

УДК 7.05:687

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/96-1-28>

**Олена КОЛОСНІЧЕНКО,**

*orcid.org/0000-0001-5665-0131*

*доктор мистецтвознавства, професор,  
професор кафедри моди та стилю*

*Київського національного університету технологій та дизайну  
(Київ, Україна) 3212793@gmail.com*

**Віталій ЯЛОВИЙ,**

*orcid.org/0000-0002-1824-739X*

*завідувач навчальної лабораторії*

*Київського національного університету технологій та дизайну  
(Київ, Україна) yalovyy.vv@kmutd.edu.ua*

**Володимир КУЗЬМЕНКО,**

*orcid.org/0000-0002-7983-1688*

*доктор філософії з дизайну,*

*асистент кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки  
Київського національного університету технологій та дизайну  
(Київ, Україна) kuzmenko.volodymyr.95@gmail.com,*

## **ІННОВАЦІЙНІ НАПРЯМИ ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ ЯК ДИЗАЙН-ОБ'ЄКТІВ**

*У статті досліджено інноваційні напрями проектування засобів захисту органів дихання як дизайн-об'єктів у контексті сучасного розвитку предметного середовища та трансформації вимог до засобів індивідуального захисту. Актуальність дослідження зумовлена зростанням ролі захисних масок і респіраторів у повсякденному житті людини, розширенням сфер їх використання та необхідністю поєднання високих захисних характеристик із ергономічністю, комфортом і естетичною привабливістю.*

*Наукова новизна дослідження полягає у комплексному розгляді засобів захисту органів дихання не лише як функціональних або медико-технічних виробів, а як повноцінних дизайн-об'єктів, що формуються на перетині дизайну, ергономіки, матеріалознавства та інноваційних технологій. У роботі систематизовано сучасні різновиди масок і респіраторів за проєктними ознаками, виявлено ключові інноваційні напрями їх дизайну, а також окреслено тенденції трансформації засобів захисту органів дихання у складову сучасної дизайн-культури та повсякденного предметного середовища.*

*Дослідженням здійснено аналіз сучасних типів засобів захисту органів дихання, зокрема хірургічних, процедурних, тканинних масок, фільтрувальних респіраторів стандартів FFP та NIOSH, а також захисних щитків. Розглянуто їх конструктивні особливості, матеріали виготовлення, багатошарові структури, способи фіксації та відповідність міжнародним стандартам. Особливу увагу приділено дизайнерському аспекту проектування, що охоплює формоутворення, адаптацію виробів до антропометричних параметрів обличчя, забезпечення зручності експлуатації, візуальної ідентифікації та емоційного сприйняття.*

*На основі аналізу наукових джерел і практичних прикладів визначено ключові інноваційні напрями у дизайні засобів захисту органів дихання. Встановлено, що сучасні засоби захисту органів дихання дедалі більше виходять за межі суто утилітарного призначення та набувають ознак повсякденних дизайн-продуктів, що формують візуальне середовище людини.*

*Узагальнено, що проектування засобів захисту органів дихання в умовах сучасних викликів потребує комплексного міждисциплінарного підходу, у межах якого дизайнерські методи відіграють ключову роль у досягненні балансу між функціональною ефективністю, ергономікою, естетикою та сталим розвитком. Отримані результати можуть бути використані у подальших наукових дослідженнях і практиці дизайн-проектування засобів індивідуального захисту.*

**Ключові слова:** *дизайн, засоби захисту органів дихання, інноваційні технології, захисні маски/респіратори, дизайн-об'єкти, ергономіка, функціонально-естетичні характеристики.*

**Olena KOLOSNIHENKO**,  
 orcid.org/0000-0001-5665-0131  
 Doctor of Art Studies, Professor;  
 Professor at the Department of Fashion and Style  
 Kyiv National University of Technologies and Design  
 (Kyiv, Ukraine) 3212793@gmail.com

**Vitalii YALOVYI**,  
 orcid.org/0000-0002-1824-739X  
 Head of Educational Laboratory  
 Kyiv National University of Technologies and Design  
 (Kyiv, Ukraine) yalovyv.vv@knuutd.edu.ua

**Volodymyr KUZMENKO**,  
 orcid.org/0000-0002-7983-1688  
 PhD in Design,  
 Assistant at the Department of Computer Engineering and Electromechanics  
 Kyiv National University of Technologies and Design,  
 (Kyiv, Ukraine), kuzmenko.volodymyr.95@gmail.com

## INNOVATIVE DIRECTIONS IN THE DESIGN OF RESPIRATORY PROTECTION DEVICES AS DESIGN OBJECTS

*The article examines innovative directions in the design of respiratory protection devices as design objects in the context of contemporary developments in the material environment and the transformation of requirements for personal protective equipment. The relevance of the study is determined by the growing role of protective masks and respirators in everyday life, their expanding fields of application, and the need to balance high protective performance with ergonomics, comfort, and aesthetic appeal.*

*The scientific novelty of the research lies in the comprehensive consideration of respiratory protection devices not only as functional or medical-technical products, but as full-fledged design objects formed at the intersection of design, ergonomics, materials science, and innovative technologies. The study systematizes contemporary types of masks and respirators by design-related characteristics and identifies key. In addition, the tendency to transform respiratory protection devices into an integral component of contemporary design culture and the everyday material environment is outlined.*

*The research analyzes modern types of respiratory protection devices, including surgical, procedural, and textile masks; filtering respirators compliant with FFP and NIOSH standards; and protective face shields. Their structural features, manufacturing materials, multilayer constructions, fixation methods, and compliance with international standards are examined. Particular attention is paid to the design aspect of development, encompassing form generation, product adaptation to facial anthropometric parameters, and ensuring usability, visual identification, and emotional perception.*

*Based on the analysis of scientific sources and practical examples, key innovative directions in the design of respiratory protection devices. It is established that contemporary respiratory protection devices increasingly transcend their purely utilitarian function and acquire the characteristics of everyday design products that shape the human visual environment.*

*It is concluded that the design of respiratory protection devices in the context of current global challenges requires a comprehensive interdisciplinary approach, in which design methods play a key role in balancing functional efficiency, ergonomics, aesthetics, and sustainable development. The results obtained may be applied in further scientific research and in the practical field of design-oriented development of personal protective equipment.*

**Key words:** design, respiratory protection devices, innovative technologies, protective masks and respirators, design objects, ergonomics, functional and aesthetic characteristics.

**Постановка проблеми.** Завдання проєктування ефективного захисного одягу у взаємозв'язку із засобами індивідуального захисту органів дихання спрямоване на мінімізацію впливу небезпечних чинників. Наразі забезпечення їх сумісності за функцією та конструктивно-технологічним рішенням й узгодженості їх параметрів є пріоритетним завданням – потребує формування наукового підґрунтя для підвищення безпеки праці працівників спеціальних служб та виробництв, медиків, військових при виконанні службових

обов'язків (Колосніченко, 2020). Формування нових підходів до проєктування засобів захисту дихання спирається на методологічні принципи дизайну як науки, в рамках якої розробляються інноваційні рішення. Вони характеризуються інтеграцією цифрових технологій, новітніх матеріалів та адаптивних конструкцій.

Разом з тим, останніми роками у суспільстві відчуємо потребу до створення нових різновидів одягу разом із зростаючим попитом на сучасні дизайнерські вподобання. Навіть за відсутності

зайвих коштів у споживчому кошику, громадська думка схиляється до визначення, що «краса врятує світ». Можна із впевненістю зазначити, що потреба у естетиці одягу та обличчя людини у масці окреслюються світом навколо. При цьому, забезпечення функції захисту залишається пріоритетом у проектуванні нових різновидів масок та респіраторів. Все це потребує проведення ретельного аналізу існуючих різновидів засобів захисту органів дихання, що й стало завданням представленого дослідження.

**Аналіз досліджень.** Наука щодо використання масок для обличчя населенням для запобігання передачі COVID-19 розвивається стрімко. Однак рівень захисту, який забезпечують маски для обличчя, значною мірою залишається невідомим. Так, маска медична (хірургічна, процедурна) є засобом індивідуального захисту, призначений для захисту органів дихання від патогенних вірусів і бактерій, що передаються повітряно-краплинним шляхом, різних субмікронних частинок (що викликають алергічні реакції), шкідливих випарів та аерозолів, біологічних рідин, пилу тощо. Виріб користується великою популярністю в різних галузях: у закладах охорони здоров'я; у косметології; на виробництвах; у побуті. Медичні маски класифікуються в залежності від характеристик, розмірів та призначення. Рівень захисту залежить від матеріалу, виготовлення, та конструктивних особливостей. Поширеними в побуті є медичні маски тришарові. Між двома зовнішніми шарами розташовано фільтр. Така маска надійно фіксується на обличчі за допомогою одного або двох кріплень. Головне призначення медичних масок – бар'єрно-захисне. Зовнішні шари можуть мати різні кольори. Як правило, той, що прилягає до обличчя – білий, а більшість медичних масок блакитні зовні. Медичні маски чорні зазвичай використовують в косметології та на виробництвах. Вони мають додатковий вугільний шар, що захищає від часток пилу й різних алергенів. Для полегшення дихання, та виведення зайвої вологи деякі маски обладнані клапанами. Вони належать до класу респіраторів, та мають проти аерозольні властивості.

Фільтруючі респіратори (або фільтруюча маска FFP) відносяться за класами виробів до механічного фільтрування повітря у респіраторах. Відповідно існує ряд вимог до таких виробів, які об'єднані у стандарти (ДСТУ 2005, ДСТУ 2014, ДСТУ 2017), що дозволяє класифікувати FFP за найважливішими параметрами. Маска FFP1 переважно використовується як пилова маска; маска FFP2 (рис. 1–4) забезпечує захист у різних галузях промисловості, ефективно зупиняє порошкоподібні хімікати. Ця маска може також служити захистом від респіраторного вірусу, таких як пта-

шиний грип, SARS-CoV-2 або важкий гострий респіраторний синдром, пов'язаний з коронавірусом (ГРВІ), а також проти бактерій пневмонічної чуми та туберкульозу; схоже на маску N95.

Для проведення аналізу було обрано різновиди найбільш поширених масок та респіраторів різних виробників, типізована класифікація яких за (Fangueiro et al., 2020) наведено на рис. 1; 2.

		ЗАХИСНІ МАСКИ ТА РЕСПІРАТОРИ						
		Респіратор FFP1	Респіратор FFP2 без клапана	Респіратор FFP2 з клапаном	Респіратор FFP3	хирургічна процедурна маска	хирургічна процедурна маска	сидиральна тадианна маска
ЗАПОБІГАННЯ ЗАХИЩЕННЯ		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗
ЗАПОБІГАННЯ РОЗПРОСЯРАННЯ		✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓

Рис. 1. Класифікація різновидів засобів органів дихання [10]



Рис. 2. Типізовані різновиди масок: а) хірургічні маски; б) маски громади; в) респіраторні маски [10]

Також на рис. 3–4, у таблиці 1 та нижче у статті представлено сучасні захисні медичні маски/респіратори з різних матеріалів та різних класів і типів: одноразові та багаторазові маски різного призначення, хірургічні маски з флісу, повнолицьова маска з неопрену, захисні маски/респіратори стандарту FFP тощо.







Рис. 3. а) сучасні захисні маски різних виробників; б) повнолицьова маска/респіратор RSG 400E (400201) з неопрену



Рис. 4. Захисні маски: а) хірургічна маска; б) маска FFP2 з клапаном видиху

Таблиця 1

## Характеристики захисних масок

Зображення маски	Виробник	Вид та характеристика основного матеріалу
Маски одноразові		
	Виробники – «Medicalspan», «Medicom»	Процедурна маска 3 шари: - зовнішній- спанбонд; - середній-мельтблаун; - внутрішній- спанбонд; розміри: - 17,0 * 9,5 см (дорослі); - 14,0 * 8,0 см (діти 5-14 років); - 12,0 * 7,0 см (діти до 5 років)
	Виробник – «Lohmann & Rauscher»	Хірургічна маска 4 шари: - зовнішній- спанбонд; - середній-мельтблаун; - середній-мельтблаун; - внутрішній- спанбонд; розміри: - 17,0 * 9,5 см (дорослі); - 14,0 * 8,0 см (діти 5-14 років); - 12,0 * 7,0 см (діти до 5 років)
Маски багаторазові		
	Виробник – «ARAX»	Маска РІТТА, 1 шар: - еластичний поліуретан розміри: дорослий
	Виробник – ТОВ «Інноваційна компанія «Базальтові технології»	Маска CARBON-GUARD G+ 3 шари: - зовнішній- льон; - середній-карбонова тканина; - внутрішній- льон

Респиратори EN 149 (ДСТУ, 2017) існують за європейським стандартом вимог до випробувань та маркування. Такі маски покривають ніс, рот і підборіддя і можуть мати клапани для вдиху та/або видиху. EN 149 визначає три класи таких напівмасок для частинок, які називаються FFP1, FFP2 і FFP3 відповідно до їх ефективності фільтрації. Стандарт також класифікує маски як «лише на одну зміну» (не можна використовувати повторно, з позначкою 'NR') або «багаторазового використання (більше однієї зміни)» (з позначкою 'R').

В Австралії, Новій Зеландії, Кореї та Бразилії застосовуються майже однакові тести (але з різним маркуванням). Подібні стандарти застосовуються

в США, Китаї та Японії. Наприклад, маски EN 149 FFP2 мають вимоги, подібні до характеристик маски N95 в Сполучених Штатах та KN95 у Китаї, а маски EN 149 FFP3 мають подібні вимоги до ефективності масок N99 у Сполучених Штатах. Класифікація FFP за європейським стандартом EN 149 вимог до випробувань та маркування фільтрувальних масок наведена у табл. 2 (ДСТУ, 2017). На масці, що відповідає стандарту, повинен бути написаний клас разом із назвою стандарту та роком публікації. Деякі виробники додатково використовують колір гумки для визначення класу маски, однак стандарт EN 149 не передбачає жодного такого кольорового кодування, і різні виробники застосовують різні колірні схеми.

Таблиця 2

## Класи масок/респіраторів [3]

Клас	Межа ронищення фільтра (при витраті повітря 95 л/хв)	Внутрішній витік	Типовий колір стрічки
FFP1	Фільтрує щонайменше 80 % повітряних частинок	<22 %	жовтий
FFP2	Фільтрує щонайменше 94 % повітряних частинок	<8 %	синій або білий
FFP3	Фільтрує щонайменше 99 % повітряних частинок	<2 %	червоний

Маски FFP трьох типів популярні в Європі; аналогічні масці-респіратору N95 (Jotz & Bittencourt, 2020). Респіратор N95 розроблений для забезпечення дуже щільного прилягання до обличчя, а також надзвичайно ефективної фільтрації частинок, що знаходяться в повітрі (Yim et al., 2020). Маски для обличчя N95 були стандартизовані Національним інститутом безпеки та гігієни праці NIOSH (США) між фільтрацією та повітропроникністю залежно від кількості та типів використовуваних шарів (Standards, 2022). Вищенаведені класифіковані приклади різновидів ЗІЗОД захищають оточуючих від великих крапель, бризок, аерозолів, біологічних рідин (рис. 1). Так, хірургічні маски зазвичай тришарові, але деякі складаються з 4 шарів: 2 зовнішніх, фільтрувального шару і шару, який не пропускає рідину. Процедурні маски складаються з 3 шарів: 2 зовнішніх і 1 фільтрувального. Захищають від дрібних повітряних частинок, пилу, знижують можливість передачі збудників інфекційних хвороб. Тканинні саморобні маски захищають від дрібних повітряних частинок і несприятливих погодних умов. Рівень захисту сумнівний і не підтверджений.

Узагальнено можна виділити основні категорії масок для обличчя, рекомендовані ВООЗ – це основні три види захисних масок (рис. 2) відповідно до різних типів використання і захисту. Також часто їх називають немедичними або соціальними масками, вони виготовляються з метою бути в якості першого бар'єру для запобігання потраплянню крапель у повітря та зараженню оточуючих. Вони простіші за хірургічні, забезпечують менший захист і можуть мати різні форми, виготовлені з тканини, різного текстилю та інших матеріалів (Fangueiro et al., 2020). Респіраторні маски з клапаном не підходять для ситуацій інфекційного контролю, оскільки вони не запобігають вивільненню часток від користувача в навколишнє середовище. Але на основі

наукових доказів визначено, що використання масок може допомогти зменшити поширення інфекції в суспільстві (Using Face Masks, 2020). Зазначено пріоритет використання хірургічних і респіраторних масок для медичних працівників, які також застосовуються на рівні громади, під час відвідування багатолюдних закритих приміщень. Також важливо підкреслити, що маски для обличчя слід розглядати як додатковий захід, а не як заміну раніше встановлених належних практик, таких як фізична дистанція, кашель і чхання у внутрішню область ліктя, гігієна рук і профілактика контакту з обличчям (Infographic, 2020).

**Мета статті.** Метою статті є виявлення та систематизація інноваційних напрямів проектування засобів захисту органів дихання як дизайн-об'єктів на основі аналізу сучасних типів захисних масок і респіраторів, їх конструктивно-технологічних, матеріальних, ергономічних та естетичних характеристик, а також визначення ролі дизайнерського підходу у формуванні ефективних, комфортних і візуально адаптованих засобів індивідуального захисту в умовах сучасного предметного середовища.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до вищезазначеного, медичні маски є одним з факторів безпеки, тому виробники масок розширили свій асортимент товарів, розбивши його на класи та види за різними ознаками. Так, за ступенем стерильності маски поділяються на стерильні та нестерильні; існує поділ масок за розмірами, що відповідають певному віку споживача; за призначенням можна розділити ці вироби на такі категорії: хірургічні маски; процедурні; стоматологічні. Виробники відомих торгових марок, що випускають засоби індивідуального захисту, пропонують колірну класифікацію: маски з малюнками, принтами, абстракцією, які в основному призначені для носіння в дитячих організаціях охорони здоров'я. Кольорові маски виконані у всіх відтінках, продаються упаковками за кольорами та асортиментом; маски чорні медичні з додатковим посиленням захистом, використовуються у косметичних салонах, клінінгових компаніях, на виробництвах, забезпечують надійний захист від різних субмікрофільних частинок (рис. 5 – 8). Усі кольорові маски – гіпоалергенні; навіть фарби для надання відтінку або створення малюнка із безпечних барвників. Чорна медична маска завдяки сучасним дизайнерським рішенням також може бути із веселими принтами (усмішка, вуса, смайлик тощо) для позитивного впливу на настрій споживачів.



Рис. 5. Хірургічна маска для обличчя [6]



Рис. 6. Попередньо сформована маска для обличчя [6]



Рис. 7. Маска для обличчя бандана [6]



Рис. 8. Маска для обличчя N95 [6]

На рис. 9 показано ілюстративні та фотозображення різних типів масок: хірургічної, різновидів тканинних масок, а також складних моделей типу K95 та N95, масок з респіратором та без нього; повний щиток для обличчя.



Рис. 9. Графічне зображення різних типів масок: а) хірургічна маска; б) тканинна маска; с) тканинна маска з петлею для голови; д) складна модель типу K95 Маска без респіратора з петлею для голови; е) складна модель типу N95 Маска з респіратором петлею для голови; ф) модель чашки Тип N95 Маска з респіратором петлею для голови; г) повний щиток для обличчя [9]

Проте дослідниками (Venugopal, 2021) зроблено припущення, що перевірка фільтрації часток, ймовірно, здатна неправильно оцінити ефективність масок, оскільки кількість частинок, які виділяються у вигляді аерозолі, відносно не-

лика. Стверджується, що як домашні, так і медичні маски значно корисні для мінімізації кількості мікроорганізмів і можуть зменшити поширення інфекції, хоча хірургічна маска була набагато кращою та ефективнішою для перешкодження передачі вірусу порівняно із саморобними масками. Дефіцит хірургічних масок і респіраторів N95 є серйозною проблемою. Згідно з поточними рекомендаціями Центру контролю захворювань (CDC) (Chengm et al., 2020), здорова людина повинна носити хоча б тканинну маску для обличчя в громадських місцях, а важливість використання масок для медичних працівників є дуже переконливою.

Багатьма зарубіжними дослідженнями (Bowen, 2010; Das et al., 2021; Venugopal et al., 2021) також визначено, що медичні маски (тобто респіратори N95) і хірургічні маски є пріоритетними для медичних працівників; певним чином захищають від вірусу (Das et al., 2021). Але в разі їх відсутності, цікавими є дослідження щодо можливостей вибору інших масок для захисту. Л. Боуен (Bowen, 2010) досліджував ефективність, протестувавши хірургічну маску, попередньо сформовану протипилу маску та бандану (рис. 5 – 8); респіратор N95 був протестований як позитивний контроль. Також С. Дасом (Das et al., 2021), А. Венугопалом (Venugopal et al., 2021) доведено, що використання тканинної маски для боротьби з респіраторними захворюваннями є актуальним засобом захисту, у деяких дослідженнях вказано, що «тканеві маски слід застосовувати лише у крайньому випадку,



**Рис. 10.** Різні типи тканинних масок і їх шарування: а) тканинна маска; б) різний візерунок шарування тканинної маски; с) тканинна маска; d) різний візерунок шарування Cloth Mask; е) тканинна маска; f) різний візерунок шарування Cloth Mask [9]

коли недоступні респіратори чи хірургічні маски» (Venugopal et al., 2021).

Асортимент тканинних масок має такі різновиди. Марлеві багаторазового використання, на зав'язках, забезпечують захист на 2-3 години. Такі маски втрачають популярність, хоча раніше використовувалися повсюдно. Неткані тришарові процедурні маски використовуються там, де немає особливих вимог до стерильності. Виготовлено виріб із нетканих мікроволоконистих полотен: спанбонда для двох зовнішніх шарів, що відрізняється відмінною повітропровідністю; мейтблауна внутрішнього фільтруючого шару. Неткані чотиришарові маски спеціального призначення (хірургічні) мають посилені характеристики у вигляді подвоєного фільтрувального шару. Іноді, як доповнення, зустрічається виробу з протирідинним шаром, що захищає носія від прямого контакту з біологічними рідинами. Вугільні маски тканинні незамінні при роботі в запилених приміщеннях та в хімічних лабораторіях. Неткані маски оснащені корисними доповненнями: широкими та м'якими заушними петлями, що утримують у потрібному положенні виріб; дротяного носового затиску, що регулюється вручну і дозволяє максимально щільно і в потрібному місці притиснути маску до тіла, забезпечивши необхідну щільність прилягання виробу; гофрування, що забезпечує комфорт при носінні виробу та не дозволяє масці прилягати до губ. Саморобна (з марлі та вати) маска у класичному вигляді має три захисні шари: два зовнішніх (не менше чотирьох шарів марлі кожен) і один фільтрувальний із вати. Таку маску можна носити не більш ніж дві години. Саморобна тканинну маску шують з щільної тканини у кілька шарів. Прасувати такі маски після кожного використання не варто. Їх необхідно прати, а потім вже прасувати, але слід зважати, що їхня дієвість все одно дуже умовна.

Використання тканинних масок для обличчя та інших типів масок набуло широкого поширення в 2020–2021 роках, щоб зменшити виділення патогенних мікроорганізмів із видихом і пом'якшити поширення інфекційних захворювань. Проте нещодавні дослідження (Das et al., 2021) показали очевидні переваги у зниженні передачі вірусів, вивчивши та візуалізувавши розповсюдження шлейфу видихуваного повітря. Тому використання покривних масок для обличчя було прийнято широким науковим співтовариством (рис. 10) (Das et al., 2021).

Тканинні маски для обличчя недорогі, виготовляються з повсякденної бавовняної тканини, яку одягають на рот і ніс (рис. 11).



**Рис. 11.** Маска тканинна захисна М31 (виробник – компанія «Укрінтех»)

Компанія «Укрінтех» є виробником різноманітних захисних масок. одноразова захисна маска з матеріалу неклеєвого спанбонда з еластичною гумкою для фіксації; багаторазова захисна маска з матеріалу бязь біла двошарова. Може повторно використовуватися після дезінфекції. Кількість шарів одноразової маски – чотиришарова (мож-

ливо в двох і тришаровому виконанні). Тканинні маски доступні в різних кольорах: білі, жовті, блакитні і сині. Зручні у використанні, ергономічні. Щільно прилягають до особи, при цьому не утруднюючи дихання. Поглиблені складки на масках сприяють найбільш зручному розташуванню на обличчі як при наявності носового фіксатора, так і без нього. Маски захисні перешкоджають попаданню бактерій і забруднюючих речовин в дихальні шляхи людини; підвищують рівень фільтрації бактерійних і мікробних часток.

На рис. 10 наведено різні типи тканинних масок і їх шарування. Багато органів охорони здоров'я отримали вказівки використовувати ці тканинні маски для захисту, якщо медичних масок немає на складі. Захисні маски виготовляються з високоякісних гіпоалергенних матеріалів, перешкоджають попаданню бактерій і забруднюючих речовин в дихальні шляхи людини. Компанія «Укрінтех» є виробником різновидом захисних масок. Маска багаторазова захисна еластична РІТТА (табл. 1) зменшує можливість передачі збудників інфекційних хвороб, що передаються повітрям, але наскільки вона дієва саме із коронавірусом поки невідомо. Для використання при частому контакті з громадськістю існують альтернативні маски, одноразові або багаторазові (рис. 11). Хірургічні маски для обличчя є основним варіантом під час пандемії. ВООЗ рекомендує медичні або хірургічні маски

для медсестер, лікарів, пацієнтів і всього персоналу лікарень, а також усіх медичних підрозділів. Для захисту від крапель використовується водостійка (тип ІІR) медична маска. Хірургічні маски містять три шари: внутрішній ніжний поглинаючий лист, центральну поліпропіленову перешкоду та зовнішню гідрофобну поверхню. Ці маски для обличчя забезпечують захист від крапель у клінічних умовах. Конструкція хірургічних масок залежить від режиму використання (рис. 12-14).

Фільтруючі маски-респіратори FFP використовуються як високоефективні екрануючі маски, де фільтрація виконується різними способами. Їх різновиди FFP 1/2/3 або NIOSH здатні захистити медичних працівників, особливо тих, хто безпосередньо контактує з пацієнтами (рис. 15-18). Ці апарати захисту органів дихання спричиняють закупорку навколо носа та рота, мають скручені волокна з фільтрами; забезпечують високий захист (Lindsay et al., 2014). У таблиці 3, складеної на основі роботи Р. Фангейро (Fangueiro et al., 2020), представлено приклади масок FFP на ринку, їх відповідний захист і склад.

Залежно від ефективності фільтрації частинок респіраторний фільтр NIOSH буває трьох типів: N, P, R. (Das et al., 2021). Респіратори типу N використовуються в медичних установах і є підмножиною респіраторів з фільтруючими масками (FFR) N95, які часто згадуються як N95. (рис. 19)



Рис. 11. Лита маска (адапована) [10]

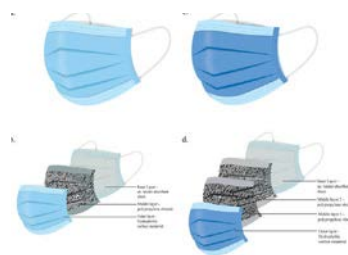


Рис. 12. Різні типи хірургічних масок і схему їх шарування: а) 3-шарова хірургічна маска; б) різний малюнок шарування 3-шарової хірургічної маски; с) 4-шарова хірургічна маска; д) різний візерунок шарування 4-шарової хірургічної маски [9]



Рис. 13. Хірургічна маска [10]



Рис. 14. а) хірургічна маска DACH Schutzbekleidung; б) маска FFP2 Protect U

(Ma et al., 2020 & Shakyu et al., 2017). Маски R і P мають стійкість до масел, але високоефективний показник відноситься до найнижчого відсотка факторів. Тим не менш, різні компанії виробляють різновиди N95, що має 4 шари і вентилятор для полегшення дихання; поділяється на дві категорії – стандартний N95 і хірургічний N95, який є більш цінним (рис. 19). А. Балазі, В. Хмелік, С. Дас, Дж. Гон та В. Х. Сето (Bałazy et al., 2006; Chmelík et al., 2021; Das et al., 2021; Gawn et al., 2008 & Seto et al., 2003) вказано, що використання клапанів у масках для обличчя, таких як N90 і N95, не перешкоджає виходу вірусу з маски.

Дослідженнями групи вчених (Ma et al., 2020) засвідчено, що на ринку є різноманітні респіратори, які відповідають тим самим критеріям конструкції, що й N95, і вони схвалені як KN95 у Китаї. Ці респіратори принципово однакові (рис. 20). Щоб бути більш корисними, ці респіратори також повинні створювати ущільнення навколо носа та обличчя під час носіння.

Щитки для обличчя (рис. 21; 22) виготовлені з еластичних пов'язок на голову та прозорого полікарбонатного щитка, за дослідженнями В. Хмелік, К. Макісон Бут, Чархчі А., (Chmelík et al., 2021; Makison Booth et al., 2013; Tcharkhtchi et al., 2021),



Рис. 15. Різні форми респіраторів FFP2 з фільтруючою маскою: а) тип моделі чашка; б) тип складної моделі; в) тип моделі-вкладиша [9]



Рис. 16. Респіратори N/KN95 класу захисту FFP2 [9]



Рис. 17. Маска фільтра FFP2 [9]



Рис. 18. Маска 3М FFP2 9320+ [9]

Таблиця 3

Приклади масок на ринку, відповідний захист і склад [10]

Ступінь захисту	Виробник	Шари	Малюнок
FFP1	WIROS	1-й шар: NW поліпропілен 30 г/м <sup>2</sup> ; 2-й шар: PP фільтр 40 г/м <sup>2</sup> ; 3-й шар: поліестер 230 г/м <sup>2</sup>	
FFP2	WIROS	1-й шар: NW поліпропілен 40 г/м <sup>2</sup> ; 2-й шар: PP фільтр 50 г/м <sup>2</sup> ; 3-й шар: поліестер 230 г/м <sup>2</sup>	
FFP2	WIROS	1-й шар: NW поліпропілен 30 г/м <sup>2</sup> ; 2-й шар: PP фільтр 50 г/м <sup>2</sup> ; 3-й шар: поліестер 230 г/м <sup>2</sup>	



Рис. 19. Маска N95 і її шаблон шарування:  
а) маска N95 без респіратору; б) маска N95 з респіратором;  
с) різні схеми шарування маски N95 без респіратору [15]



Рис. 20. Схема маски KN95 [15]

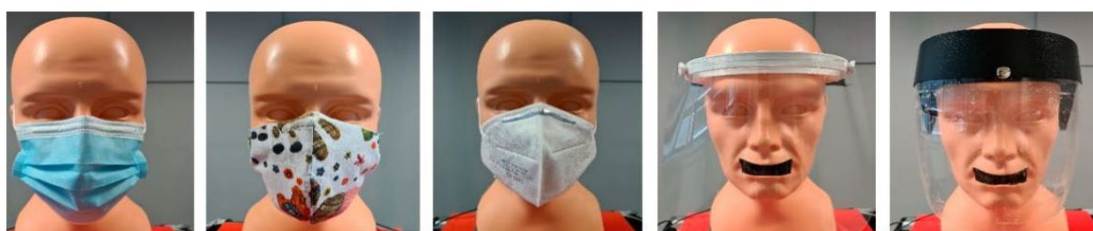


Рис. 21. Типи масок для обличчя: а) хірургічна маска; б) саморобна маска з тканини;  
в) маска FFP2; г, д) прозорі щитки для обличчя [8]

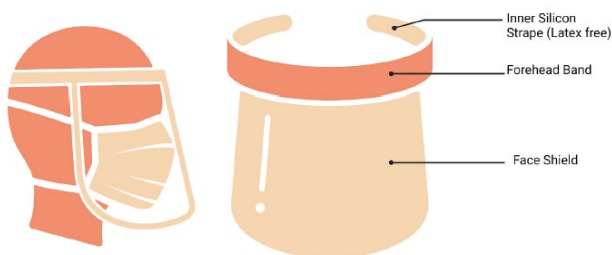


Рис. 22. Щиток для обличчя на повну довжину та його шаблон шарування [9]

запобігає потраплянню бризок під час кашлю та інших крапель рідини. Його перевага полягає в тому, що він легкий і рентабельний; в основному використовується в клінічній області.

За свідченнями багатьох дослідників (Chmelik et al., 2021; Mbunge et al., 2021; Rahne et al., 2021; Toscano, 2021; Wain & Sleat, 2020) прозорі маски та лицьові щитки бувають різних форм і розмірів, але всі вони складаються з напівпрозорого пластикового покриття для обличчя. В основному вони використовуються в медичних закладах; призначені для забезпечення найкращого захисту, покриваючи все обличчя (від маківки до підборіддя та закриваючи вуха горизонтально) і захищаючи користувача від частинок вірусного спрею (Mbunge et al., 2021; Wain & Sleat, 2020). Прозорі маски дозволяють побачити частини обличчя під маскою, впливають на тембр голосу людини

(Chmelik et al., 2021; Rahne et al., 2021 & Toscano, 2021). Автономний дихальний апарат (SCBA) містить лицьову частину, яка з'єднана з резервуаром рідкого повітря або рідкого кисню (рис. 23). Використовується як індивідуальний засіб безпеки. Його недоліком є значні габарити, що обмежує мобільність користувача у робочій зоні.

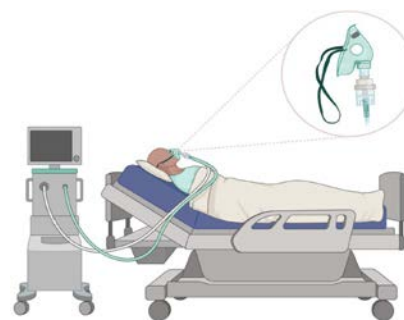


Рис. 23. Автономний дихальний апарат [9]

Останніми роками використання масок було визнано однією з найважливіших і економічно ефективних стратегій пом'якшення затримки передачі вірусів. При цьому, дефіцит медичних масок і масок N95 став серйозною проблемою в усьому світі, при цьому дослідники наполегливо рекомендували домашні маски з тканини (Das et al., 2021). На додаток до порад і урядових розпоряджень щодо використання масок, зростає кількість наукових досліджень, які демонструють

ефективність масок і універсального маскування (Yang et al., 2011).

Сучасний стан розробок у галузі захисних масок відрізняється високим ступенем інноваційності та різноманітністю підходів. Маски переходять із категорії виключно медичних засобів у статус повсякденного аксесуара, що стимулює як технічні, так і естетичні інновації. Аналіз наукових досліджень дозволив визначити ключові тенденції розвитку інновацій як підвищення рівня захисту (антивірусні покриття, нанотехнології); комфортність виробів (ергономіка, покращена вентиляція); екологічна відповідальність (застосування здатних до перероблювання та біорозкладних матеріалів); розширення функціональності (розумні технології, багатофункціональні аксесуари). Тому, сучасний дизайн захисних масок для обличчя активно розвиваються у вказаних напрямках шляхом підвищення їхньої ефективності, комфорту та екологічності.

Так, антимікробні та антивірусні покриття розглядають інтеграцію в матеріали для виготовлення масок спеціальних речовин, що пригнічують зростання бактерій і вірусів, продовжують термін їх використання, підвищують захисні властивості.

Динамічні фільтраційні системи у масках з активною фільтрацією включають вентилятори або електрично заряджені фільтри для збільшення ступеня захисту та покращення циркуляції повітря. Такі технології особливо корисні для медичного персоналу та людей, які працюють у забруднених умовах. Використання екологічно чистих та багаторазових матеріалів вимагає проектування масок з біорозкладних або здатних до вторинної переробки матеріалів. Крім того, багаторазові маски з можливістю дезінфекції та заміни фільтрів стають все більш популярним застосуванням технологій, що забезпечують ефективність та безпеку, знижуючи екологічне навантаження. З урахуванням величезного обсягу одноразових масок активно розвиваються технології переробки використаних масок. Такі технології рециркулювання масок полягають у переробленні на будівельні матеріали, цеглу, дорожні покриття.

Використання нанотехнологій та наноматеріалів, таких як графенові покриття, сприяє створенню ультратонких та наддефективних фільтрів. Такі фільтри можуть уловлювати найдрібніші частинки, включаючи вірусні аерозолі, при цьому залишаючись дихаючими та легкими. Дослідження в області графенових масок показують їхню високу антимікробну ефективність, що робить їх перспективними у боротьбі з патогенами.

Застосування розумних масок припускає оснащення масок сенсорами та електронними компонентами, дозволяє моніторити якість повітря, рівень забруднень та навіть наявність патогенів у реальному часі. Такі маски можуть попереджати користувача про необхідність заміни або посилення захисту. Також активно розвивається напрям проектування сучасних масок в інтеграції з додатковими аксесуарами, якій дозволяє включати захист для очей або вбудовані мікрофони, що робить їх універсальними для різних умов використання.

Актуалізується стимуляція локального виробництва ефективних захисних масок із доступних місцевих матеріалів, що знижує вартість та прискорює доступність захисних засобів для широких верств населення. Багато країн впроваджують науково-обґрунтовані інноваційні способи та відповідні технології масового виробництва недорогих масок з антимікробними покриттями на основі натуральних матеріалів. Перспективним є напрям персоналізації та дизайну у розробці сучасних захисних масок для обличчя – збільшується попит на маски з індивідуальним дизайном.

**Висновки.** Аналіз сучасного стану дослідження розвитку та напрямів інноваційного проектування засобів захисту органів дихання як дизайн-об'єктів виявив, що наукові та проєктні практики потребують пошуку нових підходів, технологічних засобів і концепцій у підвищенні ефективності сучасних різновидів, продовжуючи вирішувати основні завдання в умовах нових викликів суспільству та функціонуванню людини, забезпечуючи вимоги до естетики виробів новостворених дизайн-продуктів. Об'єкти дизайну, незважаючи на своє розмаїття, розвиваються за єдиними принципами, орієнтованими на стійкість, ергономічність та функціональну ефективність. Ці закономірності особливо яскраво проявляються у галузі проектування засобів захисту органів дихання, де інноваційні методології та новітні матеріали стають визначальними у створенні безпечного та комфортного середовища для людини.

Встановлено, що останні пандемічні події сприяли прискореному розвитку засобів захисту дихання, акцентуючи увагу на адаптивності, комфорті та довговічності захисних масок та респіраторів. Аналіз довів, що у ХХІ столітті проектування засобів індивідуального захисту органів дихання трансформується з вузькоспеціалізованого інженерного процесу в комплексну міждисциплінарну область, що інтегрує дизайн, біомедичну інженерію, ергономіку та матеріали. Формування нових підходів до проектування засобів захисту дихання

спирається на методологічні принципи дизайну як науки, в рамках якої розробляються інноваційні рішення.

Представлено класифікацію та різновиди масок/респіраторів світових та українських виробників, що визначає особливості підходів до проектування та сертифікації захисних виробів. Одночасно наголошено на необхідності застосування багаторазових тканинних масок як надійної заміни для загального суспільного використання. Визначено, що сучасні тенденції диктують необхідність підвищення ефективності фільтраційних

та ізолюючих властивостей захисних засобів та адаптації їх до різних умов експлуатації, покращення комфорту, естетики та зручності використання.

Встановлено необхідність комплексного підходу у дизайні сучасних засобів захисту органів дихання, що потребує гармонійного поєднання технологічних, ергономічних і естетичних параметрів. Визначено перспективні напрями проектування захисних виробів, які полягають у посиленні індивідуалізації замовлень та використанні інноваційних технологій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ EN 133:2005. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Класифікація (EN 133:2001, IDT). [Чинний від 01.07.2006]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 11 с.
2. ДСТУ EN 14683:2014. Маски хірургічні. Вимоги та методи випробування (EN 14683:2005, IDT). Чинний від 2015-07-01. Вид. офіц. 2014. 12 с.
3. ДСТУ EN 149:2017 «Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтрувальні півмаски для захисту від аерозолів. Вимоги, випробування, маркування» (EN 149:2001 + A1:2009). На заміну ДСТУ EN 149:2003; чинний від 01.02.2018. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 42 с.
4. Колосніченко М.В., Чуприна Н.В., Кротова Т.Ф., Олішевська Т.М. Проектування модного одягу на основі принципів параметричного дизайну. *Art and Design*. 2020. № 1(09). С. 129-141. DOI: <https://doi.org/10.30857/2617-0272.2020.1.10>.
5. Bałazy A., et al. Do N95 respirators provide 95% protection level against airborne viruses, and how adequate are surgical masks? *Am J Infect Contr*. 2006. Vol. 34(2). P. 51-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2005.08.018>.
6. Bowen L.E. Does that face mask really protect you? *Applied Biosafety*. 2010, Vol. 15, No. 2. P. 67-71. DOI: <https://doi.org/10.1177/153567601001500204>.
7. Chengm K.K., Lam T.H., Leung C.C. Wearing face masks in the community during the COVID-19 pandemic: altruism and solidarity. *The Lancet*. 2020, Vol. 399, Iss. 10336. E39-E40. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30918-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30918-1).
8. Chmelík V., et al. Effect of Mouth Mask and Face Shield on Speech Spectrum in Slovak Language. *Applied Sciences*. 2021, Vol. 11, Iss. 11, art. No. 4829. P. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11114829>.
9. Das S., et al. A comprehensive review of various categories of face masks resistant to Covid-19. *Clinical Epidemiology and Global Health*. 2021, Vol. 12:100835. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100835>.
10. Fangueiro R., Ferreira D.P., Silva P., Silva C., Navarro M. Protective Masks. 2020. Fibrenamics\_UMinho. 48 p.
11. Gawn J., Clayton M., Makison C., Crook B. Evaluating the protection afforded by surgical masks against influenza bioaerosols: gross protection of surgical masks compared to filtering facepiece respirators. *Environmental Science, Medicine*. 2008. 46 p.
12. Infographic: Using face masks in the community. *European Centre for Disease Prevention and Control*. 2020. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/infographic-using-face-masks-community> (дата звернення: 26.03.2025).
13. Jotz G.P. Bittencourt A.G. Why We Need to Use and which MaskTypes are Effective against the Novel Coronavirus (COVID-19)? *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2020, Vol. 24, No. 3, P. 255-257. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713588>.
14. Lindsley W.G., et al. Efficacy of Face Shields Against Cough Aerosol Droplets from a Cough Simulator. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2014, Vol. 11, No. 8, P. 509-518. DOI: <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.877591>.
15. Ma Q-X., et al. Potential utilities of mask-wearing and instant hand hygiene for fighting SARS-CoV-2. *Journal of Medical Virology*. 2020, Vol. 92, Iss. 9. P. 1567-1571. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.25805>.
16. Makison Booth C., Clayton M., Crook B., Gawn J.M. Effectiveness of surgical masks against influenza bioaerosols. *Journal of Hospital Infection*. 2013, Vol. 84, Iss. 1. P. 22-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.02.007>.
17. Mbunge E., et al. Application of deep learning and machine learning models to detect COVID-19 face masks – A review. *Sustainable Operations and Computers*. 2021, Vol. 2, P. 235-245. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.08.001>.
18. Rahne T., Frohlich L., Plontke S., Wagner L. Influence of surgical and N95 face masks on speech perception and listening effort in noise. *PLoS ONE*. 2021, Vol. 16, No. 7, P. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253874>.
19. Seto W.H., et al. Effectiveness of precautions against droplets and contact in prevention of nosocomial transmission of severe acute respiratory syndrome (SARS). *Lancet*. 2003, Vol. 361(9368). P. 1519-1520. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)13168-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)13168-6).
20. Shakya K.M., et al. Evaluating the efficacy of cloth facemasks in reducing particulate matter exposure. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. 2017. Vol. 27(3). P. 352-357. DOI: <https://doi.org/10.1038/jes.2016.42>.
21. Standards on the Use of Face Masks or Visors/Face Shields in the Community for decreasing COVID-19. *Deputyprimeminister*. 2022. URL: [https://deputyprimeminister.gov.mt/en/health-promotion/covid-19/Documents/mitigation-conditions-andguidances/Standards\\_Use\\_of\\_Face\\_Masks\\_And\\_Visors.pdf](https://deputyprimeminister.gov.mt/en/health-promotion/covid-19/Documents/mitigation-conditions-andguidances/Standards_Use_of_Face_Masks_And_Visors.pdf) (дата звернення: 09.10.2025).

22. Tcharkhtchi A., et al. An overview of filtration efficiency through the masks: Mechanisms of the aerosols penetration. *Bioact Mater.* 2021, Vol. 6, Iss. 1. P. 106-122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2020.08.002>.
23. Toscano J.C., Toscano C.M. Effects of face masks on speech recognition in multi-talker babble noise. *PLoS ONE.* 2021, Vol. 16, No. 2, P. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246842>.
24. Using Face Masks in the Community – Reducing COVID-19 Transmission from Potentially Asymptomatic or Pre-Symptomatic People through the Use of Face Masks. *European Centre for Disease Prevention and Control.* 2020. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-use-face-masks-community.pdf> (дата звернення: 18.04.2025).
25. Venugopal A., Sidhartha S.S., Jangyadatta P. Double masking protection vs. Comfort – A quantitative assessment. *Physics of Fluids.* 2021. Vol. 33, Iss. 7:077120. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0058571>.
26. Wain R., Sleat D. The role of face shields in responding to Covid-19. *Tony Blair Institute for Global Change,* 2020. URL: <https://institute.global/insights/public-services/role-face-shields-responding-covid-19> (дата звернення: 10.10.2025).
27. Yang P., et al. Mask-wearing and respiratory infection in healthcare workers in Beijing, China. *Braz J Infect Dis.* 2011, Vol. 15, Iss. 2. P. 102-108. DOI: [https://doi.org/10.1016/s1413-8670\(11\)70153-2](https://doi.org/10.1016/s1413-8670(11)70153-2).
28. Yim W., et al. KN95 and N95 Respirators Retain Filtration Efficiency despite a Loss of Dipole Charge during Decontamination. *ACS Applied Materials & Interfaces.* 2020, Vol.12, No. 49. P. 54473-54480. DOI: <https://doi.org/10.1021/acssami.0c17333>.

## REFERENCES

1. DSTU EN 133:2005 (2006) Zasoby indyvidualnoho zakhystu orhaniv dykhannia. Klasyfikatsiia ((EN 133:2001, IDT). [Personal respiratory protection equipment. Classification (EN 133:2001, IDT)]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian].
2. DSTU EN 14683:2014 (2014) Masky khirurhichni. Vymohy ta metody vyprobuvannia (EN 14683:2005, IDT). [Surgical masks. Requirements and test methods (EN 14683:2005, IDT)]. Ofits. vyd. Kyiv. [in Ukrainian].
3. DSTU EN 149:2017. (2018) Zasoby indyvidualnoho zakhystu orhaniv dykhannia. Filtruvalni pivmasky dlia zakhystu vid aeroliziv. Vymohy, vyprobuvannia, markuvannia (EN 149:2001 + A1:2009) [Personal respiratory protection equipment. Filtering half masks for protection against aerosols. Requirements, testing, marking (EN 149:2001 + A1:2009)]. Kyiv: UkrNDNTs. [in Ukrainian].
4. Kolosnichenko, M.V., Chuprina, N.V., Krotova, T.F., & Olishevskaya, T.M. (2020) Proektuvannia modnoho odiahu na osnovi pryntsyviv parametrychnoho dyzainu. [Design of Fashion Clothing on the Basis of Parametric Design Principles] *Art and Design.* 1(09). 129-141. DOI: <https://doi.org/10.30857/2617-0272.2020.1.10>. [in Ukrainian].
5. Balazy, A., Toivola, M., Adhikari, A., Sivasubramani, S. K., Reponen, T., & Grinshpun, S. A. (2006) Do N95 respirators provide 95% protection level against airborne viruses, and how adequate are surgical masks? *Am J Infect Contr.* 34(2), 51-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2005.08.018>.
6. Bowen, L.E. (2010) Does that face mask really protect you? *Applied Biosafety.* 15(2), 67-71. DOI: <https://doi.org/10.1177/153567601001500204>.
7. Chengm, K.K., Lam, T.H., & Leung, C.C. (2020) Wearing face masks in the community during the COVID-19 pandemic: altruism and solidarity. *The Lancet.* 399(10336), E39-E40. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30918-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30918-1).
8. Chmelík, V., Urbán, D., Zelem, L., & Rychtáriková, M. (2021) Effect of Mouth Mask and Face Shield on Speech Spectrum in Slovak Language. *Applied Sciences.* 11(11), 4829, 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11114829>.
9. Das, S., Sarkar, S., Das, A., Das, S., Chakraborty, P., & Sarkar, J. (2021) A comprehensive review of various categories of face masks resistant to Covid-19. *Clinical Epidemiology and Global Health.* 12:100835. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100835>.
10. Fanguero, R., Ferreira, D.P., Silva, P., Silva, C., & Navarro, M. (2020) Protective Masks. *Fibrenamics UMinho.*
11. Gawn, J., Clayton. M., Makison, C., & Crook, B. (2008) Evaluating the protection afforded by surgical masks against influenza bioaerosols: gross protection of surgical masks compared to filtering facepiece respirators. *Environmental Science, Medicine.*
12. Infographic: Using face masks in the community. (2020) *European Centre for Disease Prevention and Control.* URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/infographic-using-face-masks-community> (дата звернення: 26.03.2025).
13. Jotz, G.P. (2020) Bittencourt A. G. Why We Need to Use and which MaskTypes are Effective against the Novel Coronavirus (COVID-19)? *Int Arch Otorhinolaryngol.* 24(3), 255-257. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713588>.
14. Lindsley, W.G., Noti, J.D., Blachere, F.M., Szalajda, J.V., & Beezhold, D.H. (2014) Efficacy of Face Shields Against Cough Aerosol Droplets from a Cough Simulator. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene.* 11(8), 509-518. DOI: <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.877591>.
15. Ma, Q.-X., Shan, H., Zhang, H.-L., Li, G.-M., Yang, R.-M., & Chen, J.-M. (2020) Potential utilities of mask-wearing and instant hand hygiene for fighting SARS-CoV-2. *Journal of Medical Virology.* 92(9), 1567-1571. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.25805>.
16. Makison Booth, C., Clayton, M., Crook, B., & Gawn, J.M. (2013) Effectiveness of surgical masks against influenza bioaerosols. *Journal of Hospital Infection.* 84(1). 22-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.02.007>.
17. Mbunge, E., Simelane, S., Fashoto, S. G., Akinnuwesi, B., & Metfula, A. S. (2021) Application of deep learning and machine learning models to detect COVID-19 face masks – A review. *Sustainable Operations and Computers.* 2, 235-245. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.08.001>.

18. Rahne, T., Frohlich, L., Plontke, S., & Wagner, L. (2021) Influence of surgical and N95 face masks on speech perception and listening effort in noise. *PLoS ONE*. 16(7), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253874>.
19. Seto, W. H., Tsang, D., Yung, R. W. H., Ching, T. Y., Ng, T. K., Ho, M., & Peiris, J. S. M. (2003) Effectiveness of precautions against droplets and contact in prevention of nosocomial transmission of severe acute respiratory syndrome (SARS). *Lancet*. 361(9368), 1519-1520. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)13168-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)13168-6).
20. Shakya, K. M., Noyes, A., Kallin, R., & Peltier, R. E. (2017) Evaluating the efficacy of cloth facemasks in reducing particulate matter exposure. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. 27(3), 352–357. DOI: <https://doi.org/10.1038/jes.2016.42>.
21. Standards on the Use of Face Masks or Visors/Face Shields in the Community for decreasing COVID-19. (2022). *Deputyprimeminister*. URL: [https://deputyprimeminister.gov.mt/en/health-promotion/covid-19/Documents/mitigation-conditions-andguidances/Standards\\_Use\\_of\\_Face\\_Masks\\_And\\_Visors.pdf](https://deputyprimeminister.gov.mt/en/health-promotion/covid-19/Documents/mitigation-conditions-andguidances/Standards_Use_of_Face_Masks_And_Visors.pdf).
22. Tcharkhtchi, A., Abbasnezhad, N., Zarbini Seydani, M., Zirak, N., Farzaneh, S., & Shirinbayan, M. (2021) An overview of filtration efficiency through the masks: Mechanisms of the aerosols penetration. *Bioact Mater*. 6(1), 106-122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2020.08.002>.
23. Toscano, J.C., & Toscano, C.M. (2021) Effects of face masks on speech recognition in multi-talker babble noise. *PLoS ONE*. 16(2), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246842>.
24. Using Face Masks in the Community – Reducing COVID-19 Transmission from Potentially Asymptomatic or Pre-Symptomatic People through the Use of Face Masks. (2020). *European Centre for Disease Prevention and Control*. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-use-face-masks-community.pdf>.
25. Venugopal, A., Sidhartha, S.S., & Jangyadatta, P. (2021). Double masking protection vs. Comfort – A quantitative assessment. *Physics of Fluids*. 33(7:077120). DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0058571>.
26. Wain, R., & Sleat, D. (2020) The role of face shields in responding to Covid-19. *Tony Blair Institute for Global Change*, URL: <https://institute.global/insights/public-services/role-face-shields-responding-covid-19>.
27. Yang, P., Seale, H., MacIntyre, C. R., Zhang, H., Zhang, Z., Zhang, Y., Wang, X., Li, X., Pang, X., & Wang, Q. (2011) Mask-wearing and respiratory infection in healthcare workers in Beijing, China. *Braz J Infect Dis*. 15(2), 102-108. DOI: [https://doi.org/10.1016/s1413-8670\(11\)70153-2](https://doi.org/10.1016/s1413-8670(11)70153-2).
28. Yim, W., Cheng, D., Patel, S. H., Kou, R., Meng, Y. S., & Jokerst, J. V. (2020) KN95 and N95 Respirators Retain Filtration Efficiency despite a Loss of Dipole Charge during Decontamination. *ACS Applied Materials & Interfaces*. 12(49), 54473-54480. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsami.0c17333>.

Дата першого надходження статті до видання: 13.02.2026  
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 23.03.2026  
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.04.2026

Стаття поширюється на умовах  
 ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

