду цинку з різною морфологією можливо шляхом контролю різних параметрів процесу осадження, таких як концентрація розчину, рН, середовище або температура проколювання [62].

Також можливе використання різних попередників оксиду цинку, таких як нітрат, хлорид, сульфат і ацетат цинку [77], а найбільш вузький розподіл мають частки, отримані з ацетатного прекурсора - середній розмір 25 нм у порівнянні з 10-30 і 80-100 нм для частинок, отриманих осадженням з використанням хлоридних і сульфатних попередників, відповідно. На підставі цих результатів можна зробити висновок, що успішний синтез осідаючих частинок залежить від правильного вибору прекурсора наночастинок цинку.

2.2.3 Застосування наночастинок ZnO

Наночастки ZnO проявляють особливі каталітичні, оптичні, антимікробні, ранозагоювальні та протизапальні властивості, завдяки чому вони широко використовуються в біомедицині, косметології та відновленні навколишнього середовища. Так, завдяки антибактеріальним властивостям вони використовуються для очищення повітря і води, для фільтрації, в упаковці харчових продуктів, для текстильних або тканинних покриттів [84].

Його антимікробні, дезінфікуючі і підсушувальні властивості роблять ZnO придатним для фармацевтичних продуктів, в основному у вигляді мазей

і кремів [75]. У косметичному секторі ZnO використовується в якості барвника або наповнювача, в сонцезахисних кремах як УФ-блокатора [72], а також в якості заспокійливого і захисного покриття від роздратування і стирання шкіри.

Гетерогенний фотокаталіз, в якому використовуються напівпровідникові каталізатори, включаючи ZnO і ZnS, продемонстрував свою ефективність в розкладанні широкого спектру органічних сполук в біорозкладаючих з'єднаннях і в кінцевому підсумку перетворив їх в нешкідливі вуглекислий газ і воду [51]. В області фотокаталізу сьогодні ZnO став основним кандидатом в системі екологічного менеджменту навколишнього середовища через його нетоксичність, рентабельність, значення ширини забороненої зони, близької до УФ (3,37 eV), його чудову здатності рости в багатьох різних наноструктурованих формах (дроти, стержні), висока окислювальна здатність, хімічна і оптична стабільність [64].

Одним з найбільш важливих підходів до енергозбереження в промисловості є використання мастильних матеріалів для зменшення тертя, регулювання тепла і поліпшення теплообміну. Серед різних методів поліпшення теплопередачі рідин додавання твердих частинок розміром від 1 до 100 нм і приготуванні нанорідин привернули увагу багатьох дослідників в останні десятиліття.

2.2.4 Антибактеріальні властивості наночастинок ZnO

Поява патогенних бактерій, стійких до протимікробних препаратів, стало серйозною проблемою для здоров'я. Мається на увазі, що більш 70% бактерій, що викликають отруєння і інфекцію, стійкі до одного або декількох протимікробних агентів, які зазвичай використовуються для інфекційного

лікування отруєнь. Розробка нових і ефективних протимікробних препаратів, мабуть, має першорядне значення.

Склад, форма, заряд і розмір наночастинок є ключовими факторами, що впливають на ефективність протимікробних препаратів [87].

Поряд з наночастинками TiO_2 , що мають високу антимікробну і протигрибкову [66] активність, наночастинки ZnO мають переваги. Безпека ZnO і його сумісність зі шкірою людини роблять його підходящою добавкою для застосування в харчових продуктах і поверхнях, що стикаються з тілом людини. Наночастинки ZnO проявляють антибактеріальну дію на грампозитивні і грамнегативні бактерії, а також на спори, які стійкі до високої температури і високого тиску. Була показана ефективна антибактеріальна активність наночастинок ZnO (12 нм) в порівнянні з мікрочастинками (2 мкм) [73]. В роботі [97] досліджували вплив концентрації та розміру частинок на антибактеріальну активність ZnO проти *S.aureus* і *E.coli*. На підставі його результатів було виявлено, що антибактеріальна активність ZnO зростала зі зменшенням розміру частинок від 100 до 800 нм і збільшенням концентрації порошку від 0,001 до 10 мг / л. В роботі [50] була показана порівняльна антимікробна активність наночастинок ZnO , CuO і Fe_2O_3 проти грамнегативних (*E.coli* і *P.aeruginosa*) і грампозитивних (*S.aureus* і *B.subtilis*) бактерій. Згідно з результатами, найбільша антибактеріальна активність була відзначена для наночастинок ZnO , тоді як наночастинки Fe_2O_3 проявляли найменший бактерицидний ефект.

Пептонний розчин являє собою живильний розчин і традиційно використовується для культивації багатьох бактерій. Синтетичні пептони, суміш амінокислот з заданим вмістом електролітів, також може бути використаний для культивації організмів і в якості середовища для оцінки токсичності наночастинок. Однак, вихідними даними для біологічного тестування є не тільки вихідні характеристики наночастинок, але і їх дисперсійні і електрокінетичні властивості при взаємодії у водному середовищі з амінокислотами [59].

Наночастки ZnO знижують життєздатність бактерій, однак основний і точний механізм його антибактеріальної активності не був добре зрозумілий. Серед механізмів антимікробної дії наночастинок були запропоновані виділення токсичних іонів металів в результаті розчинення наночастинок і окислювальний стрес в результаті утворення активних форм кисню (АФК) на поверхні наночастинок. Крім того, генерація АФК на поверхні частинок, вивільнення іонів цинку, дисфункція мембран також можуть розглядатися як можливі причини пошкодження клітин [82]. Позитивний поверхневий заряд металевих наночастинок сприяє їх зв'язуванню з бактеріями з негативним поверхневим зарядом, що може призвести до посилення бактерицидного ефекту.

Полімерні нанокомпозити, що містять наночастинки ZnO, в цілому визнані безпечною речовиною. Однак детальний механізм антибактеріального властивості ZnO поки не зовсім зрозумілий. Деякі дослідники вважають, що взаємодія між вільними іонами Zn^{+} з наночастинок ZnO та клітинними поверхнями, яке впливає на проникність клітинних мембран і викликає окислення в бактеріальних клітинах, що згодом призводить до пригнічення росту клітин і, в кінцевому підсумку, до загибелі клітин [96]. Але інші вважають, що активний кисень, що виробляється ZnO, є ключовим матеріалом для знищення бактерій [97].

2.2.5 Бактерицидна обробка текстильних матеріалів наночастинками ZnO

Для обробки бавовняної тканини наночастинками ZnO потрібно 500 мг тканини занурити у 2% водний розчин $ZnCl_2$ (хлорид цинку) на 12 год при 30°C. Завантажену тканину перенести в 0,02М водний розчин NaOH (гідроксид натрію). Через 4 години тканину вийняти і витримувати в електричній печі при 70°C протягом 2 годин для повного перетворення $Zn(OH)_2$ в ZnO (оксид цинку) шляхом термічного затвердіння. Потім тканину

промивати деіонізованою водою та помістити у вакуумну камеру до подальшого використання. Прикріплені наночастинки ZnO до волокон бавовняної тканини представлено на рисунку 2.2.

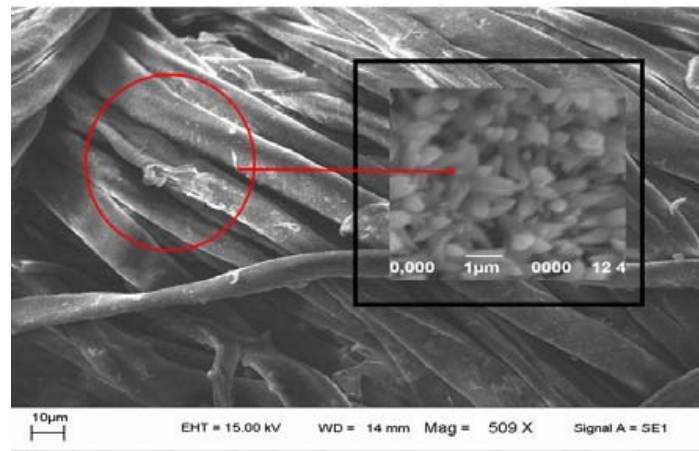


Рисунок 2.2 – Скануюча електронна мікрофотографія (SEM) прикріплених наночастинок ZnO. На вставці зображена збільшена частина тканини [85]

Щоб дослідити біоцидну дію тканин оброблених наночастинками ZnO, використовують *E.coli* як модельні бактерії. Для порівняння в досліді використовують звичайну бавовняну тканину і тканину з наночастинками ZnO та спостерігають їх ріст. Автори роботи [85] представили результати, як показано на рисунку 2.3, які чітко вказують на утворення зони гальмування 2,5 см навколо круглих тканин, навантажених мікрочастинками ZnO, в той час як в чаші з бавовняною тканиною є густа популяція колоній бактерій.

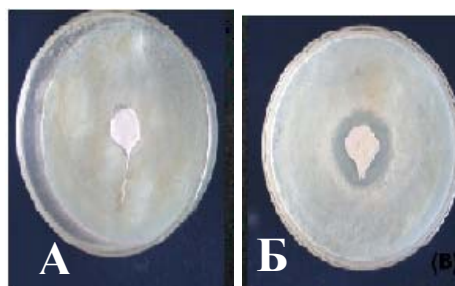


Рисунок 2.3 – Фотографія, на якій показано «зону гальмування» (А) диска з звичайної бавовняної тканини, (Б) бавовняної тканини з прикріпленням наночастинок ZnO

Для того, щоб дослідити вплив кількості мікрочастинок ZnO, що потрапили в дію, на ефективність біоцидної дії, автори підготували тканини з

різною концентрацією наночастинок ZnO та дослідили їх антибактеріальну ефективність. Результати, як показано на рисунку 2.4, чітко вказують, що діаметр «зони гальмування» зростає із збільшенням концентрації розчинів Zn(II) і є найменшим для зразка А і максимальним для зразка D.

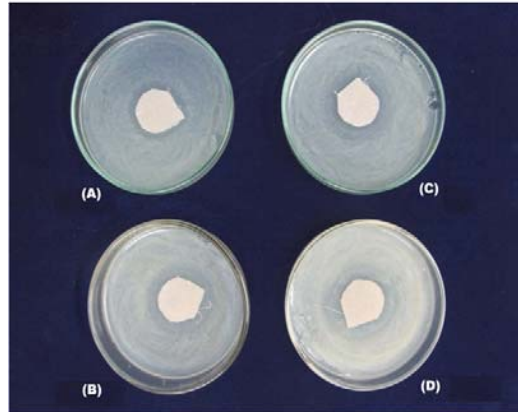


Рисунок 2.4 – Фотографія, на якій показано «зону гальмування» бактерій наночастинками ZnO в залежності від концентрації розчину

- A) – розчин хлориду цинку 1%
- B) – розчин хлориду цинку 2%
- C) – розчин хлориду цинку 3%
- D) – розчин хлориду цинку 4%

Це просто можна пояснити тим, що зі збільшенням концентрації розчину Zn(II) все більше іонів Zn^{2+} потрапляють у ланцюги, що, нарешті, призводить до вищої концентрації мікрочастинок ZnO в тканині. Отже, це доводить, що чим більша кількість солей Zn(II), що використовується для обробки тканини, тим більшою буде концентрація утворених мікрочастинок.

Випробування на стійкість до прання тканини, завантаженої мікрочастинками ZnO, проводили з використанням нейтрального мила при температурі 40°C протягом 30 хв, зберігаючи співвідношення матеріалу до розчину 1:50, з подальшим промиванням, пранням та сушіння. Після повного висихання тканину оцінювали на антибактеріальну активність за допомогою методу зниження відсотків. Графік результатів досліджень представлено на рисунку 2.5.

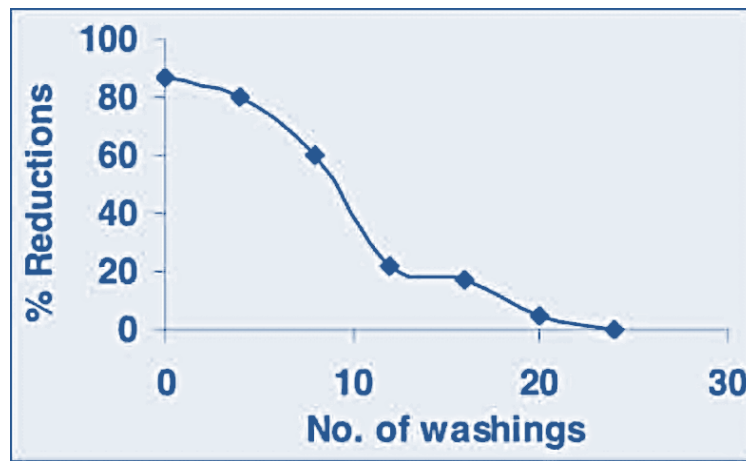


Рисунок 2.5 – Відсоток зниження бактеріального ефекту від циклів прання тканини, завантаженої мікрочастинками ZnO

Результати, як показано на рисунку 2.5, чітко вказують на те, що процентне зниження продовжує зменшуватися зі збільшенням кількості циклів прання. Було помічено, що після 20 циклів прання процентне зниження було майже нульовим [85].

З вищезазначеного можна зробити висновок, що модифіковані тканини наночастинки ZnO є більш раціональним методом отримання матеріалів з антибактеріальним ефектом ніж, наприклад використання срібла чи міді. Це пояснюється значними витратами для виготовлення матеріалів, чого немає при наномодифікації ZnO. Також, матеріали з цинком оксиду є більш стійкими при пранні, це дозволяє використовувати даний метод модифікації багаторазово.

2.3 Енерго-інформаційний вплив модифікованого текстилю на органи та системи органів людини

В останні роки в усьому світі відзначається швидкий розвиток нових медичних методів і технологій. Здавалися невиліковні в минулому хвороби сьогодні досить ефективно лікуються. У той же час з'являються все нові і нові захворювання, а лікарі знову шукають і розробляють методи їх лікування, а потім все знову повторюється.

Інформаційно-хвильова медицина розглядає людей як багатовимірних енергетичних сутностей, що складаються з безлічі взаємопроникаючих і взаємодіючих енергетичних полів. На відміну від традиційної медицини, що розглядає людину як біологічну машину, що складається з окремих органів і клітин. Оскільки організм людини є енергетичною сутністю, він повинен піддаватися енергетичним впливам. Радіоактивне випромінювання, яке використовується при лікуванні раку, електромагнітні поля, що стимулюють зрощення переломів є одними з методів енергетичного лікування.

Займаючись лікуванням захворювань лікарі традиційної медицини не враховують і того, що збудники захворювань - віруси, бактерії, грибки, найпростіші володіють власними енергетичними полями, що сприяють їм як активно проникати в організм людини, так і виробляти нові штампи, стійкі до впливу лікарських препаратів. Тому і постійно з'являються все нові і нові штампи небезпечних для людини вірусів, бактерій, грибків.


Протягом тривалого часу розробляються нові технології діагностики та лікування захворювань людини, засновані на імпульсно-кодovій модуляції електромагнітних випромінювань. Вплив на людину здійснюється через спеціальний генератор електромагнітних випромінювань. У разі, якщо в організмі знаходиться вірус, бактерія або інший збудник захворювання вплив на організм імпульсно-кодovими модульованими електромагнітними випромінюваннями даного збудника активізує процес диссипативного резонансу, викликаного в уражених клітинах. І, як результат, реєструється даний збудник в організмі. У разі, якщо в організмі немає зазначеного збудника, вплив на організм імпульсно-кодovими модульованими електромагнітними випромінюваннями даного збудника не викликає яких-небудь змін на рівні клітин [13].

Апаратно-програмний комплекс ROFES визначає індекс активності, тестує психологічний та емоційний стан. За допомогою ROFES можна визначити вплив внутрішніх і зовнішніх чинників: фізичні навантаження, стрес, особливості

харчування, шкідливі звички, коливання погоди, екологічний стан. Апаратно-програмний комплекс ROFES представлено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Апаратно-програмний комплекс ROFES [2]

Прилад відображає інформацію по п'ятибальній та кольоровій шкалах оцінювання. Чим більший бал, тим кращий енергетичний та функціональний стан органу. Аналогічно з кольорами ().

Результати стану органів та систем органів відображаються в двох стовпчиках FS (функціональний стан органів та систем органів людини) та RR (енергетичний стан органів та систем органів людини)

Методика тестування заснована на методі електропунктури. ROFES знімає інформацію з біологічно активної точки, що знаходиться на лівому зап'ясті (точка MC-7). Активний електрод приладу посилає слабкий електричний сигнал і реєструє відповідь організму на цей вплив. Потім комп'ютер (або планшет) за допомогою спеціального програмного забезпечення аналізує цю інформацію і видає рофограмму – оціночну таблицю стану здоров'я. Принцип роботи приладу РОФЕС заснований на тому, що кожен орган людини працює в певному ритмі. Відгуки цих ритмів, як відлуння, повертаються назад в пристрій і порівнюються з еталонами ритму, властивими організму здорової людини відповідної статі і віку.

Прилад проводить тестування [2]:

- Імунна система;
- Серцево-судинна система;
- Шийний, грудної поперековий відділи;
- Бронхи;
- Легені;

- Печінка;
- Шлунок;
- Підшлункова залоза;
- Товста кишка;
- Щитовидна залоза;
- Наднирники;
- Нирки;
- Сечовий міхур;
- Простата;
- Матка;
- Контроль неврозів, дратівливості;
- Контроль рівня стресу;
- Контроль емоційного перенапруження;

Використовуючи апаратно-програмний комплекс ROFES 4.0.0.0 було проведено дослідження з метою визначення енерго-інформаційного впливу різних наномодифікованих матеріалів на органи та системи органів людини. В експерименті брали участь особи молодшої вікової групи (жінки) у віці 19-23 років. Дослідження проводилися з:

- Зразок №1 – без впливу матеріалу;
- Зразок №2 – під впливом бязі (контрольний зразок);
- Зразок №3 – під впливом наночастинок оксиду цинку;
- Зразок №4 – під впливом наночастинок міді;
- Зразок №5 – під впливом наночастинок срібла.

Результати досліджень у вигляді таблиць енергетичного резерву функціональної стійкості органів та систем органів досліджуваних осіб без впливу матеріалу та під впливом досліджуваного матеріалу представлені в таблицях 2.5 та 2.6.

Таблиця 2.5

Результати досліджень функціональної стійкості органів та систем

органів досліджуваної особи №1

Учасники експерименту	№1		№2		№3		№4		№5	
Загальнофункціональний стан:										
Загальнофункціональний стан	4		5		5		3		4	
Органи і системи:	FS	RR	FS	RR	FS	RR	FS	RR	FS	RR
Імунна система	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5
Серцево-судинна система	5	4	5	3	4	3	4	3	5	3
Хребет: шийний відділ	5	3	5	4	5	3	4	3	5	3
Хребет: грудний відділ	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
Хребет: поперековий відділ	4	3	4	3	5	3	4	3	4	3
Бронхи	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4
Легені	5	5	5	5	5	5	4	3	4	4
Печінка	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4
Шлунок	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5
Товста кишка	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4
Підшлункова залоза	4	4	5	4	5	3	5	3	5	3
Щитовидна залоза	4	4	5	4	5	3	4	3	3	3
Наднирники	5	5	5	5	4	4	4	3	5	4
Нирки	5	5	5	4	5	5	4	3	4	4
Сечовий міхур	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5
Матка	5	3	5	4	4	4	4	3	4	3
Маточні труби	5	4	5	4	5	4	5	3	5	3
<i>Функціональний стан- FS</i>										
<i>Енергетичний ресурс- RR</i>										
Психоемоційні характеристики:										
Стресовий стан (ситуаційний)	3		4		3		3		3	
Ознаки втомленості	5		5		5		5		5	
Ознаки неврозів, дратівливості	4		4		4		4		4	

Таблиця 2.6

Результати досліджень функціональної стійкості органів та систем
органів досліджуваної особи №2

Учасники експерименту	№1		№2		№3		№4		№5	
Загальнофункціональний стан:										
Загальнофункціональний стан	4		5		4		4		5	
Органи і системи:	FS	RR	FS	RR	FS	RR	FS	RR	FS	RR

Імунна система	4	4	4	5	4	5	3	5	4	5
Серцево-судинна система	5	3	4	4	5	4	4	4	4	3
Хребет: шийний відділ	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4
Хребет: грудний відділ	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5
Хребет: поперековий відділ	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4
Бронхи	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5
Легені	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5
Печінка	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4
Шлунок	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5
Товста кишка	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4
Підшлункова залоза	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4
Щитовидна залоза	5	3	5	4	5	3	3	4	3	4
Наднирники	5	5	4	5	5	4	4	5	4	3
Нирки	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4
Сечовий міхур	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5
Матка	4	3	4	4	4	3	4	4	5	4
Маточні труби	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4
<i>Функціональний стан- FS</i>										
<i>Енергетичний ресурс- RR</i>										
Психоемоційні характеристики:										
Стресовий стан (ситуаційний)	3	3	4	3	4					
Ознаки втомленості	4	4	5	5	5					
Ознаки неврозів, дратівливості	4	4	4	4	4					

На основі результатів досліджень (таблиці 2.5 та 2.6) проведено порівняльний аналіз відповідно кожного зразка дослідження. Дані порівняльного аналізу представлено у вигляді діаграм (рисунки 2.7 та 2.8)

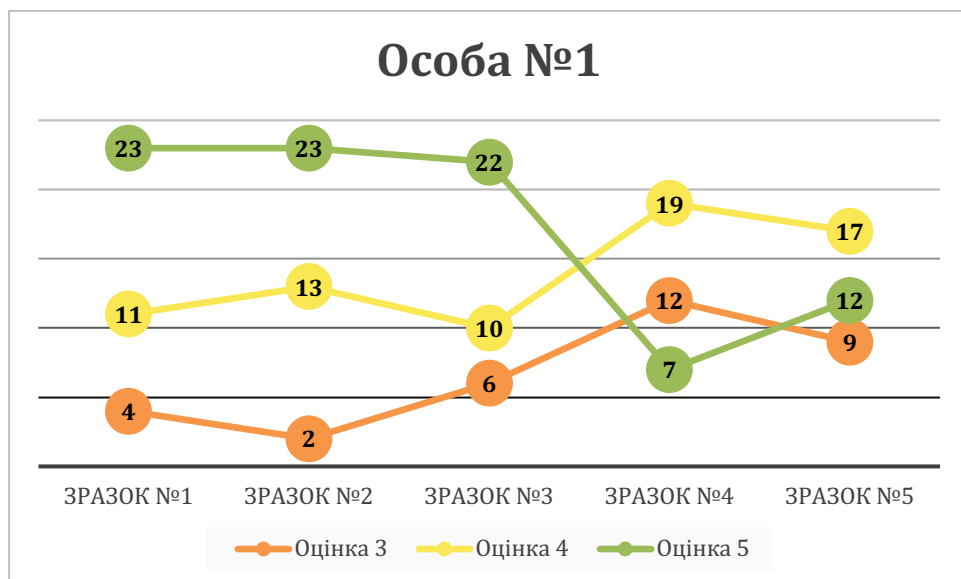


Рисунок 2.7 – Порівняльний аналіз зразків дослідження для Особи №1

Згідно з отриманими результатами (рисунок 2.7) виявлено, що зразки №4 та №5 викликають негативну реакцію організму. Помітне значне збільшення результатів з балами 3 та зменшення результатів з балами 4-5. Такий результат свідчить про зниження функціонального та енергетичного стану органів та систем органів людини. Натомість зразок №3 (наночастинки оксиду цинку) не викликає різкої реакції організму.

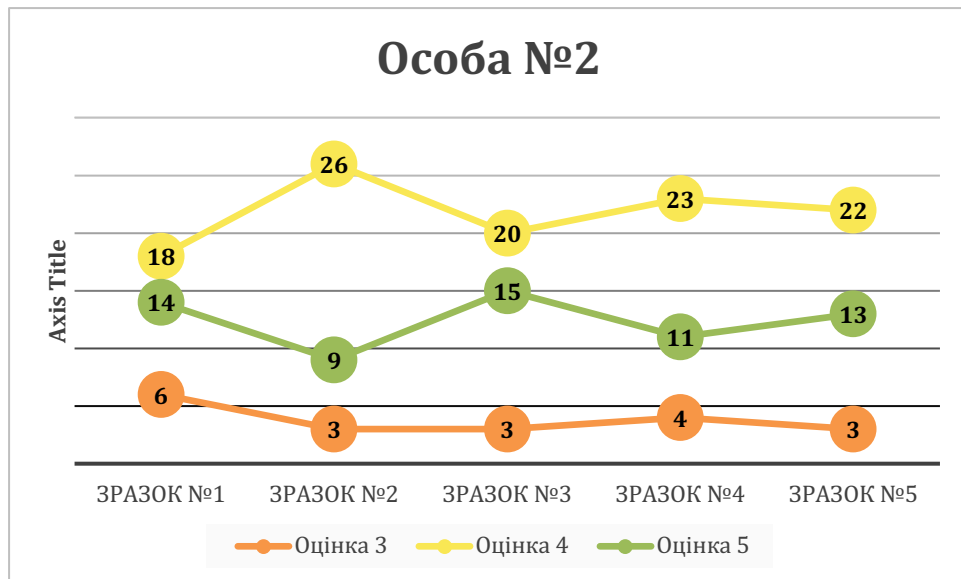


Рисунок 2.8 – Порівняльний аналіз зразків дослідження для Особи №2

Згідно з отриманими результатами (рисунок 2.8) виявлено, що зразки №3 та №5 викликають позитивну реакцію організму. Помітне значне збільшення результатів з балами 4-5 та зменшення результатів з балами 3. Такий результат свідчить про підвищення функціонального та енергетичного стану органів та систем органів людини.

Аналізуючи отримані результати зроблено висновок. Наночастинки матеріалів покращують енергетичний та функціональний стан органів та систем органів людини, що видно з результатів дослідження. Особа №1 має алергічну реакцію на метали, в результаті експерименту виявлено, що алергічна реакція проявляється і при дії наночастинок металів срібла та міді. Натомість, реакція не була виявлена при дії наночастинок металів оксиду цинку. Отже, для використання рекомендується модифікація текстильних

матеріалів наночастинками оксиду цинку, так як даний вид обробки підходить більшій кількості споживачів.

Висновки до розділу 2

Провівши аналіз шкідливого впливу наночастинок на організми, можна зробити висновок, що не всі наночастинки є шкідливими, а деякі з них шкідливі тільки в певних розмірах та концентраціях.

Текстильні матеріали з вмістом наночастинок все більше набувають попиту у повсякденному житті людини. Нанотекстиль здатний захищати організм людини від мікробів, вірусів, різних видів випромінювання, куль, отруйних речовин, холоду, перегріву та ін. Використання медичного і лікувального нанотекстилю покращує умови праці лікарів, захищає їх від шкідливих мікроорганізмів та бактерій, пришвидшує лікувальні процеси у хворих та ін.

Провівши аналіз використання наночастинок з антибактеріальним ефектом, можна зробити висновок, що найбільш раціональним і економічним є використання методу модифікації оксидом цинку. Використання ZnO дає змогу досить швидко отримати матеріали з антибактеріальним ефектом, водночас метод є економічно не затратним в порівнянні з використанням наночастинок срібла і міді. Також даний метод є досить екологічним, адже вихідні речовини реакції не несуть великої шкоди навколишньому середовищу.

В результаті роботи було проведено наномодифікацію бавовняної тканини наночастинками ZnO в лабораторії КНУТД. Дана тканина володіє антибактеріальним ефектом, що дає змогу використовувати її для проектування одягу медичних працівників.

Випробування на стійкість до прання тканини, завантаженої мікрочастинками ZnO показують, що обробка має середню стійкість, в

результаті чого антибактеріальний ефект зменшується з кожним циклом прання. Стійкість обробки досягає максимум 20 циклів прання.

Для дослідження енерго-інформаційного стану органів та систем органів людини було використано апаратно-програмний комплекс ROFES. За допомогою нього визначають загальний стан організму, а також проводять дослідження по впливу різних факторів на стан органів та систем органів людини.

Для дослідження було використано три зразки матеріалів з наномодифікацією. В досліді приймали участь дві особи. В результаті дослідження в особі №2 спостерігається значне покращення стану органів та систем органів під впливом наночастинок металів. Це пояснюється впливом антибактеріальної властивості оброблених зразків. Особа №1 має особливу вразливість до металів, що проявляється алергічною реакцією. Результати дослідження показують зниження показників життєдіяльності органів та систем органів при впливі на організм наночастинок металів міді та срібла, що можна пояснити вразливістю до металів, як загалом так і до наночастинок металів. При дослідженні зразка №3 (наночастинки оксиду цинку) не було виявлено погіршення стану здоров'я. Отже, для використання рекомендується модифікація текстильних матеріалів наночастинками оксиду цинку, так як даний вид обробки підходить більшій кількості споживачів.

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ЛІКАРНЯНОГО ОДЯГУ

3.1 Вивчення стандартизованих вимог до виробів медичного призначення

3.1.1 Аналіз загальних вимог до одягу медичного персоналу

Одяг за своїми розмірами, формою, конструкції, матеріалами повинен відповідати, перш за все, своїм основним призначенням і умовам експлуатації, тобто забезпечувати ту функцію одягу, яка на нього покладена.

До одягу медичного призначення приділяється особлива увага з точки зору вимог, так як цей одяг використовується працівниками медичних установ в умовах постійної небезпеки, як для працівників так і для пацієнтів. Тому до одягу медперсоналу висуваються чіткі і суворі вимоги.

Захисні вимоги. Захисні вимоги - найбільш значущі для медичного одягу, так як це впливає з прямого призначення даного виду одягу.

Для медичних установ і лікарень часто характерно присутність таких факторів, як шкідливі хімічні речовини, біологічні забруднення, ультразвук, іонізація, лазерне вплив і інші. Всі ці шкідливі впливи повинні обов'язково враховуватися і визначати захисну функцію медичного одягу, яка покликана оберігати здоров'я хворих.

Багато в чому захисні функції одягу визначаються використовуваними матеріалами. Захисні властивості матеріалів визначаються їх волокнистих складом, а також спеціальними просоченнями. Розроблено і розробляються нові матеріали з антисептичними властивостями, захисними антибактеріальними просоченнями. Одяг з антимікробним ефектом забезпечує захист від запаху поту, знижує ризик алергії та інших шкірних інфекційних захворювань, захищає від потрапляння вірусів та мікроелементів в відкриті рани. Завдяки використанню спеціальних просочень:

водовідштовхувальних, крововідштовхувальних, антистатичних і бактерицидних одяг і білизна здатні забезпечити медперсоналу додатковий комфорт і захист від внутрішньолікарняних інфекцій.

Що стосується передачі шкідливих бактерій, то текстиль в лікарнях є другим за величиною чинником ризику інфекцій після безпосереднього контакту зі шкірою. Незважаючи на всілякі гігієнічні заходи, безліч людей щорічно вмирають від так званих вторинних інфекцій. В результаті шкірного контакту з крові і гною, бактерії потрапляють на одяг хворого і одяг персоналу лікарні. При сприятливих умовах бактерії і мікроби в одязі можуть рости і в результаті шкірного контакту знову потрапити до наступного пацієнта.

Крім властивостей матеріалів, використовуваних при виробництві медичного одягу, необхідно приділяти увагу конструктивному рішення. Асортимент і конструкція медичного одягу повинні також виконувати певні захисні функції, і в комплексі з захисними властивостями матеріалів максимально підвищувати захисні функції як для хворого, так і для медичного персоналу.

Захисні функції одягу для медперсоналу повинні забезпечуватися кроєм і силуетом, конструктивним рішенням як одягу в цілому, так і окремих деталей і елементів. При проектуванні одягу, необхідно використовувати шви з закритими зрізами щоб уникнути роздратування при повсякденній роботі лікаря. Застібка не повинна допускати травмування шкірних покривів, появи роздратувань та алергічних реакцій на матеріали застібки.

Функціональні вимоги. Основним фактором, що відрізняє даний вид виробів від інших, є підвищена функціональність. Рівень функціональних властивостей в основному визначає придатність цього одягу для заданих умов експлуатації.

Сучасний медичний одяг повинен відповідати своєму призначенню, враховувати особливості роботи лікаря, бути досить комфортним і зручним в користуванні. Одяг повинен містити конструктивні та декоративні елементи,

які відповідають профілю лікаря та функціонально необхідні при виконанні ним певних медичних чи хірургічних маніпуляцій.

Антропометричні вимоги. Медичний одяг повинен відповідати зросту, розміру, повноті лікаря. Одяг для медперсоналу повинен зручно зніматися, вдягатися, застібатися, прасуватися. Велике значення в одязі має ступінь свободи облягання виробом фігури, вона забезпечується відповідними величинами збільшень або припусків.

Ергономічні вимоги. Як предмет, безпосередньої взаємодії з людиною, одяг для медперсоналу повинен володіти такими властивостями і будовою, які б відповідали анатомії і фізіології людини. Так, одяг повинен відповідати розміру, формі тіла, пропорціям фігури, характеру його активності. Вимоги ергономіки включають групи антропометричних, гігієнічних і психофізіологічних вимог. Розглянемо кожен групу ергономічних вимог:

Антропометричні вимоги. Ступінь відповідності медичного одягу вимогам ергономіки багато в чому залежить від їх конструктивного рішення. В конструкцію одягу повинні бути враховані певні надбавки на свободу облягання, крій рукавів, силует, функціональні конструктивно-декоративні елементи. Тісний одяг позбавляє активності, сковує рухи, а найважливіше, що є неприпустимим в медичному одязі. Незалежно від типу, призначення, крою та форми одяг повинен важити не більше 10% маси тіла людини, не утруднювати кровообіг, не стискати дихання і не викликати зміщення внутрішніх органів. Для працівників медичних відділень рекомендовано використовувати одяг з середнім ступенем облягання, певного силуету (прямий і напівприлеглий), крою рукава (рукав реглан і сорочкового типу), що забезпечує свободу руху, сприяє зниженню ймовірності появи потертостей в місцях зіткнення тіла людини з одягом.

Гігієнічні вимоги. Перш за все, гігієнічні вимоги визначають основне призначення одягу, що забезпечує необхідне тепловий стан організму шляхом створення навколо нього оптимального мікроклімату. Тому конструкція і крій одягу для лікарів, а також матеріали, з яких виготовляється одяг, повинні

забезпечувати, відповідно мінливих умов регулювання теплозахисної здатності і повітропроникності, вільне дихання, кровообіг і лімфообіг.

Властивості одягу в значній мірі залежать від властивостей тканин. Тканини для медичного одягу повинні мати наступні властивості: теплопровідність відповідно до кліматичних умов, достатня повітропроникність, гігроскопічність і вологопоглинання, характеризуватися відсутністю дратівливих впливів, мати спеціальні просочення і обробки.

Психофізіологічні вимоги. Одяг не повинен викликати як у медперсоналу, так і у пацієнтів негативну реакцію і неприємні відчуття, так як цей факт може негативно впливати на психологічний та емоційний стани.

Одним із головних факторів впливу на психофізіологічний стан пацієнтів є синдром «білого халату». Тому для уникнення негативного впливу з кожним роком кольорова гамма одягу для медичного персоналу все більше розширюється. Лікарі педіатричних відділень все частіше одягають костюми з різноманітними дитячими принтами, які в свою чергу відволікають увагу дітей та немовлят від проведення огляду чи інших маніпуляцій.

Експлуатаційні вимоги. Експлуатаційні вимоги є важливими при проектуванні медичного одягу, вони визначають ступінь стабільності збереження якості в процесі експлуатації. Медичний одяг повинен легко очищатися від забруднень, крові, різних виділень, бактерій і мікроорганізмів, а також бути міцним. Під час експлуатації тканина одягу не повинна втрачати або змінювати свої основні характеристики та властивості в результаті зносу і забруднення. Шви повинні бути герметичними, щоб уникнути скупчення бактерій і виділень, а також проникнення хімічних препаратів та крові, міцними, щоб витримати велику кількість прань. Одяг для лікарів хірургічних відділень піддається дезінфікуванню. Операційний одяг після прання додатково стерилізують. Таким чином, тканини для медичного одягу повинні мати високу міцність не тільки в сухому, але і у вологому стані, стійкими до високих температур і тиску при стерилізації, не втрачати лінійних розмірів після прання, зберігати забарвлення після багаторазових впливів хлору,

миючих речовин і температури. Конструктивне рішення моделей одягу має сприяти простоті у догляді за одягом.

Естетичні вимоги. Одяг для медичного персоналу повинен бути чистим і охайним. Адже зовнішній вигляд медичного працівника впливає також і на пацієнтів. Медичний одяг завжди має бути добре випрасуваний без забруднень та пошкоджень.

Естетичні вимоги враховують також і особисті побажання медпрацівників. Це стосується підбору кольору відповідно свої особистих побажань або силуету виробу. Адже лікарі проводять половину, а то і більше доби в цьому одязі.

Економічні вимоги. Мають значення і техніко-економічні вимоги, так як одяг для лікарів повинен виготовлятися в промисловому виробництві.

Проектування медичного одягу окремо для кожного лікарняного відділення економічно недоцільно, в силу складного матеріального становища муніципальних медичних установ. Тому одяг повинен бути універсальним, щоб його можна було використовувати в декількох лікарняних відділеннях. Для цього повинні бути використані методи типізації, класифікації та уніфікації, застосування яких призводить до скорочення часу на конструкторську і технологічну підготовку, тим самим, підвищуючи якість медичного одягу і знижуючи собівартість проєктованих зразків, що є актуальним для медичних установ.

Також собівартість виробу залежить від витрат на матеріали, тому повинні бути проведені заходи щодо зниження витрат матеріалу, тобто використані вдосконалені конструкції, розроблені оптимальні припуски на свободу облягання, виключені зайві шви, застосовані економічні розкладки, що, в свою чергу, знижує відсоток міжлекальних випадів і зменшує витрату матеріалу [47].

3.1.2 Формування стандартизованих вимог до виробів медичного призначення

Нормативний документ – це документ, що містить норми, правила, загальні принципи, процедури чи характеристики, що стосуються різних видів діяльності або їхніх результатів.

Основними нормативними документами є:

- стандарти;
- настановчі документи Держстандарту України (КНД та Р);
- державні класифікатори;
- технічні умови, зареєстровані територіальними органами Держстандарту України – центрами стандартизації, метрології та сертифікації;
- технічні регламенти підтвердження відповідності; - нормативні документи центральних органів виконавчої влади.

Стандарт – це єдина типова норма. Існують такі види стандартів:

- національні стандарти України;
- республіканські стандарти колишньої УРСР;
- міждержавні стандарти, настановчі документи, рекомендації;
- республіканські стандарти колишньої УРСР, затверджені Держпланом або Міністерством економіки України до 1 серпня 1991 р.;
- настановчі документи Держспоживстандарту України (керівні нормативні документи та рекомендації – КНД та Р);
- галузеві стандарти (ОСТ) і технічні умови (ТУ) колишнього СРСР, затверджені до 1 січня 1992 р., термін чинності яких продовжено, якщо вимоги цих НД не суперечать чинному законодавству України;
- стандарти організацій (компаній та об'єднань підприємств державного рівня) та галузеві стандарти України (СОУ, ГСТУ), зареєстровані державним підприємством “Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості” (ДП “УкрНДНЦ”) [41].

Вимоги до одягу медичного призначення представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Перелік стандартизованих вимог до одягу медичного призначення [11]

Вимоги до якості тканини	ГОСТ 11209-85 Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия ГОСТ 7701-93 Ткани хлопчатобумажные и смешанные. Общие технические условия ДСТУ ГОСТ 21790:2008 Тканини бавовняні і змішані для одягу. Загальні технічні умови (ГОСТ 21790-2005, IDT) ДСТУ ГОСТ 9009-2003 Тканини бавовняні плащові з водовідштовхувальним обробленням. Технічні умови
Вимоги до ниток	ГОСТ 6309-93 Нитки швейные хлопчатобумажные и синтетические. Технические условия
Відповідність розміро-зросту	ДСТУ ГОСТ 31396:2011 Класифікація типових фігур жінок за зростом, розміром і повнотними групами для проектування одягу (ГОСТ 31396-2009, IDT) ДСТУ ГОСТ 31399:2011 Класифікація типових фігур чоловіків за зростом, розміром і повнотними групами для проектування одягу (ГОСТ 31399-2009, IDT)
Вимоги до якості з'єднання деталей	ДСТУ ISO 4915:2005 Матеріали текстильні. Типи стібків. Класифікація та термінологія (ISO 4915:1991, IDT) ДСТУ ISO 4916:2005 Матеріали текстильні. Типи швів. Класифікація та термінологія (ISO 4916:1991, IDT) ГОСТ 29122-91 Средства индивидуальной защиты. Требования к стежкам, строчкам и швам
Вимоги надійності	ГОСТ 9913-90 (СТ СЭВ 5784) Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию, пп.4.3, 4.4, 4.6 ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении, п.2 ДСТУ ГОСТ ИСО 105-A01:2004 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина А01. Загальні вимоги до проведення випробувань (ГОСТ ИСО 105-A01-2002, IDT) ДСТУ ISO 105-A02:2005 Матеріали текстильні. Визначення стійкості фарбовання. Частина А02. Сіра шкала для оцінювання зміни кольору (ISO 105-A02:1993, IDT) ГОСТ 19204-73 Полотна текстильные. Метод определения несминаемости ДСТУ ГОСТ 30157.0-2003 Полотна текстильні. Методи визначення зміни розмірів після мокрих оброблень або хімічного чищення. Загальні положення (ГОСТ 30157.0-95, IDT) ДСТУ ГОСТ 30157.1-2003 Полотна текстильні. Методи визначення зміни розмірів після мокрих оброблень або хімічного чищення. Режимы оброблень (ГОСТ 30157.1-95, IDT)
Вимоги до відповідності	ДСТУ 4057-2001 Матеріали текстильні. Метод ідентифікації волокон ДСТУ ISO 1833:2013 Матеріали текстильні. Кількісний хімічний аналіз. ГОСТ 18054-72 (ИСО 105-I02-87) Материалы текстильные. Метод определения белизны ДСТУ ISO 5084:2004 Матеріали текстильні. Визначення товщини текстильних матеріалів та текстильних виробів ГОСТ 4103-82 Изделия швейные. Методы контроля качества
Ергономічні вимоги	ДСТУ ISO 9237-2003 Текстиль. Тканини. Визначення повітропроникності (ISO 9237:1995, IDT)

	<p>ДСТУ ISO 4920:2005 Матеріали текстильні. Метод визначення опору до зволоження поверхні (випробування збризуванням) (ISO 4920:1981, IDT)</p> <p>ДСТУ 3672-97 (ГОСТ 30568-98) Полотна і вироби трикотажні. Метод визначення паропроникності та вологопоглинання, .6.3</p> <p>ДСТУ EN 12127:2009 Матеріали текстильні. Тканини. Визначення маси на одиницю площі з використанням малих проб (EN 12127:1997, IDT)</p> <p>ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении, п.3</p>
Вимоги до біоцидних обробок	<p>ГОСТ 25617-83 Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытания, п.7 визначення масової частки біоцидів</p> <p>ДСТУ EN ISO 22612:2014 Одяг для захисту від носіїв інфекції. Метод випробування стійкості до мікробного проникнення у сухому стані (EN ISO 22612:2005, IDT)</p>
Експлуатаційні вимоги	<p>ДСТУ EN 14126:2008 Одяг захисний. Захист від інфекційних агентів. Вимоги до експлуатаційних характеристик і методи випробування (EN 14126:2003, IDT)</p> <p>ДСТУ 2122-93 Матеріали для одягу. Символи та вимоги догляду</p>
Вимоги до одягу медичного призначення	<p>ДСТУ EN 13795:2018 (EN 13795:2011 + A1:2013, IDT) Хірургічний одяг та білизна, застосовувані як медичні вироби для пацієнтів, хірургічного персоналу та обладнання. Загальні вимоги до виробників, процесу оброблення та виробів. Методи випробування, вимоги до характеристик та рівнів якості</p> <p>ГОСТ 24760-81 Халаты медицинские женские. Технические условия</p> <p>ГОСТ 25194-82 Халаты медицинские мужские. Технические условия</p> <p>ДСТУ EN 13795:2018 (EN 13795:2011 + A1:2013, IDT) Хірургічний одяг та білизна, застосовувані як медичні вироби для пацієнтів, хірургічного персоналу та обладнання. Загальні вимоги до виробників, процесу оброблення та виробів. Методи випробування, вимоги до характеристик та рівнів якості</p> <p>РСТ УССР 1758-86 Одяг для робітників лікувально-профілактичних установ. Загальні технічні умови</p> <p>ДСТУ EN 340:2013 Одяг захисний. Загальні вимоги (EN 340:2003, IDT)</p>
Вимоги до регулювання	<p>ДСТУ EN ISO 13485:2015 (EN ISO 13485:2012, IDT; ISO 13485:2003, IDT) Медичні вироби. Система управління якістю. Вимоги до регулювання.</p> <p>ДСТУ EN ISO 14971:2015 (EN ISO 14971:2012, IDT; ISO 14971:2007, IDT) Вироби медичні. Настанови щодо управління ризиком.</p> <p>ДСТУ EN 1041:2015 (EN 1041:2008+A1:2013, IDT) Вироби медичні. Інформація, яку надає виробник.</p>

Таким чином, проектування одягу для працівників медичних закладів процес складний і багатогранний. Такий одяг повинен відповідати великій кількості вимог, і формування функцій медичного одягу сприяє розгляду і обліку всіх її особливостей, що дозволить врахувати характер виробничого

процесу та чинників які впливають на роботу медперсоналу. В свою чергу це призводить до покращення умов роботи медпрацівників та прогресу сфери медичного обслуговування загалом.

3.2 Проведення соціологічного дослідження методом опитування

Соціологічне дослідження - система логічних і послідовних методологічних, методичних і організаційно-технічних процедур в соціології для отримання наукових знань про соціальні явища, а також їх процедур, процесів.

Соціологічне дослідження являє собою систему теоретичних і емпіричних процедур [44].

Види соціологічних досліджень

За цілями. За метою соціологічні дослідження поділяються на фундаментальні і прикладні. Фундаментальні спрямовані на встановлення і аналіз соціальних тенденцій, закономірностей розвитку і пов'язані з вирішенням складних проблем суспільства. Прикладні націлені на вивчення конкретних об'єктів, вирішення певних соціальних проблем.

За тривалістю:

- Довгострокові - від 3 років і більше;
- Середньострокові - від 6 місяців до 3 років;
- Короткострокові - від 2 до 6 місяців;
- Експрес-дослідження - від 1-2 тижнів до 1-2 місяців.

За глибиною аналізу.

Пошукові дослідження - за своїми параметрами є найпростішими, вирішують прості за змістом завдання. Застосовують їх тоді, коли проблема, об'єкт або предмет дослідження належить до маловивчених або взагалі не вивчених. Охоплюють невеликі сукупності, мають спрощені програму та інструментарій. Найчастіше використовуються як попередній етап більш глибокого масштабного дослідження, орієнтуючи їх на збір інформації про

об'єкт і предмету дослідження, уточнення гіпотез і так далі. Пошукове дослідження підрозділяється на точкове, повторне і панельне. Точкове описове дослідження проводиться один раз для отримання інформації про стан досліджуваного об'єкта в даний момент в максимально короткий термін. Повторне дослідження відрізняється тим, що досліджуваний об'єкт досліджується кілька разів для визначення динаміки зміни.

Описові дослідження - покликані створити відносно цілісне уявлення про досліджувані явища, процеси. Проводять відповідно до повної програми, застосовуючи чіткий, детально пророблений інструментарій, в основному тоді, коли об'єктом аналізу є відносно велика спільність людей, з певними соціальними, професійними і демографічними характеристиками. За структурою, набором процедур значно складніше від пошукових досліджень.

Аналітичні - полягають не тільки в описі соціальних явищ та їх компонентів, але і у встановленні причин їх виникнення, механізмів функціонування, виділення факторів, що забезпечують їх. Підготовка аналітичного соціологічного дослідження вимагає значних зусиль, професійної майстерності дослідника - аналітичних здібностей, уміння інтерпретувати і аналізувати складну соціологічну інформацію, робити виважені висновки.

Методологія та методи соціологічного дослідження - сфера соціологічної науки, яка вивчає способи методологічного обґрунтування соціологічного дослідження, принципи формування програми дослідження, зміст і характеристики методів збору первинної соціологічної інформації, а також специфіку застосування методів і комп'ютерних технологій для збору і аналізу соціологічних даних.

За методами, що застосовуються в соціологічному дослідженні, виділяють метод опитування, метод аналізу інформації, метод експерименту, соціологічне спостереження, метод експертної оцінки [45].

Соціологічне опитування (соцопитування) - метод соціологічного дослідження, що полягає в зборі та отриманні первинних емпіричних

відомостей про певні думки, знання і соціальні факти, складові предметів дослідження, шляхом усної або письмової взаємодії дослідника (інтерв'юера) і заданої сукупності опитуваних (беруть інтерв'ю, респонденти) [33].

Соціологічне опитування - один з найпоширеніших способів збору необхідної інформації в сучасній соціології та маркетингу.

Класифікація соціологічних опитувань

За методикою проведення:

- Усні;
- Письмові.

За методом взаємодії з аудиторією:

- Індивідуальні;
- Групові.

Існує класифікація соціологічних опитувань за місцем проведення (вдома, на вулиці, на роботі, в лікарні, в місцях позбавлення волі та ін.). За ступенем формалізації виділяють *вільні* (недирективні, неформалізовані), *фокусні* (напівформалізовані) і *повністю формалізовані* - жорстко спрямовані на отримання конкретних емпіричних даних.

Безпосередні та опосередковані

Залежно від того, як саме здійснюється отримання необхідної інформації від опитаних осіб, соціопитування може бути безпосереднім або опосередкованим. Безпосереднє опитування (інтерв'ю) проходить при особистій бесіді з респондентом сам на сам. Його часто проводять представники преси.

Опосередкований (заочний) соціопитування може здійснюватися по телефону, через Інтернет, поштові листи та ін. Для його проведення, як правило, складається спеціальна анкета з питаннями, яку заповнюють респонденти. Результати цього анкетування інтерпретуються для отримання потрібних соціологу даних.

Суцільні та вибіркові

Соціологічне опитування може проводитися з використанням випадкової або заздалегідь обраної, по потрібним досліднику критеріям, вибірки. Суцільне дослідження передбачає стихійне опитування респондентів різної статі, віку, соціального статусу і рівня освіти. Воно охоплює всю сукупність респондентів (наприклад, членів організації).

Вибіркове соціопитування передбачає вибір аудиторії відповідно до предмета дослідження - зменшена копія генеральної сукупності. Наприклад, для з'ясування того, яку молочну суміш найчастіше купують для дітей певного регіону, соціолог може опитати молодих мам або медсестр перинатальних центрів.

Індуктивний і дедуктивний підхід

При проведенні соціологічного опитування (складанні анкети) дослідник може використовувати принципи індукції та дедукції. При виборі індуктивного методу питання соціологічного опитування продумуються в логічній послідовності від часткового до загального.

Складена з дедуктивного методу соціологічна анкета виявляє приватні емпіричні дані через надання респонденту загальних питань. Це в основному стосується програмно-тематичних (результативних, змістовних) питань, які виявляють мотиви поведінки, установки, знання або переконання громадськості [40].

Google Форми – це зручний інструмент, за допомогою якого можна легко і швидко планувати заходи, складати опитування та анкети, а також збирати іншу інформацію. Форму можна підключити до електронної таблиці Google, і тоді відповіді респондентів будуть автоматично зберігатися в ній. Якщо ця функція не включена, ви можете відкрити меню “Відповіді” і переглянути короткий зміст.

Форму можна створити як в меню Google Диска, так і в існуючій електронній таблиці.

Для проведення маркетингового дослідження з метою збору інформації щодо виготовлення одягу для медичного персоналу було використано

опосередкований вибірковий дедуктивний метод соціологічного опитування шляхом використання Google форми. Для проведення опитування було складено 12 запитань різної форми з одним або декількома варіантами відповіді. В опитуванні прийняли участь 14 лікарів-інтернів Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського кафедри акушерства та гінекології.

Приклад запитань для опитування працівників перинатальних відділень в Google формах представлений на рисунку 3.1 та 3.2 [32].

Одяг для медперсоналу

Це опитування проводиться з метою збору інформації про одяг для медперсоналу, що в подальшому буде використовуватися для написання дипломної магістерської роботи. З повагою студентка КНУТД кафедри ТКШВ Любка К.С.

Якому виду одягу для медперсоналу Ви віддаєте перевагу?

Халат

Костюм

Інше...

Оберіть розташування кишень. (можливо декілька варіантів)

Бокові кишені




Рисунок 3.1 – Запитання для опитування працівників перинатальних відділень.

Який тип застібки (при наявності застібки) Ви б обрали?

На гудзики

На застібку-"блискавку"

На кнопки

На липучки

На зав'язки

Інше...

Виберіть тип коміра.

1




Рисунок 3.2 – Запитання для опитування працівників перинатальних відділень.

За результатами опитування було виявлено, що працівники перинатальних відділень віддають перевагу костюму замість халату. На користь костюму проголосувало 71.4% опитуваних. При виборі місця розташування кишень працівники віддають перевагу двом або трьом накладним кишеням, одна з яких знаходиться в лівій верхній частині виробу, на яку можна повісити бейдж. Більшість працівників перинатальних відділень віддають перевагу виробам без застібки, це пояснюється тим, що лікарі працюють часто нічний час і наявність будь-якої фурнітури перешкоджає комфорту сну. При наявності в виробі застібки 64.3% опитаних віддають перевагу застібки на кнопках. Тип оформлення горловини V- подібний з обшивкою обрало 57.1% лікарів. Довжина рукава $\frac{3}{4}$, так як саме така довжина не перешкоджає виконанню різних маніпуляцій. При виборі кольору переважають білий, синій та блакитний кольори. Що стосується надання

виробам спеціальних обробок, то особлива увага приділяється антимікробним та водовідштовхувальним властивостям. Також опитувані бажали б збільшити стійкість до стирання тканини. З недоліків одягу для медперсоналу опитувані виділили: невідповідність розміро-зросту, погана якість та волокнистий склад тканини. Побаженнями опитуваних є розробка нового одягу для медичного персоналу з посиленнями в ділянці кишень та рукавів. На питання «Як часто Ви купуєте робочий одяг?» більшість лікарів відповіли «Раз в рік» або «Рідше раз в рік». За результатами опитування 57,1% опитаних виконують прання виробів один раз в тиждень.

Результати соціологічного опитування лікарів Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського Кафедри акушерства та гінекології представлено в додатку В.

Отже, використовуючи соціологічне опитування за допомогою Google форм було проведено опитування 14 лікарів-інтернів. Результати опитування показують, що актуальним для розробки є медичний костюм з двома накладними кишнями, без застібки, з оформлення горловини V- подібний з обшивкою та довжиною рукавів $\frac{3}{4}$, в поєднанні блакитного та синього кольорів з антимікробною обробкою.

3.3 Систематизація вимог до медичного костюму лікарів перинатальних відділень

Перинатологія (грец. Peri - навколо + лат. Natus - народження + грец. Λόγος - вчення, наука) - наука, яка вивчає перинатальний період. Вона знаходиться на стику акушерства і педіатрії.

Перинатальний період - період від 28-го тижня вагітності (антенатальний), що включає період пологів (інтранатальний) і закінчується через 168 годин (7 днів) після народження (постнатальний).

Дослідження, що проводяться в перинатальному періоді з залученням генетичних, біохімічних та ультразвукових методів, дозволили виявляти

вроджену і спадкову патологію плода в ранні терміни вагітності і за показаннями переривати її. Не менш важливим є інтранатальний період. Об'єктивний діагностичний контроль стану матері, родової діяльності і стану плода дав можливість глибше зрозуміти фізіологію і патофізіологію родового акту з більш точною оцінкою акушерської ситуації та оптимізації способів розродження. Розробляються різні аспекти патогенезу, клініки та діагностики асфіксії і родової травми, методи їх корекції.

Великих успіхів досягнуто в галузі вивчення іммунопатології вагітності і діагностики спадкової патології.

У міру розвитку перинатології часові параметри перинатального періоду розширилися - стали виділяти перинатальний (допологовий) розвиток зародка і плоду, починаючи з процесів запліднення до 28 тижнів вагітності. Таким чином, перинатологія стала включати всі періоди внутрішньоутробного розвитку людини.

В рамках розвитку перинатології починають зароджуватися нові напрямки - плодова (фетальна) хірургія, а також пренатальна і перинатальна психологія [37].

Одяг для працівників перинатальних відділень, повинен бути розроблений у відповідності вимог особливості праці лікарів даного відділення. Використання наномодифікованих матеріалів при розробці одягу зменшує ризики потрапляння небезпечних мікроорганізмів та бактерій на вразливу шкіру новонароджених. Даний одяг повинен відповідати всім вимогам і бути не шкідливим для організму медпрацівників та особливо немовлят.

Нанотекстильний одяг медичного призначення. Як свідчить аналіз літературних джерел [7; 42], до даного одягу висуваються наступні основні вимоги:

- відсутність шкідливого впливу на організм людини в процесі експлуатації;

- наявність високого, стабільного та довговічного антимікробного ефекту (особливо до дії патогенних мікроорганізмів);
- висока гігроскопічність, паро- та повітропроникність;
- стійкість до багаторазового прання, легкість і зручність в експлуатації.

До отриманого на основі наномодифікацій одягу медичного призначення відносяться:

- уніформа для медперсоналу в лікарнях, поліклініках, аптеках та інших медичних установах;
- одяг для хірургів (сорочки, штани, куртки, шапочки, рукавички, шкарпетки, маски та інші);
- одяг лікувального призначення (профілактично-лікувального, фізіотерапевтичного та іншого);
- антимікробний одяг для хворих.

Для виготовлення медичного одягу на даний момент використовують целюлозовмісні (бавовняні, лляні, віскозні і змішані) тканини і неткані полотна із вмістом різних за будовою і способами виробництва нановолокон, а також із поверхнево модифікованими наноемульсіями та нанодисперсіями текстильних матеріалів різної будови і обробки [7].

Враховуючи стандартизовані вимоги до виробів медичного призначення (таблиця 3.1) та вимоги до наномодифікованих матеріалів та виробів, також особливої уваги потребують вимоги «ДСТУ ISO 4920:2005 Матеріали текстильні. Метод визначення опору до зволоження поверхні (випробування збризуванням) (ISO 4920:1981, IDT)» так як специфіка роботи лікарів перинатальних відділень вимагає використання водовідштовхувальних тканин. Вимоги «ГОСТ 25617-83 Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытания, п.7 визначення масової частки біоцидів» та «ДСТУ EN ISO 22612:2014 Одяг для захисту від носіїв інфекції. Метод випробування стійкості до мікробного проникнення у сухому стані (EN ISO 22612:2005, IDT)» є першочерговими в роботі лікарів перинатальних відділень, а особливо акушерів-гінекологів та

лікарів неонатологів. Специфіка роботи вимагає частого прання і стерилізації медичного одягу, що в свою чергу призводить до стирання, тому одяг повинен відповідати вимогам «ГОСТ 9913-90 (СТ СЭВ 5784) Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию, пп.4.3, 4.4, 4.6» Номенклатура обов'язкових та рекомендованих показників якості виробу та тканини представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Номенклатура показників якості жіночого медичного костюма для лікарів перинатальних відділень [ДСТУ 3047-95]

Назва показника	Призначення тканин		
	Виробу	Верху	Докладу
Обов'язкові			
Стійкість до мікробного проникнення	+	+	–
Поверхнева густина	–	+	+
Масова частка компонентів сировинного складу	–	+	+
Розривальне зусилля	–	+	–
Кількість циклів стирання	+	+	–
Ступінь стійкості пофарбовання до фізико-хімічних впливів	–	+	–
Зміна лінійних розмірів після мокрих обробок	+	+	+
Відповідність художньо-колеристичного оздоблення та структури матеріалу зразку-еталону	+	+	–
Коефіцієнт повітропроникності	–	+	–
Відповідність виробу розмірній та повнотно-віковій групі людини, ширина та товщина матеріалів для одягу	+	–	–
Рекомендовані			
Подовження під час розриву	–	+	–
Ширина тканини	–	+	+
Обсипальність	–	+	–
Коефіцієнт незмиральності (змиральності)	+	+	–

Отже, вироби медичного призначення для лікарів перинатальних відділень повинні відповідати ряду стандартизованих вимог не тільки медичного одягу, але і вимогам використання наномодифікованих матеріалів з антимікробними обробками, які використовуються в даному одязі. Так як цей одяг має безпосередній вплив не тільки на працівників медичних закладів, але і на вразливий організм новонароджених.

Висновки до розділу 3

При проектуванні одягу для медичного персоналу перш за все потрібно врахувати ряд вимог, які висуваються до даного одягу. Основні вимоги:

- Захист організму від потрапляння різних шкідливих хімічних речовин, біологічних забруднень, ультразвуку, іонізації, лазерного впливу і інші.;
- Функціональність виробу;
- Відповідність розміро-зросту людини;
- Забезпечення правильної мікрофлори організму та теплообміну;
- Здатність задовольняти психофізіологічні та естетичні вимоги людини;
- Стійкість виробу до механічних та хімічних пошкоджень.

Також вироби медичного призначення повинні відповідати стандартизованим вимогам ГОСТ, ДСТУ, ТУ та ін. Це дозволяє виготовляти вироби безпечні для людини та проводити контроль якості виробів медичного призначення.

Соціологічні опитування є важливим елементом кожного дослідження. Завдяки опитуванню можна не тільки отримати відповіді на певний ряд запитань, але і дізнатися причини вибору, під якими можуть ховатися різноманітні пояснення, яких здобути без проведення опитування безпосередніх споживачів просто неможливо. Провівши опитування використовуючи Google форми, можна значно спростити роботу, адже не треба безпосередньо контактувати з людьми, а також програма автоматично зберігає, аналізує та впорядковує результати опитування, які в подальшому відображаються в діаграмах.

В ході роботи було виконано аналіз стандартизованих вимог до виробів медичного призначення та проведено соціологічне опитування на основі якого в подальшому проводитиметься розробка медичного костюму для лікарів перинатальних відділень.

РОЗДІЛ 4

ПРОМИСЛОВИЙ ДИЗАЙН МЕДИЧНОГО КОСТЮМУ З АНТИМІКРОБНИМИ ВСТАВКАМИ ДЛЯ ЛІКАРІВ ПЕРИНАТАЛЬНИХ ВІДДІЛЕНЬ

4.1 Проектування зовнішнього вигляду та формування складових костюму із врахуванням умов експлуатації

Лікарі перинатальних відділень при виконанні своїх обов'язків безпосередньо контактують з новонародженими та майбутніми матусями. Їхня робота полягає в [22]:

- медичний огляд вагітних та новонароджених, орієнтований на виявлення внутрішньоутробних захворювань та хвороб неонатального періоду;
- догляд за новонародженими;
- проведення уроків молодим матусям по догляду за немовлятами;
- проведення оперативних втручань при пологах;
- проведення та підтримка під час пологів;
- встановлення контакту та співпраці з вагітною жінкою та її родиною, пояснення мети та потреб лікування, зняття занепокоєння та тривоги;
- взяття біологічного матеріалу (крові, сечі, калу, мокротиння) на лабораторні дослідження: біохімічні, бактеріологічні, гістологічні, імунологічні та інші;
- направлення пацієнтів на додаткові аналізи, дослідження та консультації з іншими медичними фахівцями;
- проведення діагностичних та терапевтичних процедур у межах неонатальної допомоги, проведення УЗД, ЕКГ, поперекової пункції, переливання крові, кисневої терапії, парентерального харчування та інших;
- інтерпретація та оцінка результатів виконаних додаткових тестів;

- встановлення основного медичного діагнозу та вірогідних супутніх діагнозів;
- фармакологічне та немедикаментозне лікування захворювань плода та новонароджених, таких як серологічний конфлікт, вроджені дефекти, недоношеність, перинатальні інфекції, дихальна недостатність новонароджених, захворювання нервової системи, захворювання обміну речовин та інші;
- надання пренатальних та генетичних консультацій;
- надання екстреної допомоги у невідкладних випадках, проведення реанімації, переливання крові з використанням необхідного медичного обладнання;
- ведення медичної документації, написання виписок, рекомендацій;
- участь у заходах щодо зміцнення здоров'я та профілактики захворювань плода та новонароджених.

На основі аналізу специфіки робіт лікарів перинатальних відділень складено ергономічну схему найбільш характерних поз і рухів працівників (рисунок 4.1).

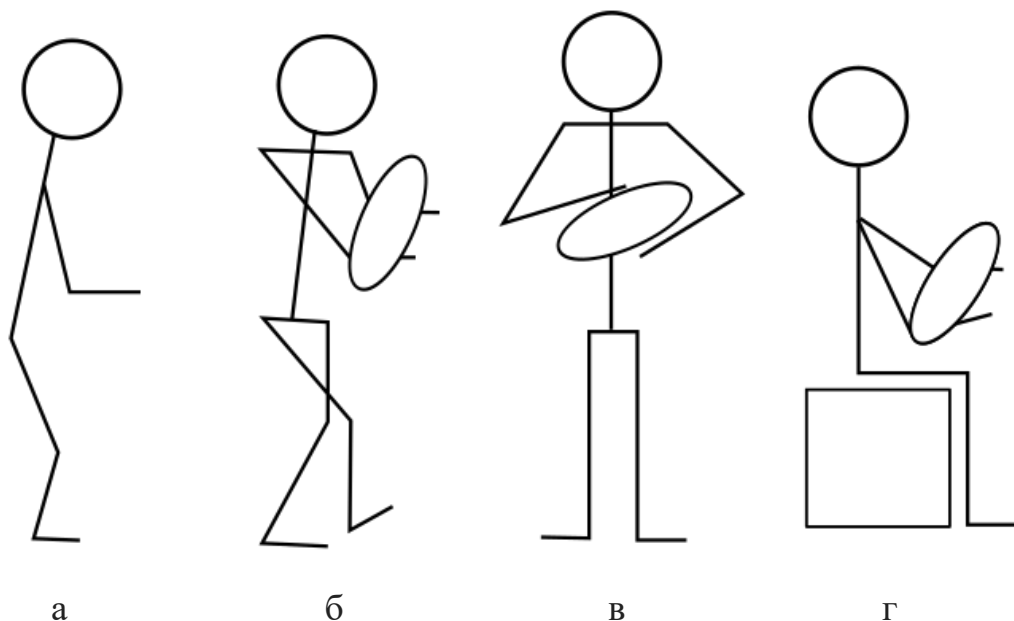


Рисунок 4.1 – Ергономічна схема найбільш характерних поз і рухів працівників перинатальних відділень.

- а) нахили вперед;
- б) тримання немовляти на руках на рівні живота (обидві руки знизу);
- в) тримання немовляти на руках на рівні живота (одна рука знизу, друга – зверху);
- г) тримання немовляти на руках в положенні сидячи на рівні живота (обидві руки знизу).

Вивчаючи специфіку роботи працівників перинатальних відділень виявлено найбільш вразливі місця медичного костюму, які потребують посилення, а саме:

- горловина виробу;
- область в районі живота;
- накладні кишені;
- пояс штанів;
- місце входу в бокові кишені штанів.

Догляд за немовлятами є одним з основних обов'язків лікарів перинатальних відділень. Особливо це стосується педіатрів, акушерів та неонатологів. В перші дні новонародженого вони займаються доглядом, а саме: купання, переодягання, годування, гігієна малюка, при необхідності введення медичних препаратів та ін. З цього випливає, що лікарі перинатальних відділень, часто тримають немовлят на руках (рисунок 4.1), тому найбільш вразливим місцем є ділянка в області живота, адже саме з цим місцем найбільш часто контактує шкіра новонароджених.

Для забезпечення захисту немовлят від шкідливих мікроорганізмів та бактерій в ділянці живота передбачено розробку з'ємної вставки наномодифікованої тканини з антибактеріальним ефектом. Дана вставка не повинна торкатися тіла лікаря та чутливої шкіри немовляти [24].

На рисунку 4.2 представлено технічний рисунок для лікарів перинатальних відділень з використанням антимікробної з'ємної вставки, яка знаходиться всередині накладної кишені в області живота.

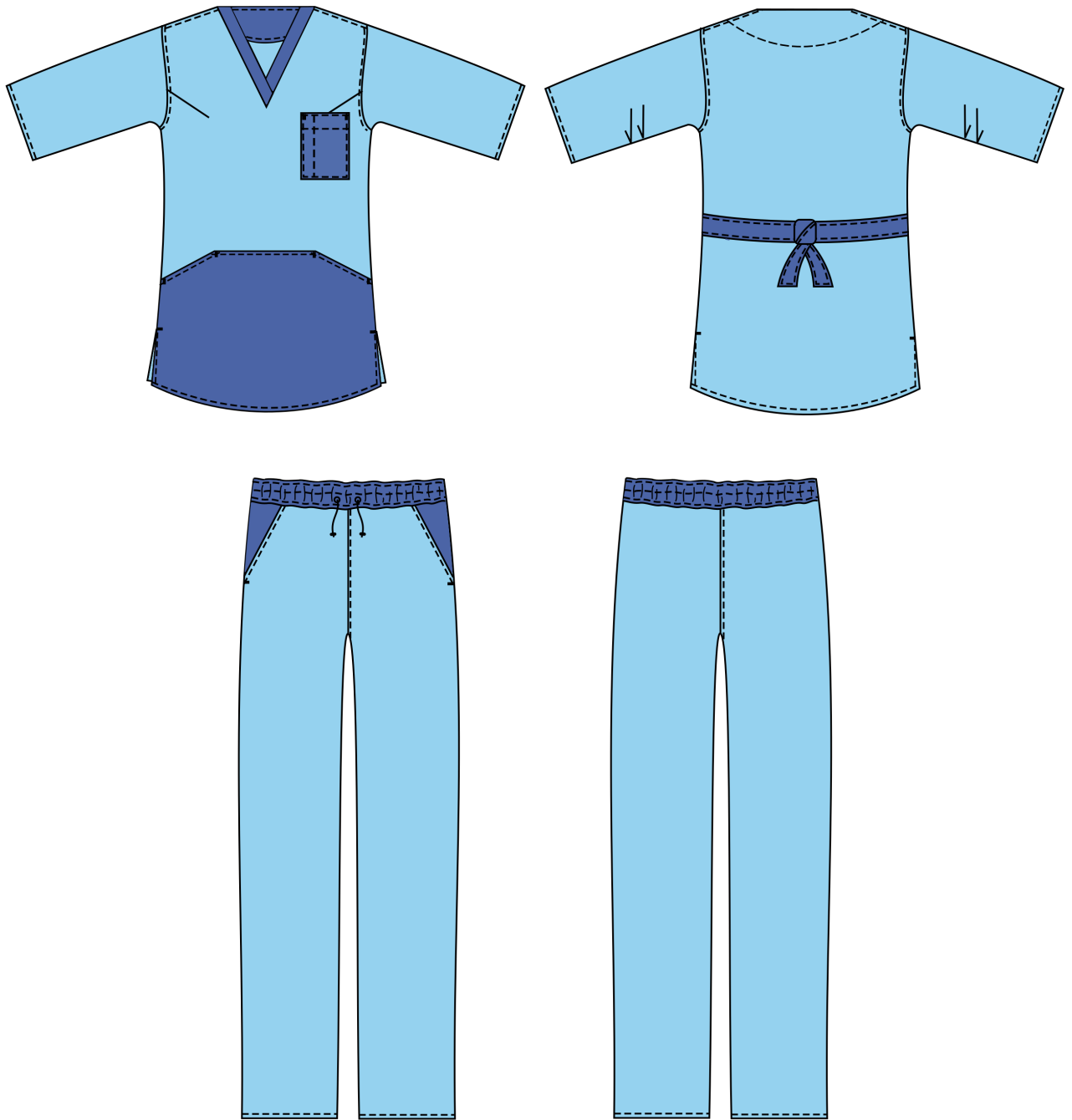


Рисунок 4.2 – Технічний рисунок костюма жіночого для лікарів
перинатальних відділень

ТЕХНІЧНИЙ ОПИС

Костюм жіночий захисний для лікарів перинатальних відділень зі змішаної тканини 65% поліефір та 35% бавовни блакитного та синього кольорів.

Костюм складається із сорочки та штанів.

Сорочка пряма, з вшивним рукавом та поглибленою проймою, V-подібною горловиною, обробленою обшивкою темного кольору.

Перед з нагрудними виточками з пройми та глибокою накладною кишенею, розташованою вздовж нижньої частини переду. В кишені передбачено кріплення для антимікробної знімної внутрішньої вставки. З лівого боку в області грудей розташовано накладну кишеню.

Спинка суцільна із зав'язками для регулювання ширини по лінії талії.

Рукав широкий, прямий, довжиною $\frac{3}{4}$ з двома складками по лінії ліктя.

Центральна нижня та ліва накладні кишені, обшивки горловини спинки та пілочки, талієві зав'язки виконані з синьої тканини.

По низу виробу, рукавам, проймі, накладних кишенях, талієвих зав'язках, плечам та обшивкам горловини прокладено оздоблювальні строчки.

Передня половинка штанів містить бокові косі кишені в шві.

Верх штанів оброблений поясом з еластичною тасьмою.

Пояс та підзор кишені виконані з синьої тканини.

По низу, поясу, бокових косих кишенях та шву сидіння прокладено оздоблювальні строчки.

Рекомендовані розміри 84-104, рости 160-172, II повнотної групи..

Матеріали статті представлено в додатку Г.

Отже, провівши аналіз умов експлуатації виробу та ергономіки рухів лікарів перинатальних відділень, виявлено найбільш вразливі місця медичного костюму. В результаті чого проведено проектування костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень з використанням наномодифікації текстильних матеріалів антибактеріальною обробкою, яка представлена в виді з'ємної внутрішньої вставки накладної кишені в області живота.

4.2 Розробка конструктивного устрою

Для побудови конструкції виробу використовуються такі дані: розмірна характеристика фігури споживача, вибір добавок для розробки конструкції, розрахунок побудови основи конструкції моделі.

Розмірна характеристика споживача визначається по індивідуальним вимірам або за «ДСТУ ГОСТ 31396:2011 Класифікація типових фігур жінок за зростом, розміром і повнотними групами для проектування одягу (ГОСТ 31396- 2009, IDT)» та «ДСТУ ГОСТ 31399:2011 Класифікація типових фігур чоловіків за зростом, розміром і повнотними групами для проектування одягу (ГОСТ 31399-2009, IDT)».

При проектуванні костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень було обрано розмірні характеристики відповідно «ДСТУ ГОСТ 31396:2011 Класифікація типових фігур жінок за зростом, розміром і повнотними групами для проектування одягу (ГОСТ 31396- 2009, IDT)». Для проектування костюмів жіночих для лікарів перинатальних відділень рекомендованими є розміри 84-104, рости 160-172 II повнотної групи [18].

Форма одягу, силует, відповідність моделі значною мірою залежать від того, наскільки правильно вибрані й встановлені величини прибавок при розробці його конструкції.

Прибавки на вільне облягання передбачені як за шириною виробу, так і за довжиною. Величини прибавок на вільне облягання на різних ділянках одягу неоднакові і залежать від виду одягу, моделі, властивостей матеріалу. Величини прибавок на вільне облягання на різних частинах одягу наводяться в методиках конструювання. При розробці конструкції обов'язково передбачають прибавки на товщину пакету матеріалів одягу .

Прибавки для розрахунку конструкції проектного виробу наведено в таблиці 4.1 [3].

Таблиця 4.1

Прибавки на вільне облягання на різних ділянках виробу.

Позначення добавки	Найменування добавки	Розмірні ознаки фігури, см
1	2	3
П _г	Припуск до півобхвату грудей	5,0
П _т	Припуск до півобхвату талії	5,0
П _б	Припуск до півобхвату бедер	4,0
П _{шп}	Припуск на вільне облягання на ділянці пілочки	1,5
П _{шс}	Припуск на вільне облягання на ділянці спинки	2,0
П _{оп}	Припуск на свободу пройми	1,5

Для підвищення комфортності та надійності виробу на етапі моделювання було використано такі елементи:

- V-подібна обшивка горловини пілочки, що дозволяє легко одягати виріб та не використовувати застібку;
- Накладна кишені в лівій верхній частині виробу, яка складається з відділення для кулькової ручки та відділення для бейджа.
- Накладна кишеня в області живота, яка забезпечує надійність виробу в області живота, так як це місце є найбільш вразливим для виробів працівників перинатальних відділень;
- Зав'язки в бокових швах блузи, які дають змогу регулювати прилягання виробу;
- Розрізи в бокових швах блузи, забезпечують комфорт при динаміці тіла;
- Обшивка горловини спинки, яка настроєна на спинку, для підвищення стійкості виробу в зоні горловини;
- Складки рукавів в ділянці ліктів, забезпечують свободу рухів при різних положеннях рук;
- Пояс штанів містить еластичну тасьму та зав'язки, що дає змогу регулювати розмір.

У ділянках найбільшого навантаження та стирання було використано тканини темного кольору (синій). До ділянок найбільшого навантаження в костюмі лікарів перинатальних відділень входять:

- Обшивка горловини пілочки;
- Обшивка горловини спинки;

- Накладна кишені в області грудей;
- Накладна кишеня в області живота;
- Зав'язки в бокових швах блузи;
- Пояс штанів;
- Бокові кишені штанів.

Отже, розробка конструктивного устрою здійснювалася з врахуванням вимог розмірних характеристик споживачів за «ДСТУ ГОСТ 31396:2011 Класифікація типових фігур жінок за зростом, розміром і повнотними групами для проектування одягу (ГОСТ 31396- 2009, IDT)». Проектування здійснювалося з врахуванням прибавок на вільне облягання виробів, в результаті чого було обрано тип прилягання «середній».

При розробці конструктивного устрою були враховані місця найбільшого навантаження в костюмі лікарів перинатальних відділень, в результаті чого було проведено моделювання з метою підвищення зручності та стійкості виробу.

Для проектування костюмів жіночих для лікарів перинатальних відділень рекомендованими є розміри 84-104, рости 160-172 II повнотної групи.

4.3 Технологічна проробка та виготовлення експериментального зразка

Для виготовлення виробів медичного призначення використовують тканини з бавовни, віскози, спандексу та поліестеру. Для покращення властивостей матеріалів все частіше застосовуються сумішеві тканини в поєднанні різного співвідношення волокнистого складу. Для виготовлення костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень було запропоновано сумішеву тканину з волокнистим складом 65% поліестер та 30% бавовна. Характеристика основних матеріалів для виготовлення костюма жіночого представлено в таблиці 4.2.

Характеристика основних матеріалів для виготовлення виробу

Назва матеріалу	Умовне позначення	Оформлення, оброблення	Переплетення	Колір	Вміст складників сировинного складу, %	Символи по догляду			
						Хімічне шивення	Прання	Прасування	Відбілювання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тканина верху 1	37402	Гладко-фарбована	Просте	Блакитний	Полієфір 65% Бавовна 30%				
Тканина верху 2	37403	Гладко-фарбована	Просте	Синій	Полієфір 65% Бавовна 30%				
Тканина з'ємної вставки кишені	37404	Гладко-фарбована	Просте	Білий	Бавовна 100%				

Для надання виробу більш високої зносостійкості, поліпшення зовнішнього вигляду, забезпечення посадки на фігурі та покращення експлуатаційних якостей використовують прокладкові матеріали.

Існують прокладки різного призначення: стабілізуючі – для припинення косоного розтягування верхньої тканини, а також, наприклад, для закріплення гудзиків і петель; фасонні – для додання деталям одягу пружності, форми, а також для відновлення форми після м'яття; прокладки, що додають жорсткість формі наприклад, поясам, ремням і шльонкам; об'ємні – для додання деталям одягу об'єму.

Прокладкові матеріали повинні бути малорозтяжними, пластичними, міцними, мати достатню жорсткість, але не бути грубими. За основними структурними показниками та технологічними властивостями (усадкою, розтяжністю, товщиною, щільністю, масою) вони повинні відповідати матеріалам верху. Показники фізико-механічних властивостей прокладкових матеріалів для жіночого медичного костюма представлені в таблиці 4.3.

Назва клейового матеріалу (підприємство-виробник)	Ширина, см	Поверхнева густина, г/м	Вид клейового покриття	Температура плавлення клею, Тпл, °С	Щільність покриття, крап/см (меш)	Колір	Сировинний склад, %	Область застосування
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Флізелін 1102/4721	110	74	П-548	140	48	Сірий	ПЕ-100	Дублювання дрібних деталей

У швейній промисловості знаходять застосування нитки різного волокнистого складу (бавовняні, шовкові, синтетичні) і різного способу виробництва (мононитки, комплексні, штапельні, армовані, змішані). Дані нитки мають специфічні властивості, що своєрідно виявляють за однакових умов пошиття на швейних машинках і в процесі експлуатації.

Через великі швидкості роботи швейних машин велике значення має термостійкість ниток. Для запобігання обриву ниток значення показника термостійкості не повинне бути менше температури нагріву голки.

Фізико-механічні властивості швейних ниток для жіночого медичного костюма представлено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Показники фізико-механічних властивостей швейних ниток

Артикул	Щільність		Упаковка, м	Застосування
	Dtex	Np		
1	2	3	4	5
A 302 №120 Gutermann	32,6	300 (2)	5000 10000	Для з'єднання деталей одягу
T 162 № 180 Gutermann	26,2	160 (2)	5000 10000	Для обметування зрізів

Ниткове з'єднання деталей – це з'єднання деталей стібками. Стібок – елемент ниткової строчки між двома проколами, який повторюється і є закінченим переплетенням ниток на матеріалі. Залежно від кількості ниток і виду їх переплетення стібки поділяють на прості і складні; за структурою – на ланцюгові та човникові; за способом проколу – на потайні та наскрізні.

Строчка – ряд послідовно з'єднаних стібків. Строчки поділяються: за способом виконання – машинні та ручні, за призначенням - з'єднувальні, обметувальні, обшивальні, фастригувальні, стобальні. З'єднання нитковою строчкою або іншим способом двох і більше шарів матеріалів представляє шов.

Характеристика ниткових з'єднань, які використовуються для виготовлення костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Характеристика ниткових з'єднань, які застосовуються при виготовленні костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень

Код шва	Графічне і умовне зображення шва	Параметри, см	Область застосування
1.01.02		Відстань від краю зрізу до строчки 1 см	Шов вшивання рукава в пройму, шов сидіння штанів
1.01.05		Відстань від краю зрізу до строчки 1 см	Бокові шви блузи, передні шви рукавів, бокові та крокові шви штанів
1.06.02		Відстань від краю зрізу до строчки 1 см та 0,2 см	Обробка зав'язок в бокових швах блузи
2.02.01		Відстань від краю зрізу до строчки 0,1 см	Настрочування кишені на пілочку
2.02.03		Відстань від краю зрізу до строчки 1 см та 0,1 см	Обробка горловини спинки та пілочки
6.03.01		Відстань від краю зрізу до строчки 2 см	Обробка низу виробу
6.03.07		Відстань від краю зрізу до строчки 0,5 см та 3 см	Застрочування верхнього зрізу нагрудної кишені

Одним з найбільш важливих етапів виробництва є вибір методів обробки, оскільки від цього залежить якість виробу, основні трудові та матеріальні витрати. Методи обробки медичного костюма для лікарів перинатальних відділень представлено на рисунках 4.3 та 4.4.

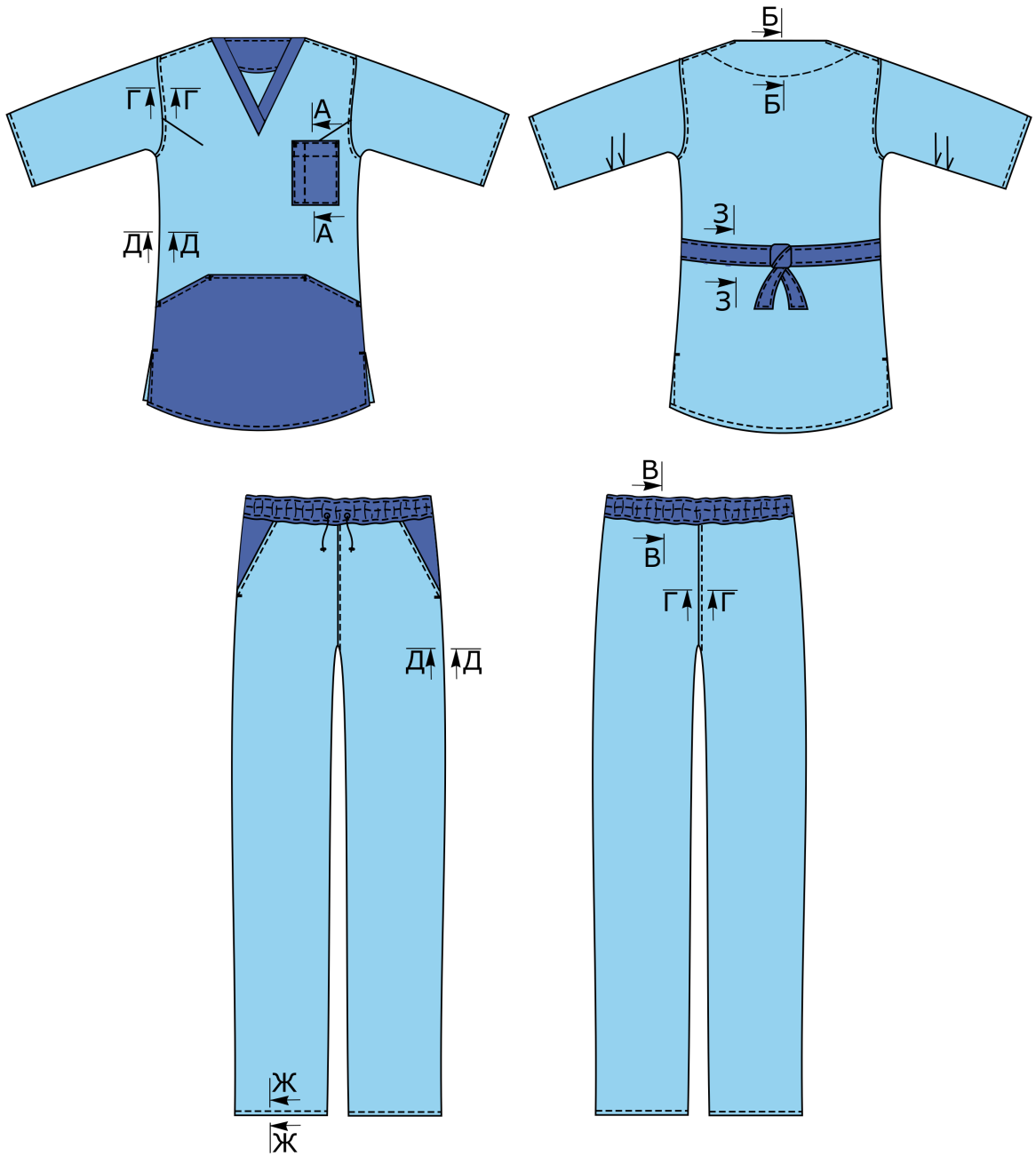


Рисунок 4.3 – Схема позначення перерізів основних вузлів жіночого медичного костюма для лікарів перинатальних відділень

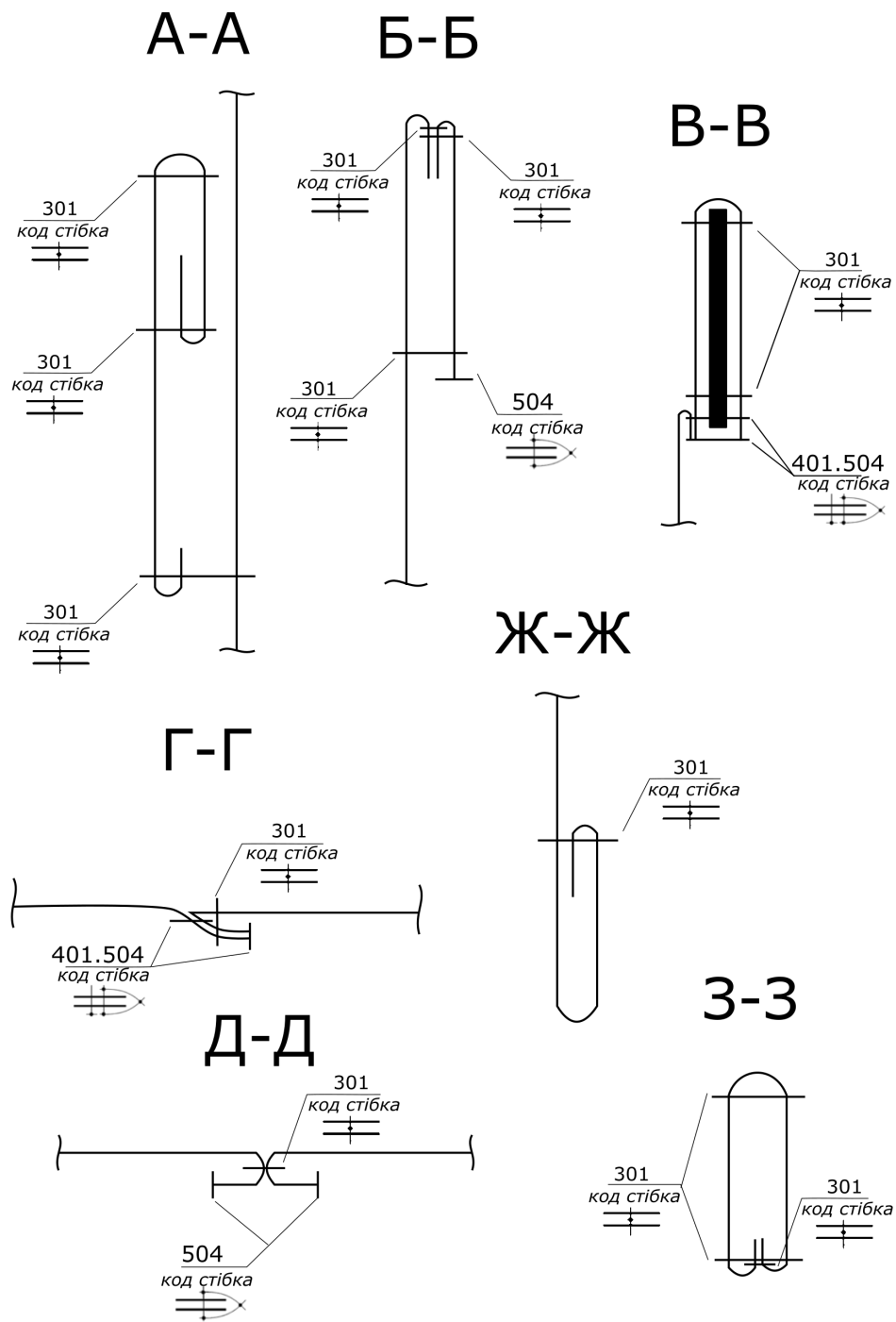
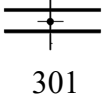
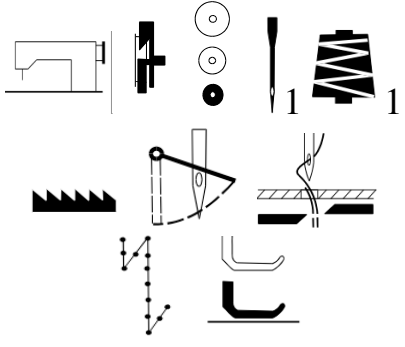
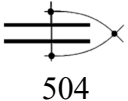
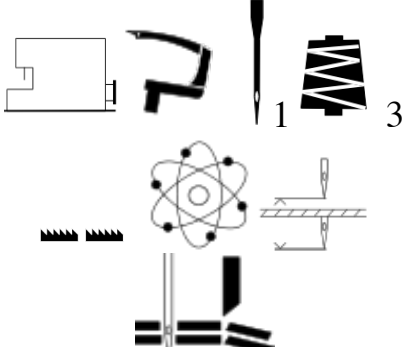
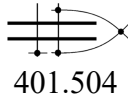
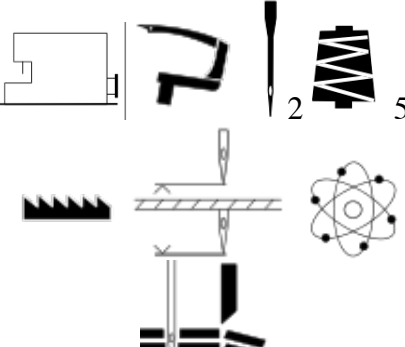


Рисунок 4.4 – Методи обробки медичного костюма для лікарів перинатальних відділень

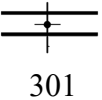
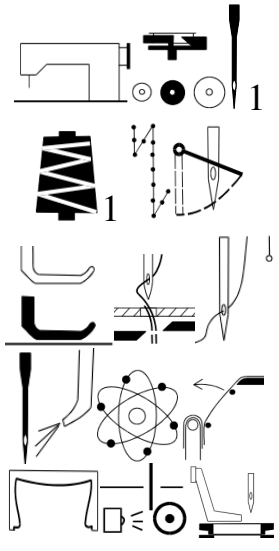
Для виготовлення медичного костюма пропонуються прогресивні методи обробки з використанням сучасного обладнання. Аналіз обладнання, яке використовується для виготовлення жіночого костюма для лікарів перинатальних відділень представлено в таблицях 4.6 – 4.8.

Характеристика швейних машин універсального та спеціального призначення.

Клас (марка) машини, підприємство-виробник	Технологічне призначення машини	Умовне та кодове позначення стібка (ДСТУ ISO 4915 : 2005)	Максимальна частота обертання головного валу, ХВ-1	Максимальна довжина стібка, мм	Максимальна товщина матеріалу під лапкою, мм	Тип механізму переміщення матеріалу, робочі органи, додаткові функції, елементи автоматизації (надати у символах відповідно додатку Б) [1]
DÜRKOPP ADLER 251-140042 Німеччина	Універсальна промислова машина двониткового човникового стібка	 301	1500	6	18	
Jack E4-3-32R2/223 Китай	Швейна машина трьохниткового ланцюгового зшивально-обметувального стібка	 504	5500	4	6,5	
Jack JK-798TDI-5-516-03/333 Китай	Швейна машина двониткового ланцюгового прямого та трьохниткового ланцюгового обметувального стібка	 401.504	7000	3,8	5	

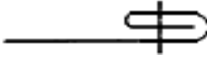
Таблиця 4.7

Характеристика швейних машин напівавтоматичної дії

Клас (марка) машини, підприємство-виробник	Технологічне призначення машини	Умовне та кодове позначення стібка (ДСТУ ISO 4915 : 2005)	Максимальна частота обертання головного валу, хв-1	Максимальна довжина стібка, мм	Максимальний розмір деталей, мм	Довжина закріпки, мм	Максимальна товщина матеріалу під лапкою, мм	Тип механізму переміщення матеріалу, робочі органи, додаткові функції, елементи автоматизації (надати у символах відповідно до таблиці Б.1.11)
DÜRKOPP ADLER 806N-111100-01 Німеччина	Настрочування накладної кишені на пілочку	 301	3800	3,5	200x220	—	4	

Таблиця 4.8

Характеристика засобів малої механізації

Найменування виробу	Найменування операції	Умовне та кодове позначення шва	Тип засобу малої механізації	Клас машини та підприємство виробник
Жіночий медичний костюм	Застрочування верхнього зрізу кишені, застрочування низу штанів	Код шва 6.03.01 	F105/10M Для виконання шва у підгин з закритим зрізом	DÜRKOPP ADLER 251-140042

Для захисту від впливу шкідливих мікроорганізмів на вразливий організм новонароджених розроблено спеціальну з'ємну вставку з антибактеріальними властивостями за рахунок обробки наночастинками ZnO. Вона знаходиться всередині накладної кишені в районі живота, за рахунок цього не контактує зі шкірою лікаря та немовляти. Вставка кріпиться на

гудзики на еластичні петлі. Метод обробки та схема кріплення представлені на рисунку 4.5.

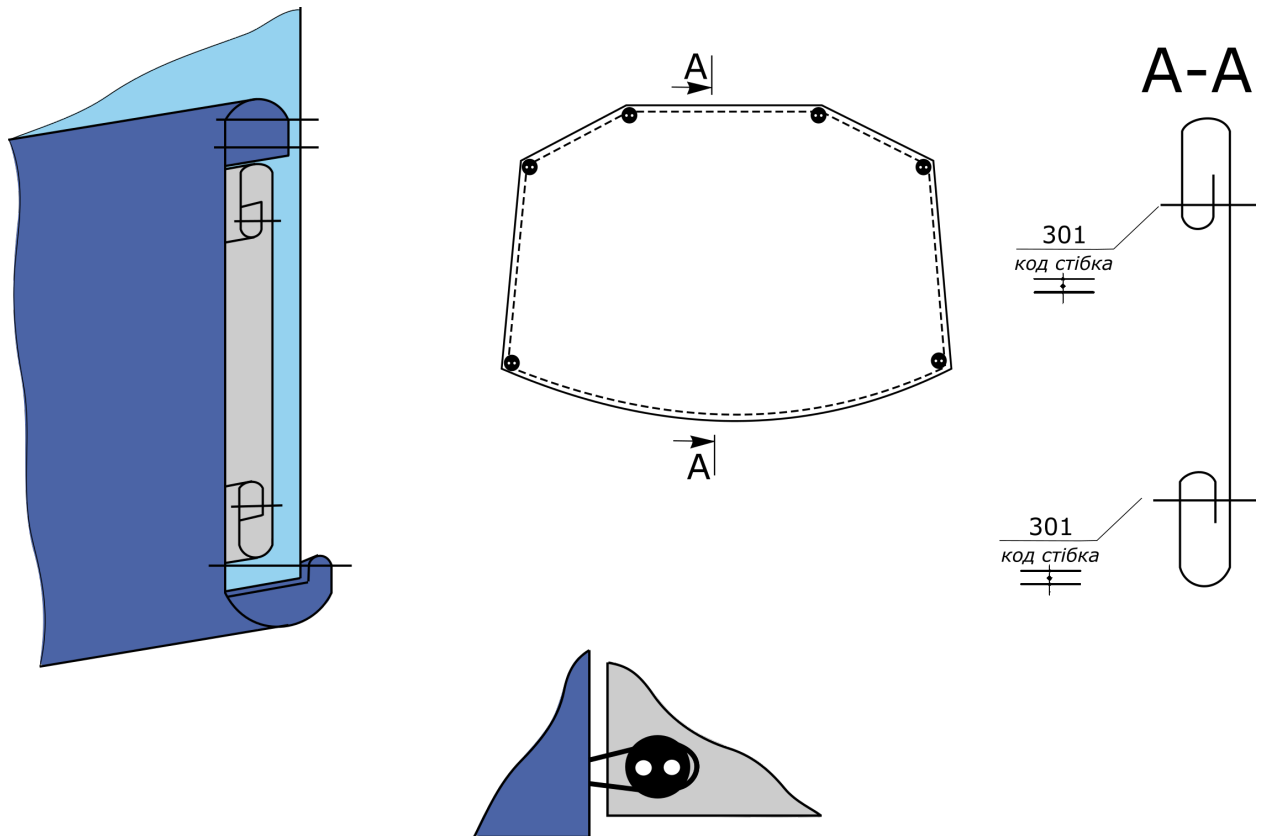


Рисунок 4.5 – Метод обробки та схема кріплення з'ємної внутрішньої вставки накладної кишені в районі живота з антибактеріальними властивостями

Отже, в результаті було відшито костюм жіночий для лікарів перинатальних відділень з з'ємною внутрішньою вставкою, яка кріпиться на гудзики та еластичні петлі всередину накладної кишені в районі живота. Вставка має антибактеріальний ефект за рахунок обробки наномодифікації ZnO.

4.4 Удосконалення форми та устрою медичного костюму на основі результатів експериментальної носки

Дослідна експлуатація - це експлуатація певної кількості виробів за встановленою програмою. Мета дослідної експлуатації - вдосконалення

процесу експлуатації з урахуванням реальних умов використання, контролю в цих умовах, ефективність роботи та накопичення досвіду застосування.

Дослідна експлуатація може бути спрямована на вдосконалення конструкції, технічних та експлуатаційних характеристик виробу, коригування експлуатаційної документації, скорочення термінів виготовлення, вивчення нової техніки і поширення отриманого досвіду на всі вироби даного типу.

В окремих галузях промисловості та напрямки діяльності порядок дослідної експлуатації нових виробів встановлюється за нормами і правилами даної галузі (відомства). Найчастіше це один з етапів випробувань і впровадження виробів.

Програма дослідної експлуатації повинна містити наступну інформацію:

- умови і порядок роботи;
- тривалість етапу;
- порядок усунення виявлених недоліків.

Всі відомості про тривалості функціонування, відмови, збої і аварійні ситуації, що виникли в процесі дослідної експлуатації, повинні бути зафіксовані.

Після завершення дослідної експлуатації вносяться зміни для вирішення проблем, які виникли під час експлуатації або повне припинення роботи з даним виробом в зв'язку з повною невідповідністю і несправністю виробу [34].

В ході роботи було проведено дослідну експлуатацію костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень. В результаті чого для виготовлення костюма пропонується внесення таких змін:

- збільшення довжини сорочки на 10 см;
- збільшення накладної кишені в області живота на 6 см;
- збільшення кута нахилу входу в накладну кишеню в області живота;
- збільшення довжини штанів на 3 см;
- збільшення довжини розрізів в бокових швах сорочки на 3 см;

- обробка нижнього зрізу горловини спинки швом з окантуванням зрізу;
- зав'язки на поясі штанів з зовнішньої сторони.

Протокол результатів експлуатації захисного медичного одягу наведено в додатку Е.

Фото звіт результатів експлуатації костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень представлено на рисунку 4.6.



Рисунок 4.6 – Фото дослідної експлуатації костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень.

Отже, під час дослідної експлуатації виріб проходить тестування в ДУ Національному інституті фтізіатрії та пульманології ім. Ф. Г. Яновського. Дослідна експлуатація дозволяє цілком оцінити функціональність виробу, виявити його основні та приховані недоліки. Всі недоліки виробу повинні бути занотовані та в подальшому внесені зміни для покращення функцій виробу.

Висновки до розділу 4

Лікарі перинатальних відділень кожен день виконують масу маніпуляцій. Більшу частину своєї роботи вони знаходяться поруч з немовлятами. В ході роботи було проаналізовано найбільш характерні пози та рухи лікарів перинатальних відділень. На основі чого складено ергономічну схему рухів та поз і виявлено, що найбільш вразливою ділянкою є область в районі живота. На основі цих досліджень проведено проектування костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень з використанням наномодифікації текстильних матеріалів антибактеріальною обробкою, яка представлена в виді з'ємної внутрішньої вставки накладної кишені в області живота.

Розробка конструктивного устрою здійснювалася з врахуванням вимог розмірних характеристик споживачів за «ДСТУ ГОСТ 31396:2011 Класифікація типових фігур жінок за зростом, розміром і повнотними групами для проектування одягу (ГОСТ 31396- 2009, IDT)».

При розробці конструктивного устрою були враховані місця найбільшого навантаження в костюмі лікарів перинатальних відділень, в результаті чого було проведено моделювання з метою підвищення зручності та стійкості виробу. Для проектування костюмів жіночих для лікарів перинатальних відділень рекомендованими є розміри 84-104, рости 160-172 II повнотної групи.

Результатом роботи є відшитий жіночий костюм для лікарів перинатальних відділень з з'ємною внутрішньою вставкою, яка кріпиться на гудзики та еластичні петлі всередину накладної кишені в районі живота. Вставка має антибактеріальний ефект за рахунок обробки наномодифікації ZnO.

Виріб було передано на дослідну експлуатацію, для всіх зафіксованих недоліків запропоновані шляхи усунення.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз асортименту медичного одягу та матеріалів для його виготовлення з чого виділено, що найбільшим попитом користуються медичні костюми з змішаних тканин.

2. Здійснено аналіз модифікації текстильних матеріалів та волокон з використанням антибактеріального ефекту. Найбільш доцільним є використання наномодифікованих текстильних матеріалів з використанням іонів металів (Pd/Pt, Ag, Fe, Cu, Zn тощо)

3. Проаналізовано шкідливий вплив наночастинок на організм людини, виділено основні фактори шкідливого впливу та запропоновано шляхи вирішення проблеми.

4. Проведено аналіз наномодифікації матеріалів з антибактеріальним ефектом та досліджено використання ZnO в різних сферах життя людини.

5. Вивчено антибактеріальні властивості оксиду цинку та застосування його в медицині.

6. Встановлено режими проведення дослідження з використанням наномодифікації оксиду цинку та здійснено наномодифікацію бавовняної тканини ZnO.

7. Проведено оцінку антибактеріального ефекту на E.coli як модельні бактерії. Встановлено залежність між збільшенням кількості діючої речовини так зоною ураження бактерій.

8. Випробування на стійкість до прання тканини, завантаженої мікрочастинками ZnO показують, що обробка має середню стійкість, в результаті чого антибактеріальний ефект зменшується з кожним циклом прання. Стійкість обробки досягає максимум 20 циклів прання.

9. Досліджено енерго-інформаційний стан органів систем органів людини з використанням апаратно-програмного комплексу ROFES. В дослідженні приймали участь дві особи. В результаті чого спостерігається покращення стану органів та систем органів в особи №2. Та навпаки погіршення в особи №1, що пояснюється вразливістю організму до металів.

Обробка наночастинками металів рекомендується до використання для осіб в яких не виявлено алергічну реакцію на метали.

10. Виконано аналіз вимог до одягу медичного призначення. На основі чого проведено соціологічне опитування працівників перинатальних відділень з використанням Google форм. Результати опитування проаналізовано та представлено у вигляді діаграм.

11. Розроблено ергономічну схему найбільш характерних поз і рухів працівників перинатальних відділень. Виявлено найбільш вразливі місця медичного костюму які потребують посилення, а саме:

- горловина виробу;
- область в районі живота;
- накладні кишені;
- пояс штанів;
- місце входу в бокові кишені штанів.

12. Проведено проектування костюма жіночого для лікарів перинатальних відділень. Розроблено конструктивну та технологічну документацію для виготовлення виробу.

13. Спроектовано з'ємну вставку накладної кишені в області живота з антибактеріальною обробкою наночастинками ZnO, яка кріпиться на гудзики та еластичні петлі.

14. Проведено дослідну експлуатацію в ДУ Національному інституті фізіатрії та пульманології ім. Ф. Г. Яновського, в результаті чого виявлено недоліки виробу та запропоновано шляхи їх вирішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абаева Л.Ф., Шумский В.И., Петрицкая Е.Н., Рогаткин Д.А., Любченко П.Н. Наночастицы и нанотехнологии в медицине сегодня и завтра // Альманах клинической медицины. – 2010. – №22. – С. 10-16.
2. Аппаратно-программный комплекс ROFES. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rofes.ru>
3. Базові конструктивні основи : [довідник / упорядкув. Н.В. Садретдінова, М.В. Яценко, Т.П. Артеменко, рецензент Л. Б. Білоцька]. – К. КНУТД, 2019. – 127 с.
4. Болатова Ж. Агрегативная устойчивость и адсорбционные свойства наночастиц оксида цинка в модельном пептоне: магистерская диссертация студента Национального исследовательского Томского политехнического университета, Отделения материаловедения : от 31.05.20 / Болатова Жанар. – Томск., 2020. – 128 с.
5. Букина, Ю.А. Современные материалы для производства спортивной одежды и термобелья / Ю.А. Букина, Е.А. Сергеева // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №9. – С. 112-114.
6. Виноградова, Н. А. Анализ ассортимента тканей медицинского назначения / Н. А. Виноградова, С. В. Плеханова, Ш. А. Намажап // 67-я Межвузовская научно-техническая конференция «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству». – Кострома, КГТУ, 2015. – С. 52.
7. Волков В.А. Нанотехнология в производстве текстильных материалов, что это такое. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.e-science.ru.
8. Глушкова А.В., Радилов А.С., Рембовский В.Р. Нанотехнологии и нанотоксикология — взгляд на проблему // Токсикологический вестник. — 2007. — № 6. — С. 4-8.
9. Горберг Б.Л. Технология и оборудование для металлизации текстильных материалов методом магнетронного распыления / Б.Л. Горберг,

А.А. Иванов, В.А. Титов, Э.И. Куликовский // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2013. – № 2. – С. 7.

10. Гребенкин А.А. Металлизация текстильных полотен в гидродинамическом поле / А.А. Гребенкин, А.Н. Гребенкин, С.В. Зверлин, А.Е. Макаров // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2010. – № 3. – С. 40-42.

11. Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності» Укрпатент [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ukrpatent.org/uk>

12. Ибатуллина А. Р. Создание композиционных материалов на основе арамидных волокон с применением плазменной обработки / А. Р. Ибатуллина, Е. А. Сергеева // Дизайн. Материалы. Технология. – 2012. – № 5(25) – С. 38-44

13. Кантур В.А., Петросьянц В.В., Кантур М.В. Новые технологии информационно-волновой медицины // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2012. – № 1-2. – С. 185-187.

14. Каталог продукции Балтекс, Т/С Южная Корея. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.balt-tex.ru/catalog/177/>.

15. Каталог продукции ООО Чайковский текстиль. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.textile.ru/production/spec/med>.

16. Каталог продукции ТД ООО Айрин, ткани Кэррингтон. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.tdairin.ru/tkani/>.

17. Каталог продукции Текстайм ткани Сатори. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.textime.ru/upload/flyer/Satory_230714.pdf.

18. Класифікація типових фігур жінок за зростом, розміром і повнотними групами для проектування одягу (ГОСТ 31396-2009, ІДТ) : ДСТУ ГОСТ 31396:2011. – [Чинний від 2011- 02-10]. – К. : Держспоживстандарт України 2011. – 20 с. – (Національний стандарт України).

19. Кричевский Г.Е. Опасности и риски нанотехнологий и принципы контроля за нанотехнологиями и наноматериалами // Нанотехнологии и охрана здоровья. – 2010. – № 3. – С. 10-24.

20. Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. Проблема оценки рисков нанотехнологий: методологические аспекты / В.Н. Крутько, Е.В. Пуцилло, А.Я. Чижов // Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 4. – С. 55-61.

21. Курляндский Б.А. О нанотехнологии и связанных с нею токсикологических проблемах // Токсикологический вестник. – 2007. – № 6. – С. 2-3.

22. Лікар – неонатолог. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://osvita.ua/proforientation/profession/73478/>

23. Любка К. С. Аналіз методів наномодифікації текстильних матеріалів / К. С. Любка, Н. В. Садретдінова, В. І. Власенко // III Міжнародна науково-практична конференція «KyivTex&Fashion». – 2019. – С. 39-44

24. Любка К. С., Березненко С. М., Садретдінова Н.В., Власенко В. І. Проектування захисного одягу з використанням антимікробних елементів для лікарів перинатальних відділень// IV Міжнародна науково-практична конференція «KyivTex&Fashion». – 2020. – С. 92-93

25. Люди в білому. Медичний одяг і аксесуари. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://lvb.ua/ru/>

26. Малешко А. А. Антибактериальные неорганические агенты: эффективность использования многокомпонентных систем / А.А. Малешко, А.Г. Афиногенова, Г.Е. Афиногенов, А.А. Спиридонова, В.П. Толстой // Russian Journal of Infection and Immunity. – 2020. – Vol. 10. – no. 4. – P. 639-654

27. Медицинская одежда от компании «Мой Портной». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.moy-portnoy.com.ua>

28. Медицинская одежда. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Медицинская_одежда.

29. Медицинский центр «Век здоровья». Виды и особенности современной медицинской одежды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gitt.ru/ponemnogu_obo_vsem/_poleznye_sovety/vidy-i-osobennosti-sovremennoy-medicinskoj-odezhdy/.

30. Медичний одяг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Медичний_одяг

31. Онищенко Г.Г., Арчаков А.И., Бессонов В.В. и др. Методические подходы к оценке безопасности наноматериалов / Методологические проблемы изучения и оценки био- и нанотехнологий (нановолны, частицы, структуры, процессы, биообъекты) в экологии человека и гигиене окружающей среды (Материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и Минздравсоцразвития РФ) / Под ред. Ю.А. Рахманина. – Москва, 2007. – С. 4-25.

32. Опитування Google Форми «Одяг для медперсоналу». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://forms.gle/T1Kw56CGVd8RfKCh9>

33. Опрос социологический // Социология. Словарь / Сост. Т. Е. Зерчанинова. – Екатеринбург: УрАГС, 2006. – 64 с.

34. Опытная эксплуатация. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://tehpis.ru/services/razrabotka_dokumentatsii_na_avtomatizirovannye_sistem_y_po_gost_34/opytная-ekspluatatsiya/

35. Пат 2350356 Ru. Антибактериальный текстильный волокнистый материал и способ его получения / А.В. Вишняков, Т.В. Минаева, В.А. Чашин, Д.В. Хотимский. - № 2007124816/12; заявл. 03.07.2007; опубл. 27.03.2009

36. Пат 2426484 Ru. Способ изготовления медицинской маски / В.М. Жариков, Д.Г. Шарапов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" - № 2010108904/12; заявл. 11.03.2010; опубл. 20.08.2011

37. Перинатология. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Перинатология>

38. Пиганов Е.С., Лапин А.А. Экологические проблемы развития нанотехнологий и наноматериалов // Экологическая политика: проблемы и перспективы. Материалы IV межвузовской студенческой научно-практической конференции. – 2016. – С. 220-223.

39. Пиганов Е.С., Максимов П.В., Лапин А.А. Экологические проблемы разработки пищевой продукции, содержащей наноматериалы и продукты нанотехнологий // Экологическая политика: проблемы и перспективы. Материалы IV межвузовской студенческой научно-практической конференции. – 2016. – С. 217-220.

40. Полушкина Т. М, Коваленко Е Г, Якимова О Ю. Социология управления: учебное пособие. – М.: Издательский дом «Академия Естествознания», 2013. – 302 с.

41. Поняття і види нормативних документів. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://studepedia.org/index.php?vol=1&post=2862>

42. Разуваева А.В. Гигиеническая защита профессиональной одежды // Текстильная промышленность. – 2010. – №3. – С. 42–46.

43. Скідан В.В., Любка К. С. Використання наноматеріалів в текстильній промисловості та їх вплив на організм людини // VI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих учених «Об'єднати наукою: перспективи міждисциплінарних досліджень». – 2019. – С. 73-76.

44. Социологическое исследование. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Социологическое_исследование

45. Соціологія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів / В. Г. Городяненко [та ін.] ; ред. В. Г. Городяненко. – 2-ге видання, доповнене. – К.: Видавничий центр "Академія", 2006. – 544 с.

46. Ткани для спецодежды: характеристики и особенности. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://textiletrend.ru/pro-tkani/ispolzovanie/dlya-spetsodezhdy.html>

47. Токторбаева Э.И. Факторы и требования учитывающиеся при создании медицинской одежды // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – №6. – С. 45-47.

48. Цвета медицинской одежды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sirius-crimea.com/blog/tsveta-meditsinskoj-odezhdy>

49. Astefanei A., Núñez O., Galceran M.T. Characterisation and determination of fullerenes: a critical review // *Analytica Chimica Acta*. – 2015. – Vol. 882. – P. 1- 21.

50. Azam A., Ahmed A.S., Oves M., Khan M.S., Habib S.S., Memic A. Antimicrobial activity of metal oxide nanoparticles against Gram-positive and Gram- negative bacteria: a comparative study // *International Journal of Nanomedicine*. – 2012. – Vol. 7. – P. 6003.

51. Chong M.N., Jin B., Chow C.W.K., Saint C. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: a review // *Water Research*. – 2010. – Vol. 44. – P. 2997-3027.

52. Cotton G.C., Lagesse N.R., Parke L., Meledandri C.J. Antibacterial nanoparticles. In: *Comprehensive Nanoscience and Nano-technology*; 2nd ed. – 2019. – Vol. 3. – P. 65-82.

53. Genet C., Errabi K., Gauthier C. Which model of technology transfer for nanotechnology? A comparison with biotech and microelectronics // *Technovation*. – 2012. – Vol. 32. – P. 205-215.

54. Goel S. A Review on Piezo-/Ferro-Electric Properties of Morphologically Diverse ZnO Nanostructures / S. Goel, B. Kumar // *J. Alloys Compd.* – 2020. – Vol. 816. – P. 152491.

55. Gondal M., Dastageer A., Khalil A, Hayat K, Yamani ZH. Nanostructured ZnO synthesis and its application for effective disinfection of Escherichia coli microorganism in water // *Journal of Nanoparticle Research*. – 2011.– Vol. 13. – P. 30.

56. Gupta R., Krishna N., Eswar R., Modak J.M., Madras G. Ag and CuO impregnated on Fe doped ZnO for bacterial inactivation under visible light. *Catal.* – 2018. – Vol. 300. – P.71-80.

57. Helmlinger J., Sengstock C., Groß-Heitfeld C., Mayer C., Schildhauer T.A., Köller M., Epple M. Silver nanoparticles with different size and shape: equal cytotoxicity, but different antibacterial effects. *RSC Adv.* – 2016. – Vol. 6. – P. 18490-18501.

58. Hu C., Wang L.-L., Lin Y.-Q., Liang H.-M., Zhou S.-Y., Zheng F., Feng X.-L., Rui Y.-Y., Shao L.-Q. Nanoparticles for the treatment of oral biofilms: current state, mechanisms, influencing factors, and prospects. *Adv. Healthcare Mater.* – 2019. – Vol. 8. – no. 24: 1901301.

59. ISO 6887. Saline Peptone Water, 2017.

60. Jan T., Azmat S., Mansoor Q., Waqas H.M., Adil M., Ilyas S.Z., Ahmad I., Ismail M. Superior antibacterial activity of ZnO-CuO nanocomposite synthesized by a chemical Co-precipitation approach. *Microb. Pathog.* – 2019. – Vol. 134.

61. Jones N., Ray B., Ranjit K.T., Manna A.C. Antibacterial activity of ZnO nanoparticle suspensions on a broad spectrum of micro-organisms. *FEMS Microbiol. Lett.* – 2008. – Vol. 279. – P. 71-77.

62. Kumar S.S., Venkateswarlu P., Rao V.R., Rao G.N. Synthesis, characterization and optical properties of zinc oxide nanoparticles // *Nano Letters.* – 2013. – Vol. 3. – P. 1-6.

63. Laurent S., Forge D., M. Port, A. Roch, C. Robic, L. Vander Elst, R.N. Muller Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations, and biological applications // *Chemical Reviews.* – 2010. – Vol. 110. – P. 2574-2574.

64. Lee K.M., Lai C.W., Ngai K.S., Juan J.C. Recent developments of zinc oxide based photocatalyst in water treatment technology: a review // *Water Research.* – 2016. – Vol. 88. – P. 428-448.

65. Liu J., Wang Y., Ma J., Peng Y., Wang A. A review on bidirectional analogies between the photocatalysis and antibacterial properties of ZnO. *J. Alloys Compd.* – 2019. – Vol. 783. – P. 898-918.
66. Maneerat C., Hayata Y. Antifungal activity of TiO₂ photocatalysis against *Penicillium expansum* in vitro and in fruit tests // *International Journal of Food Microbiology.* – 2006. – Vol. 107. – P. 99-103.
67. Mansha M., Khan I., Ullah N., Qurashi A. Synthesis, characterization and visible-light-driven photoelectrochemical hydrogen evolution reaction of carbazole-containing conjugated polymers // *International Journal of Hydrogen Energy.* – 2017. – Vol. 46. – P. 10952-10961.
68. Mashaghi S., Jadidi T., Koenderink G., Mashaghi A. Lipid nanotechnology // *International Journal of Molecular Sciences.* – 2013. – Vol. 14. – P. 4242-4282.
69. Medical Scrubs Fabric: Which One Is Best? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://merchfoundry.com/en/blogs/medical-scrubs-fabric>
70. Meruvu H, Vangalapati M, Chippada SC, Bammidi SR. Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles and its antimicrobial activity against *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*. // *Rasayan journal of chemistry.* – 2011. – Vol. 4. – P. 22.
71. Nano-particles & their uses in textiles. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.indiantextilejournal.com/articles/fadetails.asp?id=693>.
72. Nesseem D. Formulation of sunscreens with enhancement sun protection factor response based on solid lipid nanoparticles // *International Journal of Cosmetic Science.* – 2011. – Vol. 33. – P. 70-79.
73. Padmavathy N., Vijayaraghavan R. Enhanced bioactivity of ZnO nanoparticles—an antimicrobial study // *Science and Technology of Advanced Materials.* – 2008. – P. 903.
74. Pal S., Kyung Tak Y., Myong Song J. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the gram-negative bacterium *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microbiol.* – 2007. – Vol. 73. – no. 6. – P. 1712-1720.

75. Pasquet J., Chevalier Y., Couval E., Bouvier D., Bolzinger M.-A. Zinc oxide as a new antimicrobial preservative of topical products: interactions with common formulation ingredients // *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. – 2015. – Vol. 479. – P. 88-95.

76. Potočnik J., European Commission, *Nanomaterials*, 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech>.

77. Pourrahimi A.M., Liu D., Pallon L.K., R.L. Andersson, A.M. Abad, J.M. Lagarón Water-based synthesis and cleaning methods for high purity ZnO nanoparticles-comparing acetate, chloride, sulphate and nitrate zinc salt precursors // *RSC Advances*. – 2014. – Vol. 4. – P. 35568-35577.

78. Puri A., Loomis K., Smith B., Lee J.-H., Yavlovich A., Heldman E., Blumenthal R. Lipid-based nanoparticles as pharmaceutical drug carriers: from concepts to clinic // *Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems*. – 2009. – Vol. 26. – P. 523-580.

79. Qiu Y., Yang S. ZnO nanotetrapods: controlled vapor-phase synthesis and application for humidity sensing // *Advanced Functional Materials*. – 2007. – Vol. 17. – P. 1345-1352.

80. Rai M., Kon K., Gade A., Ingle A., Ingle A., Nagaonkar D., Paralikar P., Silva S.S. Antibiotic resistance mechanisms and new antimicrobial approaches. Chapter 6. Antibiotic resistance: can nanoparticles tackle the problem? Eds.: Kon K., Rai M. Elsevier. – 2016. – P. 414

81. Rao P. , Geckeler K.E. Polymer nanoparticles: preparation techniques and size-control parameters // *Progress in Polymer Science*. – 2011. – Vol. 36. – P. 887-913.

82. Ravindranadh M.R.K., Mary T.R. Development of ZnO nanoparticles for clinical applications. *Journal of chemical // Journal of Biological Chemistry*. – 2013. – Vol. 4. – P. 469.

83. Rawat A., Jain S., Singh W., Mehnert, A.F., Thunemann E.B., Souto A., Mehta S. Studies on binary lipid matrix based solid lipid nanoparticles of repaglinide:

in vitro and in vivo evaluation // *Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2011. – Vol. 100. – P. 2366-2378.

84. Remes Z., Buryi M., Neykova N., Stuchlik J., Micova Shu J. H. Hsu Room temperature plasma hydrogenation – An effective way to suppress defects in ZnO nanorods // *Materialstoday:Proceedings*. – 2020.

85. S. K. Bajpai, V. Thomas, and M. Bajpai, “Novel strategy for synthesis of ZnO microparticles loaded cotton fabrics and Investigation of their antibacterial properties,” *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, vol. 6, no. 3, pp. 73–81, 2011.

86. Salat M., Petkova P. , Hoyo J., Perelshtein I., Gedanken A., Tzanov T. Durable antimicrobial cotton textiles coated sonochemically with ZnO nanoparticles embedded in an in-situ enzymatically generated bioadhesive // *Carbohydrate Polymers*. – 2018. – Vol. 189. – P. 198-203.

87. Seil J.T., Webster T.J. Antimicrobial applications of nanotechnology: methods and literature // *International Journal of Nanomedicine*. – 2012. – Vol. 7. – P. 2767.

88. Sigmund W., Yuh J., Park H., Maneeratana V., Pyrgiotakis G., Daga A., Taylor J., Nino J.C. Processing and structure relationships in electrospinning of ceramic fiber systems // *Journal of the American Ceramic Society. Soc.* – 2006. – Vol. 89. – P. 395-407.

89. Sirelkhatim A.,Mahmud S., Seeni A., Mohamad Kaus N.H., Chuo Ann L., Mohd Bakhori S.K., Hasan H., Mohamad D. Review on zinc oxide nanoparticles: antibacterial activity and toxicity mechanism. *Nano-Micro Lett.* – 2015. – Vol. 7. – no. 3. – P. 219-242.

90. Škapin S.D., Dražič G., Orel Z.C. Microstructure of nanoscale zinc oxide crystallites // *Materials Letters*. – 2007. – Vol. 61. – P. 2783-2788.

91. Thomas S., Harshita P. , Mishra P. , Talegaonkar S. Ceramic nanoparticles: fabrication methods and applications in drug delivery // *Current Pharmaceutical Design*. – 2015. – Vol. 21. – P. 6165-6188.

92. Tiwari J.N., Tiwari R.N., Kim K.S. Zero-dimensional, one-dimensional, two-dimensional and three-dimensional nanostructured materials for advanced

electrochemical energy devices // Progress in Materials Science. – 2012. – Vol. 57. – P. 724-803.

93. Van den Rul H., Mondelaers D., Van M.K., Mullens J. Synthesis of thin dense titania films via an aqueous solution-gel method // Journal Sol-Gel Science Technology. – 2006. – Vol. 39. – P. 41-47.

94. VENETOMED protecting humanity. Статьи: Виды защитной медицинской одежды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://venetomed.com/ru/vidy-zaschitnoy-meditsinskoy-odezhdy/>.

95. Wang Y., Xia Y.. Bottom-up and top-down approaches to the synthesis of monodispersed spherical colloids of low melting-point metals // Nano Letters – 2004. – Vol. 4. – P. 2047-2050.

96. Xie Y., He Y., Irwin P. L., Jin T., Shi X. Antibacterial activity and mechanism of action of zinc oxide nanoparticles against *Campylobacter jejuni* // Applied and Environmental Microbiology. – 2011. – Vol. 77. – P. 2325-2331.

97. Yamamoto O. Influence of particle size on the antibacterial activity of zinc oxide // International Journal of Inorganic Materials. – 2001. – Vol. 3. – P. 643- 646.