

Мочалов Юрій Олександрович,
доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-5654-1725
м. Ужгород, Україна

Кривцова Марина Валеріївна,
доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри клініко-лабораторної та
морфофункціональної діагностики,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0001-8454-2509
м. Ужгород, Україна

Калиняк Марина Миколаївна,
асистент кафедри клініко-лабораторної та
морфофункціональної діагностики,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0003-3711-9745
м. Ужгород, Україна

Вахрушева Тетяна Миколаївна,
завідувач ортопедично-хірургічного відділення,
КНП «Обухівська міська стоматологічна поліклініка»
ORCID ID: 0009-0008-1212-5034
м. Обухів, Україна

Біліченко Ігор Олександрович,
лікар-стоматолог-хірург,
КНП «Обухівська міська стоматологічна поліклініка»
ORCID ID: 0009-0004-9225-8515
м. Обухів, Україна

ДО ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ ОЧЕЙ У ПРАЦІВНИКІВ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ТА БІОМЕДИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Вступ. Мікробіологічні та біомедичні лабораторії є особливими середовищами у плані професійних ризиків, які в тому числі мають ризики потенційного ураження ока, які можуть призвести до серйозних травм або навіть повної втрати зору.

Методологія та методи дослідження. Мета дослідження – проаналізувати доступні джерела інформації та нормативні документи, які стосуються проблеми захисту очей у працівників мікробіологічних та біомедичних лабораторій. Огляд літератури було виконано на основі проведеного інформаційного пошуку в мережі Інтернет, та на електронних базах-агрегаторах науково-медичної інформації англійською та українською мовами в період 1980–2025 рр., за наступними ключовими словами: «око», «мікробіологічна/біомедична лабораторія», «безпека», «виробничий травматизм», «ризики», «засоби індивідуального захисту», «охорона праці», «нормативне забезпечення».

Виклад основного матеріалу дослідження. Проблема захисту очей у працівників мікробіологічних та біомедичних лабораторій є актуальною для всіх країн світу. Робота та перебування у вищезазначених лабораторіях супроводжується наявністю значного переліку факторів ризику, які здатні викликати ураження очей та спричинити зниження гостроти зору. Такі фактори можуть нести хімічні, механічні, біологічні, променеві та ергономічні загрози. Вони можуть взаємодіяти в комплексі, що збільшує потенційний рівень ушкодження. Людський фактор також впливає на рівень ризику та ефективність управління ними. На сьогодні проблема захисту очей на виробництві різних видів регулюється наступними нормативними документами: Стандарти OSHA (29 CFR 1910.133), Стандарт ANSI Z87.1, Стандарти ISO (ISO 15189, ISO 45001), Європейські стандарти EN (EN 166, 167, 168), Національний стандарт України ДСТУ EN 166:2017 (EN 166:2001, IDT), Рекомендації CDC (США). Саме такі документи мають бути базою для розробки та впровадження внутрішньої системи безпечних умов праці виробництва в мікробіологічних та біомедичних лабораторіях.

Висновки. Проблема захисту очей у працівників мікробіологічних та біомедичних лабораторій є багатогранною й такою, що потребує комплексного підходу та глибокого всебічного розуміння. Ефективність захисту значною мірою залежить від правильності вибору та послідовного використання засобів індивідуального захисту. Принцип багаторівневого захисту, при якому різні типи ЗІЗ

© Мочалов Ю. О., Кривцова М. В., Калиняк М. М., Вахрушева Т. М., Біліченко І. О., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

використовуються у поєднанні для створення комплексного бар'єра, є фундаментальним для мінімізації ризиків при виконанні багатьох видів робіт та процедур в умовах лабораторій.

Ключові слова: око, засоби індивідуального захисту, мікробіологічні/біомедичні лабораторії, професійні ризики, охорона праці.

Mochalov Iurii Oleksandrovych, *Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor at the Department of Surgical Dentistry and Clinical Disciplines, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0002-5654-1725, Uzhhorod, Ukraine*

Kryvtsova Maryna Valeriivna, *Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Clinical Laboratory and Morphofunctional Diagnostics, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0003-3711-9745, Uzhhorod, Ukraine*

Kalyniak Maryna Mykolaivna, *Assistant at the Department of Clinical Laboratory and Morphofunctional Diagnostics, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0003-3711-9745, Uzhhorod, Ukraine*

Vakhrusheva Tetyana Mykolaivna, *Head of the Orthopedic and Surgical Department KNP "Obukhiv City Dental Polyclinic"; ORCID ID: 0009-0008-1212-5034, Obukhiv, Ukraine*

Bilichenko Igor Oleksandrovych, *Doctor-Surgeon-Dentist, KNP "Obukhiv City Dental Polyclinic"; ORCID ID: 0009-0004-9225-8515, Obukhiv, Ukraine*

TO THE PROBLEM OF EYE PROTECTION FOR EMPLOYEES OF MICROBIOLOGICAL AND BIOMEDICAL LABORATORIES (LITERATURE REVIEW)

Introduction. Microbiological and biomedical laboratories are special environments in terms of occupational risks, including the risks of potential eye damage, which can lead to serious injuries or even complete loss of vision.

Methodology and methods of the study. The aim of the study is to analyze available sources of information and regulatory documents related to the problem of eye protection for employees in microbiological and biomedical laboratories. The literature review was performed on the basis of an information search conducted on the Internet, and on electronic databases-aggregators of scientific and medical information in English and Ukrainian in the period 1980–2025, using the following keywords: “eye”, “microbiological/biomedical laboratory”, “safety”, “occupational injuries”, “risks”, “personal protective equipment”, “occupational safety”, “regulations”.

Presentation of the main material of the study. The problem of eye protection for employees in microbiological and biomedical laboratories is relevant for all countries of the world. Working and staying in the above-mentioned laboratories is accompanied by a significant list of risk factors that can cause eye damage and a decrease in visual acuity. Such factors can carry chemical, mechanical, biological, radiation and ergonomic threats. They can interact in a complex, which increases the potential level of damage. The human factor also affects the level of risk and the effectiveness of their management. Today, the problem of eye protection in various types of production is regulated by the following regulatory documents: OSHA Standards (29 CFR 1910.133), ANSI Z87.1 Standard, ISO Standards (ISO 15189, ISO 45001), European EN Standards (EN 166, 167, 168), National Standard of Ukraine DSTU EN 166:2017 (EN 166:2001, IDT), CDC Recommendations (USA). It is such documents that should be the basis for the development and implementation of an internal system of safe working conditions in microbiological and biomedical laboratories.

Conclusions. The problem of eye protection for employees in microbiological and clinical diagnostic laboratories is multifaceted and requires a comprehensive approach and deep comprehensive understanding. The effectiveness of protection largely depends on the correct selection and consistent use of personal protective equipment. The principle of multi-level protection, in which different types of PPE are used in combination to create a complex barrier, is fundamental for minimizing risks when performing many types of work and procedures in laboratories.

Key words: eye, personal protective equipment, microbiological/biomedical laboratories, occupational risks, labor protection.

Вступ. Важливість безпеки очей та збереження гостроти зору працівників у мікробіологічних та біомедичних лабораторіях на сьогодні не викликає сумнівів. Мікробіологічні та біомедичні лабораторії за своєю природою є особливими середовищами у плані професійних ризиків, які в тому числі мають ризики потенційного ураження органу зору, які можуть призвести до серйозних травм або навіть повної втрати зору. Наведені у відкритому доступі результати аналізу випадків травм на виробництві вказують, що загалом приблизно 60% травм очей на виробництві спричинено потраплянням сторонніх тіл, а ще 35% – ударами предметів чи обладнання. В умовах мікробіологічних та біомедичних лабораторій провідними факторами ураження очей є потрапляння хімічних речовин та біологічного матеріалу. Додатковими механізмами ураження ока в лабораторних умовах може бути утворення в робочому середовищі стійких шкідливих аерозолів та контакт з очима забрудненої шкіри пальців рук або рукавичок. Слизові обо-

лонки ока є критично важливим шляхом проникнення ряду інфекційних агентів, включаючи бактерії та віруси (наприклад, герпесу), а також збудників, що передаються через кров, таких як віруси гепатиту В, С та ВІЛ [1–4].

Профілактика ураження очей є важливим компонентом організації безпеки на виробництві. Загалом, статистика вказує, що понад 90% серйозних травм ока на виробництві можна було б уникнути при послідовному використанні захисних окулярів. Однак, незважаючи на загальновідомі факти, які свідчать на користь важливості застосування індивідуальних засобів захисту, опитування постраждалих від травм ока працівників показують, що майже в трьох із п'яти випадків індивідуальні засоби захисту в момент настання несприятливої події не використовувалися. На запитання, чому, працівники вважали, що захист не був потрібний у тій ситуації. Тому розробка й дотримання правил безпеки при роботі в лабораторіях є важливими заходами у профілактиці

інцидентів та «аварій» та виробничих травм. Такі факти можуть вказувати на можливе формальне ставлення до правил безпеки на робочому місці. Тому захист ока є не просто опціональними заходами, а обов'язковими та критичними засобами захисту працівників в клінічних та дослідницьких установах та закладах. Також, не можна забувати й про можливі віддалені несприятливі впливи травм та нетравматичних уражень ока у вигляді хронічних захворювань, втрати зору, розвитку катаракти та ушкодження сітківки ока [5-8].

Мета роботи. Проаналізувати доступні джерела інформації та нормативні документи, які стосуються проблеми захисту очей у працівників мікробіологічних та біомедичних лабораторій.

Методологія та методи дослідження. Було виконано огляд літератури на основі проведеного інформаційного пошуку в мережі Інтернет та на електронних базах-агрегаторах науково-медичної інформації. Мова знайдених джерел науково-медичної інформації – англійська та українська. Глибина пошуку (період публікації) становила 1980 – 2025 рр. Пошук проводили за наступними ключовими словами (тегами): «око», «мікробіологічна/біомедична лабораторія», «безпека», «виробничий травматизм», «ризик», «засоби індивідуального захисту», «охорона праці», «нормативне забезпечення». Джерела інформації оцінювали за їх видом, походженням та призначенням.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Аналіз потенційних факторів ризику для очей у працівників мікробіологічних та біомедичних лабораторій. Аналіз та розслідування інцидентів та механізмів травм на виробництві у відповідних лабораторних підрозділах та закладах вказують на ряд важливих аспектів, які можуть виходити за межі простого переліку небезпек, та вказують на потребу в глибокому розумінні поведінкових та системних факторів.

Прихована небезпека забруднених рук та необхідність комплексного навчання. Відповідно до багатьох рекомендацій та результатів досліджень, визнано, що контакт рук з очима безпосередньо забрудненими пальцями рук або через рукавички є провідним шляхом передачі багатьох інфекцій. І цей факт є критично відмінним від прямих бризок або частинок аерозолі, і являє собою шлях самозараження. І небезпека походить не тільки від властивостей самої агресивної речовини, а й від взаємодії із забрудненими поверхнями або засобами індивідуального захисту. Додаткові дослідження показують, що засоби індивідуального захисту мають розглядатися як забруднені після використання, і що дотримання правил їх використання (надягання та зняття) та утилізації є обов'язковими для запобігання поширенню забруднення. Такі факти можуть вказувати на вразливе місце в системі лабораторної безпеки, яка виходить за межі простого надання засобів захисту очей. І така обставина підкреслює першорядну важливість комплексних протоколів гігієни рук та регламентування процедур надягання та зняття всіх засобів індивідуального захисту. Окремо, не можна забувати про людський фактор при дотриманні правил безпеки на робочому місці, що охоплює самозаспокоєння або забудькуватість про ризик забруд-

нення та ураження, є важливим елементом. Тому програми навчання персоналу повинні виходити за межі простого акту носіння захисних окулярів та охоплювати весь робочий процес, від виявлення небезпек до дезактивації після виконання операційних процедур, і безпека є безперервним процесом, а не сукупністю поодиноких несистемних заходів [4, 1, 9, 10].

Недооцінений ризик «незначних» небезпек та політика «постійного носіння». Доступні дані щодо результатів розслідування виробничих травм та інцидентів в лабораторних умовах прямо вказують, що вказані інциденти часто викликаються «непоміченими небезпеками», такими як хлоровмісні речовини, етанол чи інші спирти, або матеріали, що зазнають швидких змін температури. Окрім того, зазначається, що навіть якщо працівник не працює безпосередньо з небезпечними речовинами та матеріалами, дії колеги по лабораторії поряд можуть створювати ризик і для нього. Це виявляє поширену загальносвітову тенденцію у працівників недооцінювати ризики, пов'язані зі звичайними, начебто, нешкідливими речовинами чи рутинними лабораторними виробничими процедурами. Помилкова думка типу «зі мною цього не станеться» або «це лише невелика кількість» часто виступає потужним психологічним бар'єром для послідовного та правильного використання засобів індивідуального захисту. Тому організація постійного інформування персоналу про потенційні небезпеки на робочому місці та необхідність дотримання відповідних протоколів запобігання травм та уражень має фокусуватися на максимальному охопленні та достатньому обсязі донесеної інформації до цільової аудиторії. Такі інформаційні матеріали повинні не тільки виділяти основні, очевидні небезпеки, а й суворо підкреслювати кумулятивні і, здавалося б, незначні ризики, які часто не беруться до уваги. Такі підходи суттєво підтримують впровадження та суворе дотримання політики «постійного носіння» засобів захисту очей у всіх лабораторних приміщеннях, де є небезпечні матеріали, незалежно від активної участі у виробничих процесах [11, 12].

Фактори небезпеки для очей в мікробіологічних та біомедичних лабораторіях. Особливі умови праці працівників мікробіологічних та біомедичних лабораторій мають достатнє число потенційних небезпечних впливів, які можуть серйозно пошкодити око та навколишні тканини. Для розробки та запровадження ефективної системи захисту та профілактики травм на виробництві вищевказані загрози мають бути визначені та глибоко оцінені [13, 14].

Біологічні фактори. Середовище мікробіологічних та біомедичних лабораторій, де виконуються маніпуляції з біологічним матеріалом, культурами мікроорганізмів та тканинами може створювати унікальні ризики для працівників. В ході виконання виробничих процесів інфекційні агенти можуть потрапляти на слизову оболонку очей або рогівку безпосередньо через бризки крові, респіраторні краплі, що утворюються при кашлі чи чханні, чи опосередковано через контакт з руками або іншими забрудненими предметами. Також вважають, що провідною проблемою

є утворення в повітрі шкідливих аерозолів у лабораторних умовах. Такі впливи можуть призвести до розвитку локалізованих інфекцій, таких як бактеріальні чи вірусні кон'юнктивіти. У важких випадках через кон'юнктиву можуть передаватися системні інфекції, пов'язані з вірусами, що передаються через кров, включаючи гепатит В та С, а також ВІЛ. Слизову оболонку ока визнано вразливою точкою входу для цих патогенів, і такі твердження доводять критичну важливість захисту очей у лабораторних умовах [2, 3, 4].

Хімічні фактори. В ході виконання професійних обов'язків персонал лабораторій часто може контактувати з цілим рядом небезпечних (токсичних та їдких) речовин та сполук. Такі подразники можуть приносити суттєву шкоду здоров'ю людини у вигляді бризок, парів, газів та аерозолів. Наприклад, навіть найпоширеніші в робочих процесах хімічні речовини (як то етанол, та хлоровмісні сполуки), які загалом визначають як низькоризикові, можуть викликати суттєві пошкодження очей. Часто інциденти охоплюють потрапляння бризок речовин до очей, чому можна запобігти. Задokumentовані інциденти та аварії містять випадкові викиди рідини з кришок зберігальної тари, що відкриваються, випадкові розливи при дозуванні рідин, перенесення лабораторного посуду та поширення бризок рідких речовин при утилізації відходів. Агресивні речовини та матеріали, які входять до звичайних наборів реагентів, часто виступають провідними травмувальними факторами, про що свідчать результати розслідування інцидентів та аварій на виробництві. Тому якщо робота з хімічними речовинами є невіддільною та повсякденною практикою при виконанні стандартних операційних виробничих процедур в мікробіологічних та біомедичних лабораторіях, що потребує вжиття суворих заходів захисту [15, 4, 16].

Механічні фактори. Як показують результати розслідування випадків виробничого травматизму значна частина інцидентів пов'язана з механічною травмою ока дрібними об'єктами, які рухаються на великій швидкості. Такими травматичними факторами часто виступають частинки різних твердих матеріалів, сміття, уламки скла, пластику або металеві фрагменти. Показано, що ризиковими є виробничі операції, які включають використання включають використання різних шприців, роботу зі скляним обладнанням або неочікувані несправності обладнання. Голки, гострі фрагменти твердих матеріалів та інші гострі інструменти становлять пряму небезпеку ока в частині механічного пошкодження, або ж вони можуть виступати переносниками інфекційних агентів. Окремими ризиками характеризується робота з криогенними матеріалами, такими як сухий лід або рідкий азот. Такі матеріали можуть становити небезпеку внаслідок своїх екстремальних низьких температур та здатність швидко розширюватися при нагріванні. Незахищені газові балони можуть призвести до серйозних травм при перекиданні, а незакриті клапани можуть бути зрізані під час удару, що призводить до швидкого вивільнення тиску. Операції підключення та відключення регуляторів балонів потребує застосування спеціального захисту очей та обличчя. Також тверді пластикові

трубки систем доставляння можуть зруйнуватися при перевищенні межі дозволеного тиску [17, 5, 18].

Світлові фактори. Працівники мікробіологічних та біомедичних лабораторій можуть підпадати під вплив світлового випромінювання різної довжини хвилі. Такі види подразників охоплюють ультрафіолетове випромінювання, видиме світло високої потужності, інфрачервоне випромінювання та лазери. Джерелами випромінювання можуть бути електрозварювальні апарати, волоконна оптика, потужні лазери, обладнання для ультрафіолетової стерилізації, люмінесцентні лампи та деякі світлочутливі матеріали. Ультрафіолетові лампи в боксах біологічної безпеки при застосуванні становлять особливо високий ризик опіку очей та шкіри. Результатом таких впливів може бути опіки, пошкодження сітківки та катаракта [9, 16, 19].

Ергономіка робочого місця. Хоча ергономічні фактори не можна вважати безпосереднім джерелом виробничих травм, але раціональність організації робочого місця може впливати на ризик травмування від різних джерел. Також, ергономіка значно впливає на комфорт, концентрацію та гостроту зору працівників. Тривалі зорове навантаження, особливо тривалий час роботи з екранами (монітори, цифрові мікроскопи) і безперервне використання світлового мікроскопа, можуть призвести до таких проблем, як втома очей, головний біль, сухість та підвищена ін'єкція кон'юнктиви, затуманення полів зору, а також вторинні відображені болі в шії та плечовому поясі. Під час роботи з екранами працівники, як правило, рідше моргають, що додатково посилює симптоми сухості очей. Синє світло, що випромінюється комп'ютерними екранами, безпосередньо пов'язане з підвищеною напругою очей, головними болями і асоціюється з пошкодженням сітківки та дегенерацією жовтої плями. Незручні пози, такі як тривале згинання шії, спини або рук, які часто зустрічаються при тривалій роботі з мікроскопом або завданнях у боксах біологічної безпеки, сприяють не тільки напрузі очей, але й розвитку скелетно-м'язових розладів. Порушення зору або дискомфорт можуть непрямым шляхом збільшити ймовірність нещасних випадків внаслідок зниження концентрації або займання небезпечних компенсаторних поз [20–23].

Поєднання різних факторів ураження та вплив людського фактора на рівні ризику травмування. У наявних профільних джерелах інформації вказується, що виконання операційних виробничих процесів у лабораторних умовах рідко супроводжується лише одним ізольованим видом ризиків. Наприклад, хімічний експеримент (хімічна безпека) може вимагати використання скляного посуду та обладнання (ризик фізичного пошкодження), може проводитися під витяжною шафою (необхідність інженерного контролю) та включати ультрафіолетове світло для стерилізації або детекції окремих речовин (світловий фактор). Піпетування в умовах мікробіологічної лабораторії (біологічна безпека) може утворювати аерозолі та призводити до бризок при неправильному поводженні. Тому реальні й дієві підходи до захисту очей мають включати в себе ізоляцію та уникнення

впливу цілого ряду різномірних факторів. Тому процедура розробки правил безпеки для конкретного виробництва має необхідність комплексної оцінки потенційних ризиків, та врахування синергічних ефектів множинних небезпек, присутніх у будь-якій конкретній лабораторній задачі [1–4, 14].

Тому засоби індивідуального захисту очей не можуть обиратися ізольовано від одного виду несприятливих факторів, а мають бути ефективними від багатьох факторів ризику. Наприклад, такими видами можуть бути захисні окуляри, що забезпечують захист від бризок та частково від аерозолів, від ударів дрібними фрагментами, або такими засобами можуть виступати лицьові щитки, що використовуються в поєднанні з основними захисними окулярами. На такому прикладі можна бачити реалізацію принципів багаторівневого захисту, який має вирішальне значення в підвищенні безпеки виробництва [24, 25].

Людський фактор у виникненні виробничого травматизму часто виступає додатковим фактором мультиплікації ризиків настання несприятливих подій. Результати розслідування інцидентів на робочому місці вказують на те, що 75% випадків потрапляння бризок робочих рідин в око сталися за умов, коли не використовувався захист очей, а 25% – коли засоби захисту були неадекватні (звичайні окуляри, замість захисних окулярів від бризок). Також виявлялися випадки ухилення від використання засобів індивідуального захисту, відсутність пройденого навчання техніки безпеки або коли протоколи й паспорти безпеки не були переглянуті своєчасно. Також, опитування показували, що багато постраждалих працівників вважали, що захист не був потрібний. Тому можна судити, що виробничий травматизм в лабораторних умовах, у тому числі й травми очей значно посилюється поведінковими чинниками. Сюди також можна віднести недостатній рівень інформування працівників, неповне або неефективне навчання техніки без-

пеки, недотримання прийнятих протоколів безпеки та недостатня оцінка ризиків. Тому застосування сучасних технологічних рішень (новітні засоби індивідуального захисту) повинно бути інтегровано з відповідними адміністративними заходами, контролем, сильною й проактивною культурою безпеки на виробництві. Це означає, що ефективні безпекові програми повинні заглиблюватися у першопричини недотримання працівниками вимог безпеки (наприклад, дискомфорт, низький ризик, недолік знань) та усувати ці такі несприятливі патерни поведінки й за допомогою безперервного навчання, всебічної комунікації про небезпеки та послідовного дотримання вимог (табл. 1) [26, 1, 2, 5, 10].

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) для безпеки очей. Забезпечення ефективного захисту очей у лабораторних умовах потребує раціонального підбору та правильного використання засобів індивідуального захисту. Різні типи ЗІЗ призначені захисту від конкретних факторів небезпеки.

Захисні окуляри (з бічними щитками). Захисні окуляри з бічними щитками на сьогодні є найпоширенішим ЗІЗ для захисту очей, що найчастіше використовується в мікробіологічних та біомедичних лабораторіях. Такі окуляри забезпечують захист від помірних ударних небезпек та невеликих за об'ємом бризок рідин хімічних та біологічних матеріалів. Лінзи вказаних окулярів зазвичай виготовляються з полікарбонату, який є ударостійким матеріалом. Важливим конструкційним елементом таких захисних окулярів є бічні щитки або обтічну форму, конструкцію для забезпечення адекватного бічного захисту від предметів, що летять на швидкості. Але полікарбонатні окуляри з боковими щитками, як правило, є недостатньо ефективними ЗІЗ для роботи з концентрованими хімікатами, операціями зі значним ризиком бризок рідин або в середовищі з високою концентрацією частинок, завислих у повітрі. Тому для виконання

Таблиця 1

Опис потенційних ризиків виникнення інцидентів та несприятливих подій у вигляді уражень ока в умовах лабораторії

Фактори небезпеки	Джерела небезпеки	Механізм травми або несприятливого впливу	Можливі ураження очей
Біологічні	Бризки крові/біологічних рідин, аерозолі, респіраторні краплі, забруднені пальці/рукавички	Прямий контакт, вдихання/абсорбція через слизові оболонки	Кон'юнктивіт, системні інфекції (гепатит, ВІЛ), інфекції рогівки
Хімічні	Концентровані кислоти/луги, розчинники, пари, газ, аерозолі, відбілювачі, спирти	Прямий контакт (бризки), вплив пари	Хімічні опіки, подразнення, пошкодження рогівки, втрата зору
Фізичні	Уламки скла/металу, що летять на швидкості, частинки, пил, гострі предмети (голки), криогенні матеріали (сухий лід, рідкий азот), стиснені гази	Удар, поріз/прокол, обмороження, викид речовини під тиском	Садна рогівки, сторонні тіла, проникні поранення, відшарування сітківки, обмороження
Світлові	УФ-випромінювання, видиме світло, ІЧ-випромінювання, лазери	Пряма дія випромінювання	Опіки від спалаху, фотокератит, пошкодження сітківки, катаракта, фотофобія
Ергономічні	Тривала робота з екранами/мікроскопами, синє світло, незручні пози	Напруга акомодатії, зниження частоти кліпання, м'язова напруга	Втома очей, головний біль, сухість/почервоніння очей, затуманений зір, болі в шиї/плечах

завдань з контролю поширення інфекцій вищевказані захисні окуляри зазвичай не рекомендуються через їх обмежений захист від саме від бризок та крапель [27, 28, 9, 12].

Захисні окуляри (герметичні). Захисні герметичні окуляри забезпечують вищий рівень захисту, ніж звичайні захисні окуляри. Їхня основна перевага полягає у створенні герметичного бар'єра навколо очей, що ефективно захищає від бризок, пилу та завислих у повітрі частинок з усіх напрямків. Захисні герметичні окуляри спеціально потрібні за наявності ймовірного ризику виникнення бризок хімічних рідин, наприклад, при переливанні концентрованих корозійних матеріалів або при роботі з великими обсягами потенційно небезпечних інфекційних біологічних матеріалів. Зазвичай захисні окуляри спроектовані таким чином, щоб зручно одягатися поверх звичайних окулярів з діоптріями та контактними лінзами, забезпечуючи захист без зниження гостроти зору. Існують різні типи захисних герметичних окулярів:

- Окуляри з непрямою вентиляцією – такі конструкції мають закриті вентиляційні отвори, які забезпечують ефективний захист від потрапляння рідин, крапель та аерозолів. Переважно їх ефективність проявляється в середовищах, де біонебезпечні агенти можуть бути безпосередньо розбризкані або бути присутніми у вигляді аерозольних крапель;
- Окуляри без вентиляції – такі вироби забезпечують повну герметизацію очей без вентиляційних отворів, і забезпечують захист від усіх типів небезпечних факторів, включаючи дрібні краплі;
- Окуляри з прямою вентиляцією – такі захисні вироби мають передні вентиляційні отвори, які покращують циркуляцію повітря та зменшують запотівання. Але такі засоби вони не рекомендуються для застосування в біонебезпечних середовищах, тому що вони пропускають бризки [27, 28, 9, 12].

Лицеві щитки. Лицевий щиток є твердим, прозорим пластиковим листом, який повністю закриває очі та обличчя. Такий виріб забезпечує захист від випадкового впливу бризок або крапель, захищаючи очі, ніс та рот. Лицеві щитки забезпечують кращий захист обличчя та очей від бризок та розпорошень порівняно з окулярами. Вони можуть бути одноразовими чи багаторазовими. Критично важливим фактом є те, що лицеві щитки не є самостійним засобом захисту очей і завжди повинні використовуватися у поєднанні із захисними окулярами або герметичними окулярами, одягненими під ними. Це пов'язано з потенційними проміжками навколо очей і ризиком того, що бризки рідин можуть бути спрямовані під щиток або навколо нього. Щитки є необхідними, коли необхідно захистити все обличчя, або при роботі з високореактивними речовинами, великими обсягами небезпечних хімікатів, їдкими речовинами, отрутами, гарячими хімікатами, частинками, що летять на швидкості, або радіоактивними елементами. Для досягнення ефективного захисту лицевий щиток повинен закривати ділянки від верхівки голови до підборіддя та обертатися навколо обличчя до вух, щоб запобігти попаданню бризок по краях [27, 28, 9, 12].

Повнолицеві респіратори та респіратори з примусовою подачею повітря (PAPRs). Хоча ці респіра-

тори переважно призначені для запобігання вдиханню забруднювачів і мікробних агентів, що переносяться повітрям, вони також забезпечують чудовий захист очей як неодмінну перевагу своєї конструкції. Вони вважаються кращим засобом захисту від потенційно небезпечних інфекційних агентів [27, 28, 9, 12].

Критерії вибору ЗІЗ для очей. Вибір відповідних ЗІЗ для захисту очей залежить від характеру факторів небезпеки і та планових видів робіт в лабораторії.

Властивості матеріалів. Полікарбонатні лінзи широко використовуються завдяки їх ударостійким властивостям, що забезпечує найвищий рівень захисту від ударів.

Ударостійкість. Засоби для захисту очей повинні відповідати конкретним стандартам ударостійкості, що позначаються маркуванням, таким як ANSI Z87+ для захисту від сильних ударів. Захисні окуляри підходять для помірних ударів, тоді як герметичні окуляри необхідні більш інтенсивних ударів.

Покриття проти запотівання/подряпин. Ці покриття необхідні для підтримки гостроти зору, особливо у вологих середовищах або коливання температури. Сучасні покриття, у тому числі сконструйовані на нано-рівні, можуть підвищити стійкість до подряпин і спростити очищення.

Фільтрація УФ та синього світла. В сучасних ЗІЗ для очей доступні спеціалізовані лінзи для захисту від шкідливого УФ-випромінювання та для фільтрації синього світла, що пов'язане з напругою очей та ураженням сітківки при тривалій дії екранів та моніторів.

Сумісність із рецептурними окулярами. На сьогодні, правила OSHA вимагають, щоби працівники, які носять рецептурні лінзи для корекції зору при роботі в небезпечних умовах, використовували засоби захисту очей, які включають рецептурні лінзи у свою конструкцію. Або ЗІЗ мають одягатися поверх їх окулярів з рецептурними лінзами, не порушуючи правильного положення жодних з них. Багато конструкцій захисних герметичних окулярів та захисних окулярів були спеціально розроблені з можливістю такого поєднаного використання. Аналогічно такі конструкції можуть бути модифіковані вбудованим бічним захистом також є життєздатним варіантом [24, 25, 27, 12].

Спеціалізовані засоби індивідуального захисту очей. Окрім загальних категорій, існують спеціалізовані засоби захисту очей, призначені для виконання інших високоризикових завдань:

- Лазерні захисні окуляри – такі вироби потрібні для захисту при використанні лазерів класу 3 і 4 безпеки. Їх вибір має ґрунтуватися на конкретній довжині хвилі світла, що генерується, і необхідної оптичної щільності для забезпечення адекватного захисту;
- Затемнені/фільтровані засоби захисту очей – такі засоби застосовуються для захисту від різних джерел світлової енергії, включаючи УФ, ІЧ та інтенсивне видиме світло (табл.2) [27, 28, 9, 12, 25, 29].

Нормативно-правова база з питань захисту очей на виробництві. Ефективний захист ока у працівників мікробіологічних та біомедичних лабораторій нерозривно пов'язаний із дотриманням суворих нормативно-правових актів та стандартів, розроблених для забезпечення безпеки ока працівників різних галузей та сфер діяльності.

Види засобів індивідуального захисту для очей

Тип захисту очей	Фактори, від яких забезпечується основний захист	Обмеження/Маркування	Ключові особливості
Захисні окуляри (з бічними щитками)	Помірні удари, незначні бризки хімічних речовин та біологічних матеріалів, пил, тверді частинки, які летять на великій швидкості	Недостатні для концентрованих хімікатів, великих бризок рідини, інфекційного контролю	Полікарбонатні лінзи, бічні щитки на окулярах/обтічний дизайн, ударостійкість ANSI Z
Захисні окуляри (герметичні)	Бризки хімічних речовин та біологічного матеріалу, пил, завислі в повітрі частинки, удари з усіх напрямків	Можуть бути доволі громіздкими, потенційне запотівання (крім засобів з відповідним захистом)	Герметичне ущільнення при контакті зі шкірою, полікарбонатні лінзи, покриття проти запотівання/подряпин, сумісність з рецептурними окулярами, можливість автоклавування
Герметичні захисні окуляри з непрямую вентиляцією	Дрібнодисперсні бризки та краплі, біонебезпечні аерозолі	Обмежений повітрообмін, знижений комфорт	Закриті вентиляційні отвори, D3, маркування ANSI
Герметичні захисні окуляри без вентиляції	Всі типи небезпечних факторів, включаючи краплі	Відсутність повітрообміну, може запотівати	Повна герметизація, D3 маркування ANSI
Герметичні захисні окуляри з прямою вентиляцією	Великі частинки, зниження запотівання	Не рекомендуються для біонебезпечних середовищ, пропускають бризки	Наявність передніх вентиляційних отворів
Лицьові щитки (з основним захистом очей)	Бризки, пил, тверді та рідинні аерозолі, променева енергія	Не є самостійними ЗІЗ, вимагають окулярів/герметичних окулярів під ними; наявні зазори з боків	Прозорий пластик, покриття від УФ або синього світла, можуть бути одноразовими/багаторазовими
Повнообличні респіратори/PAPRs	Потрапляння патогенних мікроорганізмів, парів хімічних речовин	Основне призначення – захист органів дихання; можуть бути громіздкими; вимагають спеціальних вставок для рецептурних лінз	HEPA-фільтри, повна герметизація обличчя, захист очей як додаткова перевага

Стандарти OSHA (29 CFR 1910.133). Управління охорони праці та виробничої гігієни (OSHA) у США встановило обов'язкові вимоги до захисту очей та обличчя. Вони включають в себе забезпечення працівників ЗІЗ, які здатні обмежити вплив значного переліку несприятливих факторів, в тому числі й комплексу факторів пошкодження. Усі ЗІЗ надаються працівникам коштом роботодавця, вони також мають бути чітко маркованими. OSHA однозначно покладає на роботодавців відповідальність за надання відповідних засобів захисту очей та вимогу їхнього послідовного використання. Ця відповідальність включає проведення ретельних оцінок небезпек, надання всебічного навчання та забезпечення послідовного дотримання процедур безпеки [30–32].

Стандарт ANSI Z87.1. Стандарт ANSI Z87.1 є ключовим для засобів захисту очей та обличчя у США. Захисні пристрої для очей та обличчя повинні відповідати конкретним консенсусним стандартам, включаючи ANSI/ISEA Z87.1-2010, ANSI Z87.1-2003 або ANSI Z87.1-1989 (R-1998). Відповідні засоби захисту очей матимуть маркування Z87 на лінзі або оправі. Стандарт використовує спеціальні маркування для позначення рівня та типу захисту. Також, цей стандарт включає конкретні тестові випробування ЗІЗ при механічних впливах (падіння предметів з висоти на захисні окуляри, удари стандартними металевими кульками на швидкості з різної позиції та напрямку руху) [33].

Стандарти ISO (ISO 15189, ISO 45001). Міжнародна організація стандартизації (ISO) також має ряд стандартів, які стосуються захисту очей в рамках комплексної системи захисту для працівників лабораторій.

- ISO 15189:2022 Вимоги до медичних лабораторій. Цей стандарт спрямований на забезпечення якості та компетентності працівників у медичних лабораторіях, на загальному рівні.

- ISO 45001:2018 Системи менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці. Цей стандарт надає основу для проактивного зниження ризиків на робочому місці та створення більш безпечних умов праці. Він вимагає проведення оцінок ризиків на робочому місці, запровадження планів реагування на надзвичайні ситуації та забезпечення дотримання правил безпеки. Метою розробки цього стандарту було зниження кількості виробничих травм/захворювань і смертельних випадків [34, 35].

Стандарти Європейського Союзу EN (EN 166, 167, 168). Європейські стандарти, такі як EN 166, визначають вимоги до засобів індивідуального захисту очей від небезпек у різних середовищах. EN 166 встановлює загальні вимоги до матеріалів, довговічності та характеристик захисних окулярів, герметичних окулярів та лицевих щитків. Він охоплює захист від механічних впливів (випробування на удар сталеві кулькою), оптичні властивості (чіткість бачення, відсутність спотворень), а також довговічність оправ та лінз (стій-

кість до подряпин, хімічних речовин, запотівання). Стандарт визначає різні типи захисту: від ударів (символи S, F, B, A, T), від випромінювання (фільтри) та від хімічних речовин (стійкість до бризок). EN 167 описує методи оптичних випробувань, а EN 168 – неоптичні методи випробувань, включаючи механічну міцність, стійкість до крапель і бризок, займистість, поле зору, бічний захист, старіння та довговічність покриття лінз. Національний стандарт України ДСТУ EN 166:2017 (EN 166:2001, IDT) «Засоби індивідуального захисту очей» відповідає групі міжнародних стандартів EN 166 [36, 37].

Рекомендації CDC (США). Центр з контролю та профілактики захворювань (CDC) в США розробив більш чіткі рекомендації щодо захисту очей, особливо в контексті інфекційного контролю у біомедичних лабораторіях. CDC рекомендує захист очей для робіт та середовища, де працівники мають ризик зараження інфекційними патогенами через очі. Інфекційні агенти можуть потрапляти до очей через бризки, респіраторні краплі чи забруднені пальці. Саме рекомендації CDC є максимально точно розроблені та адаптовані до робіт, які виконуються в умовах мікробіологічних та біомедичних лабораторій; також вони містять найбільш вичерпний та диверсифікований перелік ЗІЗ для очей та обличчя [4].

Висновки. Отже, проблема захисту очей у працівників мікробіологічних та біомедичних лабораторій є багатогранною й такою, що потребує комплексного підходу та глибокого всебічного розуміння. Вищезначені лабораторні умови мають особливе поєднання біологічних, хімічних, фізичних, радіаційних та ергономічних факторів ризику, кожен з яких може призвести до серйозних та іноді незворотних ушкоджень ока. Особливої уваги в таких умовах заслуговують не тільки прямі загрози, а й непрямі ризики, такі як самозараження через забруднені руки, а внаслідок неадек-

ватної оцінки недооцінці ризиків, які несуть щоденні рутинні операційні процедури, здавалося б, незначними дозами небезпечних речовин та матеріалів. Ефективність захисту значною мірою залежить від правильності вибору та послідовного використання засобів індивідуального захисту (захисні окуляри з боковими щитками, герметичні захисні окуляри та лицеві. ЗІЗ для ока повинні відповідати затвердженним міжнародним стандартам (ANSI Z87.1, ISO, EN) та рекомендаціям ряду національних органів (OSHA, CDC). При цьому комфортність та правильна посадка ЗІЗ мають вирішальне значення для їх постійного використання. Принцип багаторівневого захисту, при якому різні типи ЗІЗ використовуються у поєднанні для створення комплексного бар'єра, є фундаментальним для мінімізації ризиків при виконанні багатьох видів робіт та процедур в умовах лабораторій. Сучасні ЗІЗ для ока продовжують удосконалюватися – триває розвиток передових матеріалів та покриттів, таких як полікарбонатні лінзи, антиконденсаційні та стійкі до подряпин, а також фільтри синього світла. Додатково створюються системи голосового, віддаленого та ШІ-управління такими ЗІЗ.

Перспективи подальших досліджень: Удосконалення засобів індивідуального захисту для очей є актуальною проблемою для науки, медицини та промисловості та перспективним напрямком для фундаментальних та прикладних досліджень.

Конфлікт інтересів. Мочалов Ю. О. та Кривонова М. В. є членами редакційної колегії журналу. Для забезпечення незалежності редакційного процесу рукопис розглядався редактором, який не мав конфлікту інтересів з авторами. Автори не брали участі у відборі рецензентів, процесі рецензування та прийнятті рішення щодо публікації статті. Рукопис пройшов стандартну процедуру подвійного сліпого рецензування.

REFERENCES

1. AlShammari W, Alhussain H, Rizk NM. Risk Management Assessments and Recommendations Among Students, Staffs, and Health Care Workers in Educational Biomedical Laboratories. *Risk Manag Healthc Policy*. 2021;14: 185-198. doi: 10.2147/RMHP.S278162.
2. Ribes R, Iannarelli P, Duarte RF. Laboratory Safety and Biohazards. *English for Biomedical Scientists*. 2009; 7:210–22. doi: 10.1007/978-3-540-77127-2_13.
3. Wang XL, Song J, Song QQ, Yu J, Luo XN, Wu GZ, Han J. Viral Contamination Source in Clinical Microbiology Laboratory. *Biomed Environ Sci*. 2016;29(8):609-611. doi: 10.3967/bes2016.082.
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and National Institutes of Health (NIH). *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL)*. 6th Edition. URL: https://www.cdc.gov/labs/pdf/SF_19_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf
5. Griffith GA, Jones NP. Eye injury and eye protection: a survey of the chemical industry. *Occup Med (Lond)*. 1994;44(1):37-40. doi: 10.1093/occmed/44.1.37.
6. Wijnands APG, de Lange DW, Rietjens SJ. Preventing occupational chemical eye injuries: important lessons from poison information centres. *Clin Toxicol (Phila)*. 2023;61(8):573-576. doi: 10.1080/15563650.2023.2250068.
7. Wang H, Feng D, He Y, Jin X, Fu S. Comprehensive interventions to reduce occupational hazards among medical staff in the pathology department of five primary hospitals. *BMC Public Health*. 2023;23(1):2136. doi: 10.1186/s12889-023-16948-2.
8. Jordi AS, Chávez Méndez MA. Factores asociados y tipos de lesiones oculares ocurridas en la práctica odontológica: revisión sistemática. *Rev Cient Odontol (Lima)*. 2023 Sep 26;11(3):e169. doi: 10.21142/2523-2754-1103-2023-169.
9. Lindström India. A guide to the best eye protection in labs. Lindström India. 2025. URL: <https://lindstromgroup.com/in/articles/ensuring-the-best-eye-protection-in-laboratory-a-guide/>
10. Mierczak K, Garus-Pakowska A. Attitudes and awareness of professionally active people on eye diseases prevention-a descriptive cross-sectional survey. *Front Public Health*. 2025 Jun 3;13:1553361. doi: 10.3389/fpubh.2025.1553361.
11. Lessons learned – USC Environmental Health & Safety. USC Environmental Health & Safety URL: <https://ehs.usc.edu/research/lab/lessons-learned/>

12. Kaufman JA. Require the Use of Appropriate Eye Protection at All Times in Labs and Areas where Chemicals are Transported. *Lab Manager*. 2008. URL: <https://www.labmanager.com/require-the-use-of-appropriate-eye-protection-at-all-times-in-labs-and-areas-where-chemicals-are-transported-20985>
13. Abatenh E, Gizaw B, Tsegaye Z. Contamination in a microbiological laboratory. *International Journal of Research Studies in Biosciences*. 2018;6(4). URL: <https://doi.org/10.20431/2349-0365.0604002>
14. Byrd JJ, Emmert E, Maxwell R, Townsend H. Guidelines for Biosafety in Teaching Laboratories Version 2.0: A revised and updated manual for 2019. *Journal of Microbiology and Biology Education*. 2019;20(3). <https://doi.org/10.1128/jmbe.v20i3.1975>
15. Wijnands APG, de Vries I, Carlier MP, de Lange DW, Rietjens SJ. Causal factors of work-related chemical eye injuries reported to the Dutch Poisons Information Center. *J Occup Environ Hyg*. 2023;20(8):315-321. doi: 10.1080/15459624.2023.2210183
16. Specialty Vision. Common worksite eye emergencies – Specialty vision. *Specialty Vision*. 2024. URL: <https://specialty.vision/article/common-worksite-eye-emergencies/>
17. Engineering controls for laboratory safety. URL: <https://blink.ucsd.edu/safety/research-lab/laboratory/engineering.html>
18. Ta J, Manade VV, Kotecha MR, Chodvadiya SA. Incidents of Occupational Ocular Injuries in Industrial Settings: Highlighting the Critical Significance of Protective Eye Gear. *Indian J Public Health*. 2024;68(1):140-142. doi: 10.4103/ijph.ijph_1379_23.
19. Environmental Health & Safety. Physical hazards – environmental health & safety. Environmental Health & Safety – George Mason University. 2021. URL: <https://ehs.gmu.edu/physical-hazards/>
20. Laboratory Ergonomics. University Health Services. 2024. URL: <https://uhs.berkeley.edu/facstaff/ergonomics/laboratory>
21. Henderson TJ. Laboratory Ergonomics [Internet]. *Lab Manager*. 2024. URL: <https://www.labmanager.com/laboratory-ergonomics-20312>
22. Tesfaye AH, Alemayehu M, Abere G, Mekonnen TH. Prevalence and Associated Factors of Computer Vision Syndrome Among Academic Staff in the University of Gondar, Northwest Ethiopia: An Institution-Based Cross-Sectional Study. *Environ Health Insights*. 2022;16:1178630222111865. doi: 10.1177/1178630222111865.
23. SafeVision. How safety eyewear has changed over time. SafeVision. 2025. URL: <https://safevision.com/blog/how-safety-eyewear-has-changed-over-time/>
24. Personal Protective Equipment – Overview | Occupational Safety and Health Administration. URL: <https://www.osha.gov/personal-protective-equipment>
25. Eye and Face Protection. Office of Environmental Health and Safety. URL: <https://ehs.princeton.edu/workplace-construction/workplace-safety/physical-safety/personal-protective-equipment-ppe/eye-and-face-protection>
26. Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS). Canada.ca. 2025. URL: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/occupational-health-safety/workplace-hazardous-materials-information-system.html>
27. Eye and Face Protection – Hazards and Solutions | Occupational Safety and Health Administration. URL: <https://www.osha.gov/eye-face-protection/hazards-solutions>
28. Sarkis R, Sarkis R. Lab goggles, safety glasses, face shields: a comparison. *Eclipse Optics*. 2024. URL: <https://eclipse23.com/blogs/lab-shield-laboratory-protective-eyewear/lab-goggles-safety-glasses-face-shields-a-comparison>
29. Anti fog safety Glasses | Eye Protection | 3M – US [Internet]. MMM-ext. URL: https://www.3m.com/3M/en_US/eye-protection-us/products/scotchgard-coating-eyewear/
30. Eye and Face Protection – Standards. Occupational Safety and Health Administration. URL: <https://www.osha.gov/eye-face-protection/standards>
31. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) standards for Eye and Face Protection (29 CFR 1910.133) and the Laboratory Standard (29 CFR 1910.1450). URL: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.133>
32. Friedman LS, Forst L, Shannon B, Abasilim C, Madigan D. Employer compliance with OSHA requirements for immediate reporting of severe injuries. *Occup Environ Med*. 2025;82(3):148-156. doi: 10.1136/oemed-2025-110074.
33. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Standard on Eye and Face Protection (29 CFR 1910.133) and American National Standards Institute (ANSI) Standard Z87.1. URL: <https://blog.ansi.org/ansi/ansi-isea-z87-1-2020-safety-glasses-eye-protection/>
34. General document “Medical laboratories – Requirements for quality and competence” (according to ISO 15189:2022). National Accreditation Agency of Ukraine. URL: https://naau.org.ua/userfiles/files/%D0%97%D0%94-08_01_42_%D1%80%D0%B5%D0%B4_01_ISO_15189_2022.pdf [in Ukrainian]
35. DSTU ISO 45001:2019 Occupational health and safety management systems. Requirements and guidance for application (ISO 45001:2018, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004 [in Ukrainian]
- Chan Z. Understanding EN 166: European Standards for Safety Glasses explained (2024 Guide). URL: <https://www.pel-eyewear.com/eyewear-testing-and-inspection-blog/understanding-en-166-european-standards-for-safety-glasses-explained-2024-guide>
- National Standard of Ukraine DSTU EN 166:2017 (EN 166:2001,IDT) “Personal eye protection. Technical characteristics”. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/tekst_dstu_en_166_2017_odyag_zakhisniy_zasobi_zakhistu_dlya_.pdf [in Ukrainian]

Дата першого надходження статті до видання: 05.08.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.08.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 09.10.2026