

ФАКУЛЬТЕТ ЛОГІСТИКИ  
КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

**Міжвузівська наукова конференція  
«Підсумкова науково-практична конференція здобувачів вищої  
освіти і молодих вчених»**

*28 травня 2025 року  
м. Харків*

Міжвузівська наукова конференція

«Підсумкова науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих вчених» / Збірник тез доповідей (м. Харків, 28 травня 2025 р.). – Харків. – 2025. – 91с.

**Організатори конференції:** кафедра фундаментальних дисциплін факультету логістики Національної академії Національної гвардії України (м. Харків).

**Організаційний комітет конференції:**

**Голова – Данченко Ю.М.,** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фундаментальних дисциплін факультету логістики Національна академія Національної гвардії України (+38066 322 47 45).

**Відповідальний секретар – Радіонова О.О.,** завідувач лабораторії кафедри фундаментальних дисциплін факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України.

**Члени організаційного комітету:**

**Данченко Ю.М.** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри фундаментальних дисциплін факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

**Душкін В.Д.** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фундаментальних дисциплін факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України;

**Радіонов Г.О.** – кандидат військових наук, полковник, начальник кафедри ракетно-артилерійського озброєння факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України.

**Адреса організаційного комітету:** 61001, м. Харків, майдан Захисників України, 3, Національна академія Національної гвардії України, кафедра фундаментальних дисциплін, науково-організаційний відділ.

**Телефон:** +38066-322-47-45.

**Електронна адреса:** k19ngu@ukr.net

Відповідальність за фактичні помилки, зміст і достовірність інформації та точність викладених фактів несуть автори.

© Національна академія Національної гвардії України, 2025

**Алейнікова А.І.**, доктор технічних наук, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова;

**Гулевський П.Ю.**, доктор філософії, КП «Харківводоканал»;

**Вороненко І.В.**, аспірант, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЛІКВІДАЦІЇ АВАРІЙНОЇ СИТУАЦІЇ ТУНЕЛЬНОГО КОЛЕКТОРА В М. ХАРКІВ**

Надійне функціонування каналізаційних мереж і споруд комунального господарства України є одним із пріоритетних завдань для експлуатаційних служб у контексті реформування сфери житлово-комунальних послуг. Аналіз експлуатаційних умов та статистика аварійності свідчать, що компоненти систем водовідведення часто виходять з ладу раніше від передбачених нормативами строків служби. Показники аварій на каналізаційних мережах в Україні у десять разів перевищують аналогічні дані по країнах Європи, що свідчить про низьку ефективність їх експлуатації та значні економічні втрати. Проведені дослідження вказують, що основною причиною 80–90% аварій є корозійне руйнування.

Улітку 2024 року сталася надзвичайна ситуація на ділянці тунельного колектора діаметром 1840 мм, збудованого із залізобетонних тюбінгів (рис. 1). Колектор розташований на глибині 13–15 метрів під поверхнею землі. Основною причиною руйнування стала біогазова корозія, що призвела до повного обвалу зводу конструкції.

Результати інженерного обстеження засвідчили критичне зменшення товщини конструктивних елементів: замість проєктної товщини в 360 мм фактична товщина тіла трубопроводу, тюбінгів і захисної рубашки становить лише 50 мм. Унаслідок обвалу зводу відбулося замулення колектора на 90% у напрямку вгору за течією, що значно ускладнило його експлуатацію та потребує негайних відновлювальних заходів.

Реконструкція передбачена на ділянці тунельного трубопроводу протяжністю 140 м.п. з будівництвом нової (додаткової) шахти в місці закінчення трубопроводу (глибина 14 м).

Перед початком реконструкції каналізаційного колектору у зв'язку з великим ступенем замулення виконуються роботи з його прочистки, передбачити «стартові» котловани для прочистки та санації.

Під час виконання робіт з реконструкції ділянки колектора передбачити перекачку стічних вод.

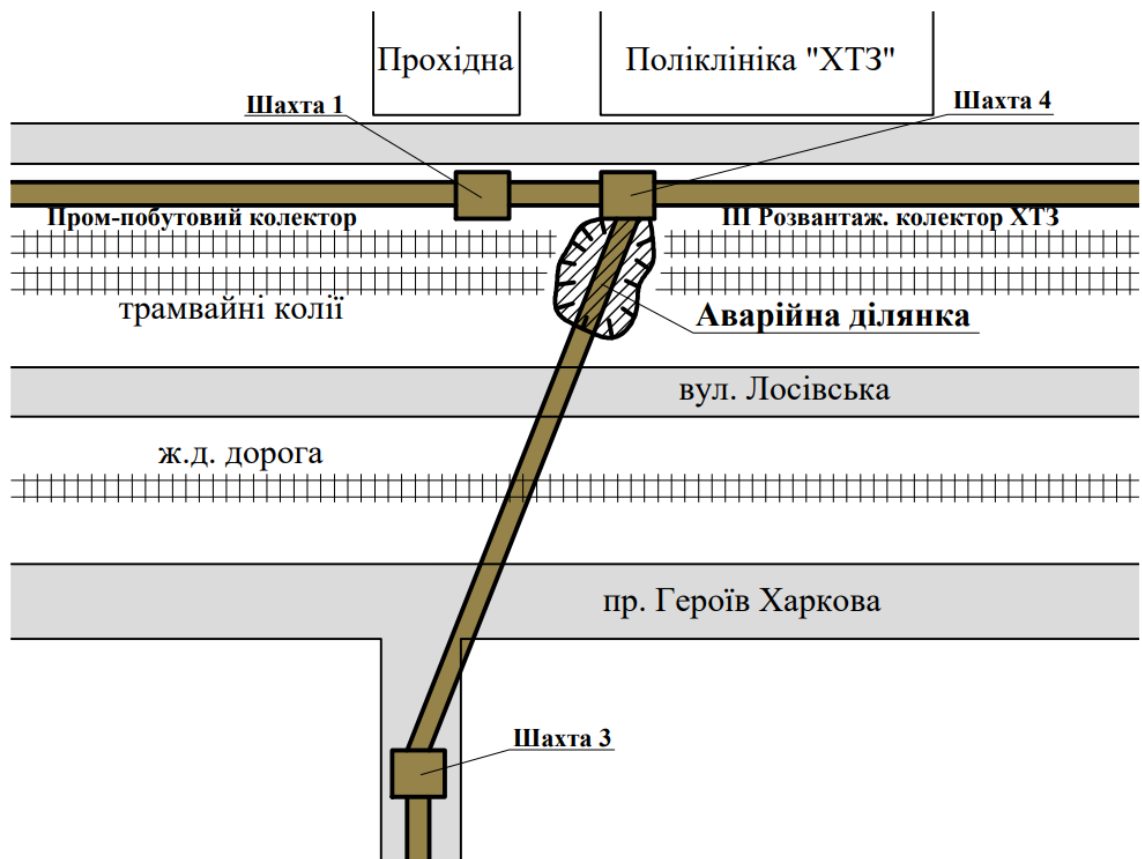


Рис. 1. Аварійна ситуація на ділянці тунельного колектора Ø1840, м. Харків

Для ліквідації аварійної ситуації та відновлення надійної роботи тунельного колектору запропоновано організаційно-технологічні рішення, що включають в себе наступне:

- розробка котловану першого рівня – з укосами;
- розробка котловану другого рівня – стіна з паль-труб (влаштування свердловин під палі, вільний спуск паль-труб в свердловини, розробка котловану, розробка берм котловану, доопрацювання дна котловану вручну, влаштування затяжки з дощок, монтаж та подальший демонтаж кронштейнів, двутавів, повздовжніх поясів, розкосів та розпірок);
- розламування бетонного склепіння колектора ручними гідромолотами;
- очищення лоткової частини колектора від бруду та відкладень вручну;
- укладання ПЕ труби типу SPIRO SN16  $D_{\text{вн}}=1500\text{мм}$  на з.б. лоток (ділянка від шахти 4 до нової камери);
- заповнення монтажного зазору цементно-піщаним розчином М150;
- будівництво нової шахти в місці закінчення реконструкції трубопроводу (влаштування монолітних конструкцій камери, монтаж драбин з перехідними майданчиками виготовлених з композитних матеріалів не схильних до корозії, антикорозійний захист залізобетонних конструкцій шляхом їх облицювання поліетиленовими листами)
- влаштування перехідної ділянки колектора (демонтаж ділянки існуючого з.б. колектора ( $l=8\text{м}$ ), укладання ПЕ труби типу SPIRO SN16  $D_{\text{вн}}=2600\text{мм}$  ( $l=1,5\text{м}$ ), укладання ПЕ труби SPIRO SN16  $D_{\text{вн}}=1500\text{мм}$  ( $l=2,6\text{м}$ ), герметизація торців міжтрубного простіру просмоленим дранттям, нагнітання цементно-піщаного розчину марки М150 у міжтрубний простір);
- зворотнє засипання котловану місцевим ґрунтов ескаватором з пошаровим ущільненням.

Розробленні організаційно-технологічні рішення дозволять ліквідувати аварійну ситуацію на ділянці каналізаційного тунелю та відновити його експлуатацію.

**Алексєєв Б.В.**, здобувач вищої освіти групи ІН8-9-21-Б1ПС(4.0з) спеціальності Психологія;

**Олійник В.В.**, кандидат педагогічних наук, доцент, Хмельницький інститут Міжрегіональної академії управління персоналом

### **ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ СТУДЕНТІВ-ПЕРШОКУРСНИКІВ ДО УМОВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПІДТРИМКИ**

Початок навчання у закладі вищої освіти для більшості молоді є не лише новим етапом освітнього шляху, а й важливим періодом життєвих змін. Студентство – це перехідний період між підлітковим і дорослим життям, який супроводжується серйозними психологічними викликами. Для першокурсників адаптація до нових умов навчання є складним процесом, що охоплює соціальні, емоційні, пізнавальні та поведінкові компоненти. Зміна соціального середовища, зростання навчального навантаження, нові вимоги до самостійності та відповідальності – усе це може викликати стрес і напруження, особливо в умовах недостатньої психологічної підготовки.

Психологічна адаптація першокурсника полягає у формуванні стійкого

стану рівноваги між особистістю студента та новими умовами освітнього середовища. На цьому етапі відбувається перебудова внутрішніх установок, звичок, стилів навчання, а також способів взаємодії з новими соціальними групами – викладачами, однокурсниками, адміністрацією. Однією з ключових складових цього процесу є емоційна стабільність, адже саме вона дозволяє зберігати мотивацію, долати труднощі й не втрачати віру у власні сили.

На думку учених, важливу роль у психологічній адаптації відіграє рівень саморегуляції, сформованість навчальної мотивації, здатність до планування та контролю власної діяльності. Часто першокурсники, які звикли до зовнішнього контролю з боку батьків чи вчителів, відчують розгубленість перед необхідністю самостійно приймати рішення щодо навчального процесу. Це може викликати тривожність, зниження самооцінки, втрату інтересу до навчання. Особливо вразливими є студенти, які переїхали з інших міст або не мають сформованої мережі соціальної підтримки [1].

Психологічний супровід на етапі адаптації має стати невід'ємною складовою освітнього процесу у закладах вищої освіти. Його завдання – не лише допомога у подоланні труднощів, а й створення умов для розвитку емоційної стійкості, саморефлексії, комунікативної компетентності. Ефективними формами такої підтримки є групові тренінги адаптації, індивідуальне психологічне консультування, менторські програми, зустрічі з куратором, а також введення курсів із розвитку «м'яких» навичок.

Не менш важливим є створення доброзичливого й підтримувального освітнього середовища, де студент відчуває себе прийнятим, цінним та почутим. Саме атмосфера поваги й довіри дозволяє першокурсникам відкриватися новому досвіду, формувати позитивну ідентичність і розвивати здатність до подальшої самореалізації.

Отже, адаптація студентів-першокурсників до умов вищої освіти є складним, але закономірним процесом, що вимагає уваги як з боку самої молодшої людини, так і з боку освітньої інституції. Психологічна підтримка в цей період – це інвестиція в майбутню академічну успішність, емоційне благополуччя та професійне становлення особистості. Формування системи комплексного супроводу адаптації першокурсників має стати пріоритетом сучасної вищої школи, яка прагне виховувати не лише фахівців, а й цілісних, психологічно зрілих людей.

Крім емоційної підтримки, важливе значення в адаптації студентів має розвиток навчальних стратегій, що відповідають вимогам вищої освіти. Часто студенти зіштовхуються з труднощами у плануванні часу, у виборі ефективних методів засвоєння інформації, в організації самостійної роботи. Перехід від шкільного до університетського стилю навчання потребує перебудови мислення: з пасивного засвоєння знань – до активного здобуття, аналізу та самостійного опрацювання матеріалу. Тут психологічна допомога може бути спрямована на розвиток метакогнітивних навичок, що дозволяють студентам усвідомлювати та контролювати власне навчання.

Варто також згадати про соціальну складову адаптації. Першокурсник часто переживає потребу в соціальному прийнятті, у формуванні нових дружніх і товариських зв'язків. Невдачі у цій сфері можуть спричинити відчуття самотності, ізоляваності, що негативно впливає як на емоційний стан, так і на

академічну мотивацію. Саме тому важливо створювати простори для неформального спілкування, групових проєктів, волонтерської чи позааудиторної діяльності, де студенти можуть відчувати приналежність до університетської спільноти.

Окремої уваги потребують студенти з вразливих категорій: ті, що мають інвалідність, психологічні труднощі, виховуються без батьків чи є внутрішньо переміщеними особами. Для них адаптація може бути ускладненою через додаткові життєві стресори, тож підтримка має бути індивідуалізованою, з урахуванням особливих потреб.

У сучасних умовах, коли рівень тривожності серед молоді зростає, актуальним стає і впровадження систем психоемоційного моніторингу студентів. Регулярне вивчення психологічного стану першокурсників, опитування про їхній добробут, задоволення навчанням, відчуття безпеки й підтримки – усе це дає змогу вчасно виявляти проблеми та оперативно реагувати на них.

Таким чином, ефективна адаптація першокурсників до навчання у вищій школі є результатом поєднання внутрішніх зусиль самого студента з добре організованою системою психологічного супроводу. Така система має бути гнучкою, багаторівневою і доступною для кожного, хто її потребує. Завдяки цілеспрямованій підтримці можна не лише полегшити процес адаптації, а й закласти міцний фундамент для подальшого особистісного й професійного зростання студента у стінах закладу вищої освіти.

Крім уже згаданих напрямів підтримки, важливою складовою адаптації першокурсників є формування стійкої академічної ідентичності – усвідомлення себе як повноправного учасника освітнього процесу, майбутнього фахівця, здатного приймати відповідальність за власний розвиток. Це передбачає не лише набуття знань, а й зміну способу мислення, прийняття нової соціальної ролі, активне включення у професійну спільноту. Саме тут важливою стає роль викладача як наставника: підтримуюча позиція, готовність до діалогу, вміння створити навчальне середовище, у якому студенти почуваються почутими, може суттєво вплинути на рівень мотивації й упевненості першокурсника [2].

Окрему роль у процесі адаптації відіграють кураторські програми та студентське самоврядування, у межах яких старші курси можуть передавати досвід новачкам, допомагати зорієнтуватися в організаційних, побутових та навчальних аспектах. Такі «горизонтальні» взаємодії створюють атмосферу довіри, взаємопідтримки й зменшують тривожність, пов'язану з новизною ситуації.

Важливо звертати увагу на психогігієнічні аспекти студентського життя – підтримку балансу між навчанням і відпочинком, фізичну активність, культуру сну, харчування, управління часом. Усе це впливає не лише на загальне самопочуття, а й на здатність до ефективного навчання та емоційної стабільності. Психологи можуть сприяти формуванню навичок турботи про себе, що є невіддільною частиною особистісного здоров'я.

Отже, адаптація першокурсників до умов вищої освіти – це складний, багатокомпонентний процес, що відбувається на межі індивідуального розвитку, освітнього середовища та соціальної взаємодії. Ефективна підтримка цього процесу потребує системного підходу з боку адміністрації, викладачів, психологічної служби та самої студентської спільноти. Чим більш цілісною та

індивідуалізованою буде ця підтримка, тим вищою буде ймовірність того, що молоді люди не лише успішно адаптуються до нового етапу життя, а й розкриють свій потенціал у повній мірі – академічно, соціально та особистісно.

Початковий період у закладі вищої освіти знаменує собою важливий етап у житті молодої людини, що пов'язаний із суттєвими змінами в соціальному статусі, способі життя, рівні відповідальності та характері навчальної діяльності. Перехід від шкільного до студентського середовища вимагає не лише адаптації до нових освітніх вимог, а й до нової системи взаємодії з оточенням, побутових умов, психологічної самостійності. Для багатьох першокурсників цей період супроводжується переживанням невпевненості, тривоги, внутрішнього напруження, що може негативно впливати як на навчання, так і на загальний стан психічного здоров'я.

Адаптація до вищої освіти є складним і багатовимірним процесом, що охоплює когнітивні, емоційні, соціальні та мотиваційні аспекти. Психологічні особливості цього процесу зумовлені індивідуальними відмінностями студентів, їхнім попереднім досвідом, рівнем готовності до самостійного навчання та соціальної взаємодії. Саме тому підтримка першокурсників у період адаптації набуває особливої актуальності. Застосування психологічного супроводу, створення безпечного освітнього середовища та розвиток внутрішніх ресурсів студентів є важливими чинниками їх успішної інтеграції у нове академічне середовище [3].

Адаптація студентів-першокурсників до умов вищої освіти є критично важливим етапом, що впливає на подальший навчальний шлях, психологічне благополуччя та особистісний розвиток молодої людини. Це складний і багаторівневий процес, що охоплює когнітивну перебудову, емоційне пристосування, соціальну інтеграцію та формування нової академічної ідентичності. Перші місяці навчання часто супроводжуються підвищеним рівнем тривожності, невизначеністю, проблемами самоорганізації, що потребує своєчасної та ефективної психологічної підтримки.

Таким чином, забезпечення психологічного комфорту і підтримки студентів у період адаптації – це гуманістичний обов'язок закладу вищої освіти, тому що впевнені, стабільні та мотивовані студенти – це основа якісного навчального процесу й сталого розвитку академічного середовища.

#### Список використаної літератури

1. Коваль І.С., Яремко Р.Я., Пасічник С.В. Психологічні особливості адаптації здобувачів вищої освіти до навчання в умовах воєнного стану. Наукові записки Львівського держ. університету безпеки життєдіяльності. Педагогіка і психологія. 2024. № 2 (4). С. 109–115.
2. Сабаш А.В. Психологічні особливості адаптації студентів-першокурсників до навчання в умовах війни : кваліфікаційна робота магістра : 053 Психологія / А.В. Сабаш; Хмельниц. нац. ун-т. – Хмельницький, 2022. – 62 с.
3. Урсуленко О.Б. Психологічні особливості адаптації першокурсників сільського походження до навчання в університеті. Соціально-психологічні технології розвитку особистості : Зб. наук. праць за матер. VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів (м. Херсон, 22 квітня 2021 р.) / ред. колегія: С.І. Бабатіна, В.В. Мойсеєнко, І.І. Чиньона та ін. Херсон : ФОП Вишемирський В.С., 2021. С. 413-416.

**Бернат О.В.**, магістрантка групи ІН8-8-23-М1ПС(2.0з) спеціальності Психологія;

**Олійник В.В.**, кандидат педагогічних наук, доцент, Хмельницький інститут Міжрегіональної академії управління персоналом

## **ФОРМУВАННЯ ЛІДЕРСЬКИХ ЯКОСТЕЙ У ПІДЛІТКІВ: ПСИХОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОСОБИСТІСНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ДЕТЕРМІНАНТ**

Сьогодення, що постійно змінюється та потребує нових підходів до вирішення соціальних, економічних і моральних питань, особлива увага приділяється формуванню лідерського потенціалу молоді. Підлітковий вік є критичним періодом особистісного становлення, коли закладаються основи світогляду, формується система цінностей, розвиваються соціальні навички та визначається стиль взаємодії з оточенням. Саме в цей період у молодій людині з'являється потреба в самоствердженні, визнанні та впливі на соціальне середовище – тобто ті передумови, які є фундаментальними для розвитку лідерських якостей.

Проблема формування лідерства у підлітковому віці привертає увагу психологів, педагогів, соціологів, оскільки лідерські якості не лише сприяють успішній самореалізації індивіда, а й є запорукою розвитку суспільства. Лідерство в сучасному розумінні – це не тільки здатність організовувати інших і досягати цілей, а й уміння взаємодіяти, надихати, відповідати за власні дії й мотивувати до позитивних змін. Саме тому важливо дослідити, які особистісні та соціальні чинники впливають на становлення лідерських якостей у підлітків, як можна їх виявляти й розвивати в освітньому та соціальному середовищі.

Зауважимо, що підлітковий вік – це критичний етап становлення особистості, коли відбувається активне самопізнання, пошук власного «Я» та визначення соціальної ролі. У цей період спостерігається зростання інтересу до питань самореалізації, визнання серед однолітків і прагнення до впливу. Саме тому формування лідерських якостей у підлітків є не лише актуальним, а й надзвичайно важливим напрямом психологічного аналізу та соціально-педагогічного впливу.

Лідерські якості не є вродженими, вони формуються під впливом комплексу детермінант – особистісних і соціальних. До особистісних чинників належать риси характеру, темперамент, рівень самооцінки, емоційна стабільність, комунікативні здібності, мотивація до досягнень та відповідальність. Наприклад, впевненість у собі, здатність до емпатії, вміння слухати і переконувати сприяють ефективному міжособистісному впливу, що є ядром лідерства. Також важливу роль відіграє емоційний інтелект, який допомагає підліткам адекватно реагувати на соціальні ситуації та встановлювати здорові відносини з оточенням.

Соціальні детермінанти включають вплив сім'ї, школи, групи однолітків, медіа та культурного контексту. Родинне середовище, в якому дитина зростає, значною мірою визначає стиль спілкування, моделі поведінки та віру в власні сили. Якщо батьки заохочують ініціативність, самостійність і відповідальність, це сприяє розвитку лідерських установок. Школа як соціальний інститут

виступає майданчиком для реалізації та закріплення лідерських функцій через участь у проєктах, самоврядуванні, позакласній діяльності. Важливою є роль групи однолітків, де підліток здобуває перший досвід соціального впливу, вчиться домовлятися, переконувати, вести за собою [1].

Варто також враховувати сучасні виклики та вплив цифрового середовища, у якому підлітки формують свої соціальні зв'язки. Соціальні мережі створюють нові платформи для лідерства, зокрема інформаційного, де важливими стають креативність, медіаграмотність і здатність до самопрезентації. Однак цей вплив може мати як позитивні, так і ризиковані наслідки, оскільки віртуальне лідерство не завжди ґрунтується на реальних моральних чи інтелектуальних якостях.

Отже, формування лідерських якостей у підлітковому віці – це складний, багатогранний процес, у якому переплітаються внутрішні ресурси особистості та соціальні впливи. Завдання психологів, педагогів і батьків полягає в тому, щоб своєчасно виявити лідерський потенціал дитини, створити умови для його розвитку, не нав'язуючи шаблонів, а підтримуючи індивідуальність. Тільки за таких умов ми можемо виховати не просто лідера, а зрілу, відповідальну особистість, здатну змінювати світ на краще.

У контексті сучасної освіти важливо формувати в підлітків не лише класичні риси лідера – такі як рішучість, організаторські здібності чи впевненість, – а й розвивати гуманістичний стиль лідерства, заснований на співпраці, взаємоповазі та етичних цінностях. Це особливо актуально в період нестабільності, коли лідер має бути не просто керівником, а натхненником, фасилітатором позитивних змін і носієм ціннісних орієнтирів.

Психологічні дослідження учених свідчать, що підтримка дорослих – вчителів, психологів, наставників – є критично важливою у процесі становлення підлітка-лідера. Формування позитивного образу себе, розвиток навичок рефлексії та критичного мислення, навчання конструктивній комунікації й командній роботі – усе це може бути реалізовано через спеціальні тренінги, ігрові методики, участь у шкільних організаціях, соціальних проєктах. Варто також пам'ятати про роль арттерапевтичних та коучингових підходів, які дозволяють м'яко й ефективно розкривати потенціал дитини [2].

Особливу увагу необхідно приділяти індивідуальним відмінностям. Не кожен підліток готовий бути лідером у традиційному розумінні цього слова, однак багато хто має потенціал для лідерства у вузьких сферах – інтелектуального, творчого, духовного, екологічного. Тому варто уникати стереотипів і розширювати розуміння самого феномена лідерства, включаючи до нього різні типи й стилі.

Отже, слід підкреслити, що формування лідерських якостей – це не просто підготовка до майбутніх професійних чи соціальних ролей. Це – важлива складова гармонійного розвитку особистості, що допомагає підлітку краще зрозуміти себе, навчитись приймати рішення, нести відповідальність і діяти в інтересах спільноти. Від того, наскільки успішно буде реалізовано цей процес, залежить не лише майбутнє конкретної дитини, а й якість соціального капіталу суспільства загалом.

Таким чином, лідерство – це не лише мета, а шлях. І чим глибше психологи, педагоги, батьки розуміють природу цього процесу, тим більше

шансів допомогти підлітку розкрити свій внутрішній потенціал – не шляхом тиску, а шляхом підтримки, довіри та розвитку.

Варто зазначити, що в умовах сучасного українського суспільства, яке перебуває у стані трансформації та викликів, зокрема через соціальні й політичні потрясіння, питання формування зрілих, відповідальних лідерів набуває особливої ваги. Підлітки – це майбутні активні громадяни, здатні приймати рішення, об'єднувати інших навколо ідей, впроваджувати зміни на різних рівнях – від шкільного колективу до державних інституцій. Тому раннє виявлення лідерського потенціалу та створення відповідного освітнього середовища – це не лише індивідуальне завдання, а соціальна потреба [3].

Особливу роль у цьому процесі відіграє розвиток громадянської свідомості, залучення підлітків до соціально значущої діяльності, волонтерських ініціатив, молодіжного самоврядування. Саме в таких умовах формуються навички командної роботи, стратегічного мислення, відповідальності за спільний результат. Крім того, підлітки вчаться не лише вести за собою, а й служити іншим – а це одна з ознак справжнього, зрілого лідерства.

Не можна ігнорувати й важливість психологічної підтримки в період становлення лідерських якостей. Підлітки часто стикаються із внутрішніми конфліктами, сумнівами, страхом бути неприйнятими. У цьому контексті ключову роль відіграє дорослий – як стабільна фігура підтримки, що вміє бачити у складній поведінці – потребу у визнанні, а у конфлікті – спробу самоствердження. Емпатичне ставлення, конструктивна взаємодія, діалог – це ті інструменти, які допомагають підлітку почуватися почутим і значущим.

Таким чином, формування лідерських якостей у підлітковому віці – це не лише процес розвитку окремих особистісних характеристик, а складна система взаємодії між внутрішніми ресурсами дитини та зовнішнім соціальним середовищем. Вона вимагає комплексного підходу, міждисциплінарної співпраці фахівців, а також готовності суспільства вкладати у розвиток молодого покоління не декларативно, а системно. Адже саме підлітки – ті, хто у найближчому майбутньому формуватиме моральне, культурне та лідерське обличчя нашої країни.

Формування лідерських якостей у підлітковому віці є складним, багатограним процесом, що залежить як від індивідуально-психологічних особливостей особистості, так і від соціального середовища, у якому вона зростає. Самооцінка, рівень мотивації, емоційна зрілість, комунікативні здібності – усе це становить психологічну основу лідерства. Водночас значний вплив мають умови виховання, стиль спілкування в родині, позиція педагогів, наявність можливостей для самореалізації та підтримка з боку однолітків.

Успішний розвиток лідерських якостей передбачає створення таких умов, де підліток зможе не лише розкрити свій потенціал, а й навчитися нести відповідальність за себе та інших, діяти в інтересах спільноти, дотримуючись моральних та етичних принципів. Саме тому важливо, щоб освітнє середовище було не тільки навчальним, а й виховним простором, що заохочує ініціативу, партнерство, рефлексію та критичне мислення.

Таким чином, лідерство в підлітковому віці – це не результат випадковості, а наслідок цілеспрямованої роботи, підтримки та віри у потенціал молодої особистості. Вкладаючи у формування лідерських якостей підлітків сьогодні, ми закладаємо основу для створення відповідального, ініціативного та

сильного громадянського суспільства завтра.

#### Список використаної літератури

1. Єрмак Т.М. Формування лідерських навичок учнів як соціальна й педагогічна проблема. Інноваційна педагогіка. 2020. Вип. 21. Т. 1. С. 221–225.
2. Литвиненко О.О. Становлення особистості підлітка (онтогенетичний і дизонтогенетичний аспект) : монографія / О.О. Литвиненко. Х. : «В ДЕЛЕ», 2021. 351 с.
3. Павлюк О.Д. Психологічні умови розвитку лідерських якостей учнів ПТНЗ. Автореф. дис. докт. філософії за спец. 053 Психологія. ДЗВО «Університет менеджменту освіти», Київ, 2021. 22 с.

**Бондаренко А.С.**, здобувачка вищої освіти групи ІН8-9-21-Б1ПС(4.0з) спеціальності Психологія;

**Олійник В.В.**, кандидат педагогічних наук, доцент, Хмельницький інститут Міжрегіональної академії управління персоналом

### **РОЗВИТОК ЕМОЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ОСОБИСТОСТІ ЯК ЧИННИК ПСИХОЛОГІЧНОГО ВИЖИВАННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ**

Війна – це не лише фізичне протистояння, а й складне психологічне випробування, яке ставить перед особистістю надзвичайні виклики. В умовах постійної загрози, втрат і нестабільності здатність зберігати внутрішню рівновагу стає визначальним чинником виживання і подальшого розвитку. Психологічна стійкість допомагає не лише протистояти негативним емоціям, а й адаптуватися до нових реалій, зберігаючи мотивацію й активність. Розуміння механізмів формування емоційної стійкості у воєнний час є ключовим завданням сучасної психології, оскільки це відкриває шляхи для ефективної підтримки та реабілітації постраждалих. У цьому контексті дослідження розвитку емоційної стійкості особистості виступає не лише науковим інтересом, а й практичною необхідністю для забезпечення психологічного благополуччя в кризових ситуаціях.

На думку вчених, війна – це екстремальний соціальний і психологічний стан, що радикально змінює звичне життя людини. У таких обставинах виникає гостра потреба в адаптації до нових реалій, де щоденні виклики супроводжуються невизначеністю, втратою безпеки, фізичними й емоційними втратами. Саме в таких кризових умовах емоційна стійкість постає як базова здатність особистості зберігати внутрішню рівновагу, приймати ефективні рішення, не втрачати самоконтроль та знаходити сили діяти попри страх, втому чи біль [1].

Емоційна стійкість – це не вроджена якість, а динамічна система внутрішніх ресурсів, яка розвивається протягом життя, особливо в умовах високого стресу. Вона включає здатність розпізнавати й приймати власні емоції, контролювати імпульсивні реакції, зберігати позитивне мислення, підтримувати самооцінку та формувати продуктивні стратегії подолання труднощів. У ситуаціях, коли зовнішній світ здається ворожим і непередбачуваним, саме ці навички дозволяють людині залишатися функціональною, підтримувати стосунки, забезпечувати безпеку собі та близьким.

Особливу роль у розвитку емоційної стійкості відіграє здатність до саморефлексії – усвідомлення власного стану, переживань, потреб. Усвідомленість допомагає не придушувати емоції, а проживати їх конструктивно, не дозволяючи їм руйнувати психіку. В умовах війни важливо вміти визнавати свої страхи, печаль чи гнів, не відчуваючи провини чи сорому, що значною мірою знижує рівень психологічної вразливості.

Суттєвим джерелом підтримки виступає соціальне оточення. Зв'язки з іншими людьми – родиною, друзями, побратимами, сусідами – посилюють відчуття приналежності та підтримки, що зміцнює внутрішні ресурси. Колективне подолання кризи формує солідарність, емпатію та зміцнює довіру, які є протиположними до ізоляції й деструктивному впливу хронічного стресу.

Важливим є розвиток когнітивних стратегій, зокрема – здатності переосмислювати події, бачити сенс навіть у втраті чи випробуванні. Саме здатність знаходити значення у власному досвіді – ключ до посттравматичного зростання, коли особистість не просто відновлюється після пережитого, а виходить із кризи внутрішньо сильнішою. Це може проявлятися в нових життєвих цінностях, прагненні допомагати іншим, більш глибокому розумінні власного «я».

Розвиток емоційної стійкості в умовах війни – це також шлях до збереження людяності. Адже в ситуаціях, коли руйнується звичний соціальний порядок, особистість із сформованою внутрішньою опорою здатна діяти відповідально, етично, зберігаючи гідність навіть тоді, коли світ навколо втрачає моральні орієнтири. Така особистість не лише виживає, а й підтримує інших, стаючи джерелом надії й віри у відновлення [2].

Таким чином, емоційна стійкість – це не просто психологічна якість, а стратегічний ресурс, що забезпечує здатність особистості жити й діяти в умовах надзвичайних загроз. Її розвиток – це необхідність для кожної людини, яка стикається з викликами війни. Підтримка цього процесу – завдання як психологів, так і суспільства в цілому, адже сильна особистість – це фундамент сильного народу.

У контексті збройного конфлікту важливо враховувати й ті чинники, які можуть як посилювати, так і послаблювати емоційну стійкість особистості. Зокрема, значний вплив мають попередній життєвий досвід, тип темпераменту, рівень життєвої зрілості, наявність або відсутність травм у минулому, культурні установки та релігійні переконання. Люди з досвідом подолання складних життєвих ситуацій часто демонструють більшу внутрішню стабільність, тоді як особи, які не мали змоги розвинути механізми адаптації до стресу, опиняються в зоні високого ризику психічних розладів.

Окрему увагу заслуговує вплив інформаційного середовища. У часи війни інформаційна навантаженість, дезінформація, новинний стрес і візуалізація насильства у медіа можуть спричинити додаткову емоційну вразливість. Тому важливим є розвиток інформаційної гігієни – здатності дозувати й критично сприймати потік новин, а також вибудовувати психологічну дистанцію до травмувального контенту. Це своєрідна ментальна самозахист, що дозволяє зберігати внутрішній ресурс.

Практики тілесно-орієнтованого підходу, дихальні техніки, методи саморегуляції (наприклад, майндфулнес, арттерапія, візуалізація безпечного

простору) сприяють зниженню рівня тривоги, заземленню та відновленню зв'язку з тілом. Це особливо важливо, коли людина перебуває в стані емоційного відчуження або має симптоми гострої стресової реакції.

З точки зору психологічної підтримки, ефективними є не лише індивідуальні втручання, а й групові формати – терапевтичні спільноти, волонтерські ініціативи, групи взаємопідтримки. Вони створюють простір для спільного опрацювання досвіду, де індивід не відчувається самотнім у своїх переживаннях. Така форма взаємодії активізує колективні ресурси, що є надзвичайно цінними в умовах загального психоемоційного напруження.

Вагомим є розуміння того, що емоційна стійкість не означає відсутності страху чи болю – навпаки, це здатність функціонувати попри їхню наявність, приймати складні переживання, не втрачаючи контакту з власними цінностями. Це процес, який може бути нестабільним, але водночас відкритим до зростання, навчання й внутрішньої трансформації.

Отже, розвиток емоційної стійкості – це стратегія, що поєднує особистісну роботу, соціальну підтримку та психоедукацію. У період воєнних дій ця здатність набуває особливого значення: вона стає інструментом збереження людської гідності, життя й надії на майбутнє навіть у найтемніші часи.

Крім уже згаданих аспектів, варто звернути увагу на роль мети і смислу життя як каталізаторів емоційної стійкості в умовах війни. Смиоложиттєві орієнтації дозволяють особистості триматися за внутрішню вісь навіть тоді, коли навколо панує хаос. Людина, яка усвідомлює, заради чого вона живе, кого хоче захистити, якою бачить свою роль у подіях, має вищу здатність зберігати моральну, емоційну та поведінкову цілісність. Навіть короткострокові, але чітко визначені цілі (наприклад, допомогти родині, підтримати побратима, вивести когось із небезпеки) мобілізують внутрішні сили та формують стійке переживання контролю над власним життям.

Варто також наголосити, що в умовах війни емоційна стійкість нерідко проявляється не лише через витримку чи витривалість, а й через гнучкість. Це здатність адаптуватися до постійних змін, переосмислювати ситуацію, відмовлятися від жорстких сценаріїв поведінки та виробляти нові моделі дій. Психологічна гнучкість допомагає уникнути застрягання в ролі жертви, активізувати конструктивні відповіді на травматичні виклики та шукати нові можливості навіть у руйнівних обставинах.

Суттєвою рисою емоційно стійкої особистості в екстремальних умовах є розвиток відповідальності – перед собою, близькими, громадою чи державою. Саме усвідомлення своєї участі у спільному досвіді, розуміння, що дії кожної людини мають значення, додає внутрішньої сили. Відповідальність не пригнічує – вона структурує, дозволяючи зосередитися на тому, що піддається впливу навіть тоді, коли обставини здаються безконтрольними.

Учені виокремлюють інший значимий компонент – це здатність до емоційного співпереживання без знецінення власних почуттів. Емпатія, підтримка інших і взаємне піклування в умовах війни не лише допомагають тим, хто потребує допомоги, а й зміцнюють самого того, хто допомагає. Таким чином формується коло психологічної взаємодії, у якому страждання не ізолює, а з'єднує, не паралізує, а підштовхує до дії [3].

Підсумовуючи, можна сказати, що емоційна стійкість у період війни – це

багатовимірне явище, яке поєднує внутрішню організованість, здатність до змін, підтримку смислу, відкритість до взаємодії та активну життєву позицію. Її формування не відбувається одномоментно – це результат щоденної внутрішньої роботи, соціального діалогу, культурного контексту та практик психологічної допомоги. Саме завдяки розвитку цієї якості індивід не лише здатен пережити воєнне лихо, а й зберегти гідність, цінності та внутрішню свободу – те, що складає сутність людяності навіть у складних умовах.

Розвиток емоційної стійкості є невід’ємною складовою психологічного виживання в умовах війни. Ця здатність дозволяє особистості зберігати внутрішній баланс, знаходити ресурси для подолання стресових ситуацій і підтримувати активну життєву позицію попри постійні загрози та втрати. Емоційна стійкість формується під впливом багатьох внутрішніх і зовнішніх факторів, включаючи особистісні ресурси, соціальну підтримку, смислові орієнтири та адаптивні стратегії поведінки. Усвідомлення ролі цих механізмів допомагає розробляти ефективні програми психологічної допомоги, спрямовані на зміцнення внутрішніх сил людини. В умовах сучасних викликів розвиток емоційної стійкості стає не лише шляхом до подолання криз, а й основою для відновлення, збереження гідності та побудови майбутнього.

Список використаної літератури

1. Проблеми психічного здоров’я у часі війни: Зб. наук. пр. [за матер. Регіональної студентсько-викладацької наук.-практ. інтернет-конференції] / Ред. колегія: К. Гавриловська, І. Загурська, Г. Пирог, Ю. Дем’янчук / Житомир, Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2025. 143 с.
2. Степаненко Л.В. Емоційні властивості в системі копінг-ресурсів особистості. Габітус. 2021. Вип. 21. С. 92–96.
3. Шпак М.М. Стресостійкість особистості в дискурсі сучасних психологічних досліджень. Габітус. Психологія особистості, 2022. №39. С. 199-203.

**Боголюбов Е.В.**, кураснт 323 навчальної групи факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, солдат;

**Сидоренко І.І.**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фундаментальних дисциплін факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України

## **ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ КОНФЛІКТУ ГОТТМАНА-МЮРРЕЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ**

Конфлікт є рушійною силою розвитку суспільства, оскільки він не тільки є індикатором наявності проблем, але він ще й надає суспільству потужний поштовх до їх вирішення [1]. В основу будь-якого соціального конфлікту покладене протиріччя між суперечними сторонами – між окремими індивідами або різними соціальними групами. І хоча більш масштабні соціальні конфлікти здаються більш цікавими для дослідження, джерелом конфлікту все ж таки була і залишається людина. Тому важливим об’єктом розгляду варто вважати саме конфлікт між двома людьми, бо він лежить в основі всієї теорії конфліктів [2]. В такому разі цікавою представляється модель Готтмана-Мюррея, яка

допомагає розібратися у конфлікті двох партнерів.

Дана модель дозволяє розробити прийоми ефективного розв'язання міжособових суперечок, знайти стратегії, за допомогою яких досягалося б стійке «перемир'я» і при цьому кожна сторона не підкорялася іншій, а навпаки, змогла б зберегти свою індивідуальність, залишаючись повноцінним гравцем.

Оскільки поняття конфлікту є загальним, то було зроблене припущення, що модель конфлікту між двома особами на мікрорівні може бути перенесена на макрорівень, коли протистояння виникає між двома політичними суб'єктами. В дослідженні було виявлено, що рівняння, описані Готтманом та Мюрреєм досить точно описують процес розвитку конфлікту, що відбувається між двома державами під час гонки озброєнь. Таким прикладом в історії стала Карибська криза. Виявлено, що процес втягування партнерів у порочне коло негативу і балансування на межі розлучення є математично еквівалентним сповзанню у війну між країнами. Як і в моделі конфлікту ядерних держав, найголовніше в рівняннях Готтмана і Мюррея – фактор впливу: в даному випадку впливу, який сторони конфлікту мають один на одного.

Цікавим у моделі є те, що в ній врахована асиметрія стосовно реакції ображеної сторони на позитивні дії до перемир'я з боку сторони, що почала конфлікт [3]. Математично така асиметрія означає, що повернутися з нижчої точки графіка  $A(T_{2-}; -a)$  з від'ємним значенням функції впливу призвідника конфлікту на постраждалу сторону  $IHM(H_t) = -a$  («тільки війна до перемоги») на точку  $B(T_{3+}; 0)$  з нульовим значенням функції  $IHM(H_t) = 0$  («почати все спочатку») набагато важче, ніж з позитивної частини графіку переміститися у її негативну (Рисунок 1).

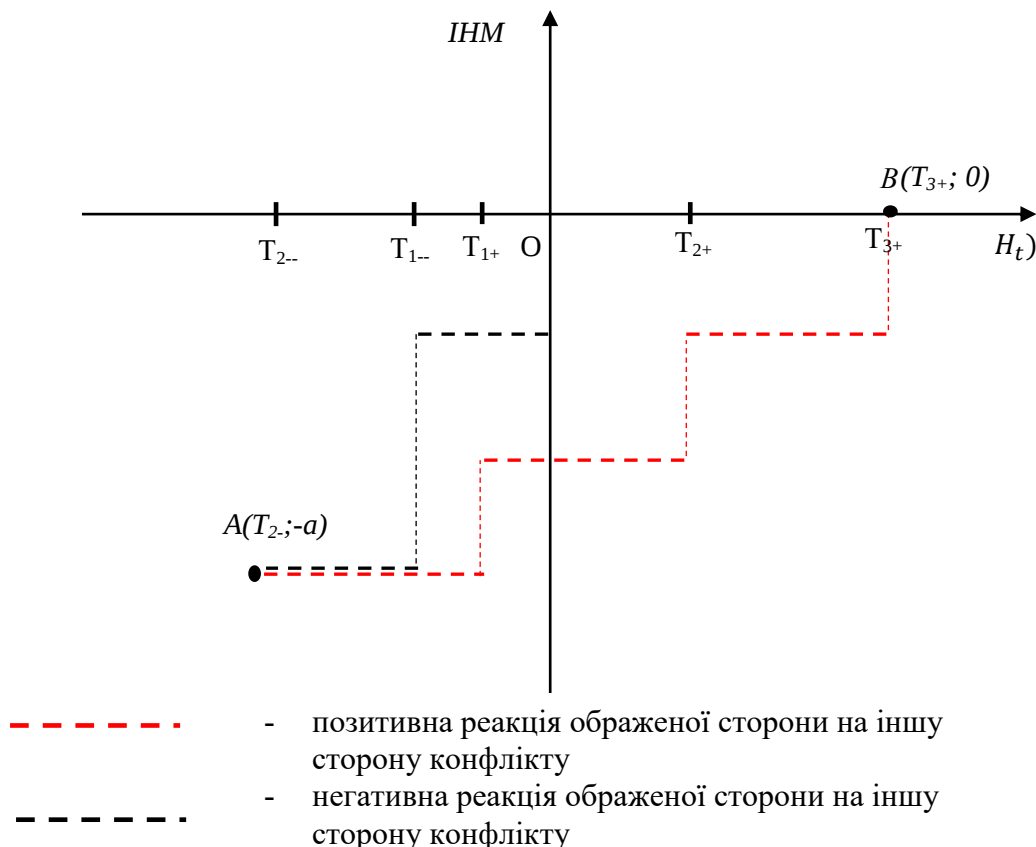


Рис. 1. Композиція графіків позитивних і негативних реакцій ображеної сторони на сторону, що почала конфлікт

Підсумкова науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих вчених  
28 травня 2025 року, м. Харків

З рисунку 1 видно, що на два стрибки вниз (дві агресивні дії з боку призвідника конфлікту – агресора) потрібно зробити три стрибки догори (три дружніх кроки з боку агресора) щоб лише вийти на рівень нейтральної реакції постраждалої сторони конфлікту. Така динаміка функції сили впливу дій агресора  $INM(H_t)$  на обурену сторону показує чому іноді партнерам краще розірвати відносини, ніж почати все спочатку і спробувати загасити конфлікт. Логіка моделі показує, що коли конфлікт застарілий (тобто функція  $INM(H_t)$  стабільно не зростає), а число стрибків донизу  $\{T_{1-}; T_{2-}; T_{3-} \dots; T_{n-}\}$  постійно збільшується, то на нейтралізацію конфлікту та доведення відносин до позитивного плато призвіднику конфлікту знадобиться зробити занадто багато позитивних кроків та стрибків позитиву  $T_{m+}$ ,  $m \gg n$ , що іноді не варто з точки зору витрат.

Можливо було б припустити, що чим більше «поріг негативу» (тобто чим лівіше точка  $T_{n-}$  розташована на горизонтальній осі), тим краще. Тобто партнери надають один одному можливість бути самими собою і починають неприємну розмову, тільки коли терпіння одного з них закінчується. Проте аналіз графіку свідчить всупереч думки про те, що основа добрих відносин між партнерами – це компроміс і готовність стати на точку зору один одного.

Навпаки, графіки показують: чим менше абсолютна величина порогу негативу  $T_{n-}$ , тим легше погасити конфлікт. Готтман та Мюррей довели, що для довготривалих партнерських відносин характерні дуже малі абсолютні значення порогу негативу  $T_{n-}$ . Партнери в таких союзах дозволяють один одному відразу висловлювати невдоволення з будь-якого приводу, після чого вони спільно працюють над тим, щоб вирішити виникаючі між ними розбіжності – навіть найменші. Такі партнери не тримають свої невдоволення, і тому ситуації, коли з однієї негативної реакції розгорається необернений конфлікт, тут неможливі. Враховуючи універсальність конфліктів між двома воюючими сторонами, означений підхід може бути творчо застосований для недопущення військового конфлікту між державами.

Слід наприкінці зазначити, що модель розглянута лише відносно постраждалої сторони конфлікту. Аналогічний аналіз можливо зробити й для іншої сторони – тієї, що почала конфлікт. Сама модель може бути значно доповнена та ускладнена і потребує подальшого дослідження.

#### Список використаної літератури

1. Балтаджи П.М., Суханова Д.С. Соціальний конфлікт в контексті нової реальності. Південноукраїнський правничий часопис. Правова система: теорія і практика. 2021. №4. С. 79 – 81.
2. Боднар В., Андрущенко В. та ін. Концепція конфліктної моделі суспільства Р. Дарендорфа. Науковий збірник Ужгородського університету. Серія: Політологія, Соціологія, Філософія. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла». 2008. № 9. С. 10 – 15.
3. John M. Gottmann, James D. Murrey, Catherine C. Swanson, Rebecca Tyson. The Mathematics of Marriage [https://www.researchgate.net/publication/232424148\\_The\\_Mathematics\\_of\\_Marriage\\_Dynamic\\_Nonlinear\\_Models](https://www.researchgate.net/publication/232424148_The_Mathematics_of_Marriage_Dynamic_Nonlinear_Models) (дата звернення 14.04.2025).

**Дубовіков І.О.**, курсант 234 групи командно-штабного факультету, Національна академія Національної гвардії України, солдат;

**Кобзар В.Е.**, курсант 274 групи командно-штабного факультету, Національна академія Національної гвардії України, молодший сержант;

**Душкін В.Д.**, доцент кафедри фундаментальних дисциплін факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, кандидат фізико-математичних наук, доцент

## **ПЕРЕВІРКА СТЕПЕНЯ УЗГОДЖЕНОСТІ ДУМОК ОПИТУВАНИХ МЕТОДАМИ КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ**

Метою проведеного дослідження була перевірка узгодженості думок опитуваних у різних підгрупах визначення степеня важливості різних джерел інформації для здобувачів освіти при самостійному вивченні певних питань дисципліни. У якості вихідних даних були наведені рангові оцінки джерел інформації, які було отримано методом парних порівнянь [1] у результаті обробки анкет опитуваних.

Для перевірки степеня збігу думок експертів була проведено попарне порівняння рангів за допомогою коефіцієнта кореляції Спірмена (Spearman's rank correlation coefficient) [2]-[3].

За відсутності однакових рангів величин цей коефіцієнт розраховується за формулою

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

де величини  $d_i$  - різниці між рангами відповідних рівнів досліджуваних змінних. За наявності однакових рангів коефіцієнт кореляції Спірмена обчислюється за формулою

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot (\sum_{i=1}^n d_i^2 + T_a + T_b)}{n(n^2 - 1)},$$

$$T_a = \sum_{i=1}^{k_a} \frac{a_i^3 - a_i}{12} \quad T_b = \sum_{i=1}^{k_b} \frac{b_i^3 - b_i}{12}$$

де  $a_i$  – обсяг  $i$ -тої групи однакових рангів у першому ранговому ряду  $X$ ;

$k_a$  - кількість груп однакових рангів у першому ранговому ряду  $X$

$b_i$  – обсяг  $i$ -тої групи однакових рангів у другому ранговому ряду  $Y$ ;  $k_b$  - кількість груп однакових рангів у другому ранговому ряду  $Y$ .

Враховуючи те, що формула для обчислення коефіцієнта кореляції Спірмена є спрощеним виразом формули для обчислення коефіцієнту кореляції Пірсона у випадку ранжованих даних, для її знаходження було використано можна використати функцію Excel КОРРЕЛ.

За допомогою Excel були складені матриці парних кореляцій оцінок рангів у різних підгрупах. На основі цих даних було зроблено висновок, що за шкалою Чеддока зв'язок є сильним у підгрупах з високим рівнем знань курсантів а у підгрупах курсантів зі слабким рівнем знань він є помітним.

Для перевірки статистичної значущості коефіцієнтів Спірмена,

використовувалась  $t$  статистика. При виконанні певних умов величина, яка дорівнює результату ділення вибіркового коефіцієнта кореляції Пірсона на стандартну похибку, відповідає  $t$ -розподілу Стюдента з  $n - 2$  ступенями вільності. Тому перевірка статистичної значущості коефіцієнта кореляції Пірсона здійснюється за допомогою  $t$  статистики, що розраховувалась за формулою [3].

$$t = \frac{r}{\sigma_r} \quad (3)$$

де

$$\sigma_r = \frac{\sqrt{1-r^2}}{\sqrt{n-2}} \quad (4)$$

Отже

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}. \quad (5)$$

Отримані емпіричні значення  $t$  статистики порівнюються з критичними значеннями розподілу Стюдента  $t_{kp}$  для обраного рівня значущості. Ці значення можна знайти за допомогою функції Excel СТЬЮДРАСПОБР.

Результати обчислень довели, що більшість обчислених значень величин  $t$  статистик для підгруп з високим рівнем знань перевищують критичні значення  $t_{kp}$  для рівня довіри 0.95. Отже, коефіцієнти кореляції Спірмена вважається значущим для рівня значущості у 5%.

Для перевірки узгодженості думок у  $M$  групах одночасно по відношенню до  $n$  факторів було розраховано коефіцієнт конкордації Кендалла (Kendall's W, Kendall's coefficient of concordance). Цей коефіцієнт обчислюється за формулою

$$W = \frac{S}{S_{max} \frac{12 \sum_{i=1}^n \left( \sum_{m=1}^M r_i^{(m)} - 0.5M(n+1) \right)^2}{m^2(n^3-n)}} \quad (12)$$

де

$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{m=1}^M r_i^{(m)} - 0.5M(n+1) \right)^2 \dots\dots\dots(10)$$

$$S_{max} = \frac{m^2 n \cdot (n^2 - 1)}{12} \dots\dots\dots(11)$$

Введемо величину

$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{m=1}^M r_i^{(m)} - 0.5M(n+1) \right)^2 \dots\dots\dots(10)$$

Величина  $S$  показує розбіжність між сумою рангів і того показника по всім групам опитуваних та осередненого показника суми рангів по всім показникам. Величина  $S_{max}$  є максимально можливим значенням величини  $S$ , яке має місце коли думки експертів співпадають стосовно всіх факторів.

Коефіцієнт конкордації  $W$  змінюється в межах від 0 до 1. Якщо всі експерти надали  $n$  об'єктам однакові ранги, то він дорівнює одиниці. Якщо думки експертів не узгоджені коефіцієнт конкордації  $W$  близький до нуля.

Проведені розрахунки свідчать, що коефіцієнт конкордації у підгрупах з високим рівнем знань та усіх групах перевищує значення 0.7. Таким чином думки експертів вважаються узгодженими.

Перевірка значущості коефіцієнта конкордації  $K$  ґрунтується на тому, що в разі справедливості нульової гіпотези про відсутність кореляційного зв'язку за умови  $n > 7$  статистика  $M \cdot (n-1) \cdot K$  має наближений розподіл з  $k=n-1$  ступенями вільності [4]. Тому коефіцієнт конкордації є значущим на рівні  $\alpha$ , якщо  $M(n-1)K > \chi^2_{kr}(\alpha, n-1)$ . Для обчислення критичних значень розподілу  $\chi^2$  використовувалась функція Excel ХИ2ОБР. Проведені обчислення свідчать про значущість узгодженості думок опитуваних у підгрупах з високим рівнем знань на рівні довіри у 95%.

#### Список використаної літератури

1. Rossman, Allan & David, Herbert. (1989). The Method of Paired Comparisons (2nd ed.). Journal of the American Statistical Association. 84(406). 621. DOI: 10.2307/2289964.
2. Yadolah Dodge (2008). Spearman Rank Correlation Coefficient. In: The Concise Encyclopedia of Statistics. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-32833-1\\_379](https://doi.org/10.1007/978-0-387-32833-1_379)
3. Spearman, C.: The Proof and Measurement of Association between Two Things. Am. J. Psychol. 15, 72–101 (1904)
4. Kendall, M.G. (1975) Rank Correlation Methods. 4th Edition, Charles Griffin, London.

**Зубко Т.А.**, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 022 «Дизайн», група ДЗН-21-2, Хмельницький національний університет;

**Олійник Г. С.**, кандидат технічних наук, доцент кафедри дизайну, Хмельницький національний університет

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ТА СТВОРЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ МІЖМІСЬКОЇ АВТОСТАНЦІЇ

Міжміська автостанція, що розташована у м. Хмельницькому представляє собою громадське місце, у якому кожного дня присутні населення різного віку та національності. Це місце, яке передбачає зону очікування, продуктові кіоски, кіоски з пресою та іншими дрібницями для подорожуючих, камери зберігання, санвузол тощо.

Для проектування міжміської автостанції важливим завданням є визначення екологічних вимог, що безпосередньо впливають на об'єкт дизайну.

На першому поверсі міжміської автостанції розташований головний вихід

на платформи, а також два додаткових по різних сторонах автостанції, двері у підсобні приміщення, магазини та туалети. Присутня водяна система опалення з радіаторами біля вікон, забезпечує обігрів приміщення в холодну пору року, труби до батарей знаходяться по верху підлоги. Вентиляція у залі є природньою за допомогою кватирок, відкривання вікон. Механічна, припливно-відтяжна вентиляція у залі відсутня.

Обмірний план приміщення представлено на рисунку 1.

Простора зала очікування дає можливість для реалізації цікавих естетичних інтер'єрних рішень, а також ергономічне використання функціональних зон. Об'єкт проектування має відповідати вимогам, таким як нормативно-правовим стандартам ДБН, екологічним, пожежним, інклюзивним та енергоефективним вимогам для його безпечної та ергономічної експлуатації.

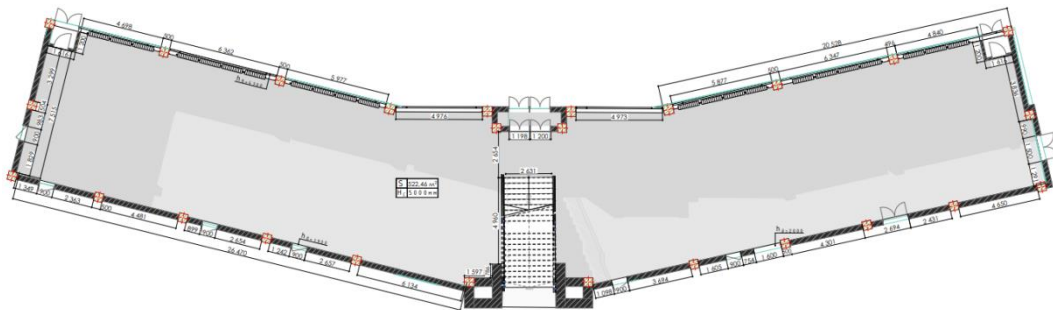


Рис. 1. Обмірний план приміщення 1 поверху

Екологічні вимоги до проектування дизайну передбачають запобігання шкідливого впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини. Вони включають в себе такі складові – використання якісних екологічних матеріалів, які не потребують частих замін, та ремонту; пожежна безпека; сприятливе середовище для людей різних категорій, включаючи МГН.

Пожежна безпека у громадських спорудах є одною з найголовніших вимог до проектування. Будинки, споруди та приміщення громадських будинків, їх конструкції, планувальні вирішення, обладнання та опорядження повинні відповідати протипожежним вимогам ДБН В.1.1-7, ДБН В.1.2-4, ДБН В. 1.2-7, ДСТУ 2272. [1]. Також громадські споруди мають відповідати вимогам доступності для МГН.

Усі громадські будівлі і споруди повинні бути однаково доступні для усіх груп населення, в тому числі МГН. При проектування громадських будівель і споруд слід керуватися положеннями, які представлені нормативними положеннями [2], забезпечуючи однакові умови доступності, зручності, інформативності і безпеки для осіб з інвалідністю на рівні з іншими відвідувачами. У зоні обслуговування відвідувачів громадських будівель і споруд різного призначення слід передбачити місця для осіб з інвалідністю із розрахунком не менше 5% загальної місткості закладу або розрахункової кількості відвідувачів у тому числі і при виділенні зон спеціалізованого обслуговування МГН у будівлі [3].

Найбільш проблемним місцем для пересування МГН є зміна рівнів, наявність сходів. Для вільного пересування потрібно забезпечити спеціальні умови. У даному випадку рекомендується використати похилі підйомники для крісла колісного (рисунок 2).

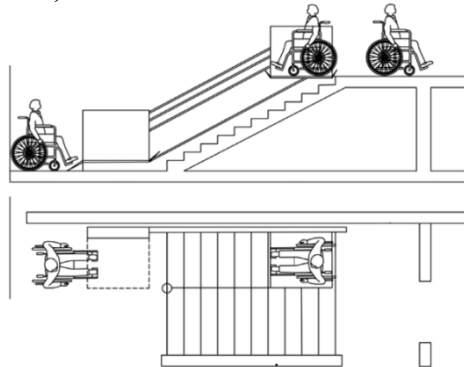


Рис. 2. Підйомники похилі

Такі підйомники (рис.2) мають багато переваг, таких як – компактне розміщення, просте та інтуїтивно зрозуміле використання для людей у візку без сторонньої допомоги, плавне переміщення платформи [1].

Екологічні вимоги до дизайну об'єкта охоплюють аспекти використання безпечних матеріалів для перебування людини у приміщенні. Створення комфортного простору з використанням технологій та обладнання. Сюди входить – підтримка мікроклімату приміщення, забезпечити відвідувачам потік свіжого повітря та комфортної температури у різні пори року. Вирішенням цього питання є встановлення термостатів на радіатори. Встановлення повітряно-теплової завіси, яка дозволить створити бар'єр між зовнішнім та внутрішнім повітрям. Це рішення дозволить отримати рівномірну температуру всередині. На об'єкті наявний тамбур, але попри великий потік людей двері часто залишаються відчиненими, дозволяючи потраплянню холодного або грязного повітря з платформ у середину.

Для отримання чистого та свіжого повітря у залі потрібно забезпечити гарну циркуляцію повітря за допомогою систем вентиляції. Вона може бути як природна – без використання механічних пристроїв та механічна. Природну вентиляцію забезпечують два чинники: різниця тисків та різниця температури повітря у приміщенні і на вулиці. Повітрообмін або провітрювання відбувається через відкривання вікна, дверей, прорізів або каналів.

Механічна припливно-витяжна вентиляція. Така система є збалансованою, оскільки забезпечує подачу та видалення повітря в обсязі, необхідному для підтримання оптимального повітрообміну у приміщенні. Проста припливно-витяжна вентиляція складається з двох повітроводів із вентиляційними решітками. Вони з'єднуються з припливно-витяжною установкою, де забране ззовні повітря проходить очищення та нагрівання. Існують різні схеми такої вентиляції та пристрої для контрольованого постачання свіжого повітря з підігрівом та фільтрацією. Механічний приплив повітря можуть здійснювати такі пристрої: припливно-

витяжна вентиляційна установка з рекуперацією тепла; припливна установка; механічний провітрювач з рекуперацією тепла. Перевагами припливно-витяжної вентиляції є контрольований повітрообмін де користувач може регулювати продуктивність вентиляційної системи відповідно до своїх потреб, забезпечуючи комфортний мікроклімат. Також підігрів повітря – свіже повітря подається у приміщення вже нагрітим. Це може здійснюватися за допомогою вбудованого нагрівача або рекуператора тепла, що знижує енергоспоживання. Система фільтрує припливне повітря, затримуючи більшість забруднювачів. У деяких моделях передбачена тонка фільтрація, що особливо важливо для великих громадських приміщень.

Експлуатаційні витрати – у зимовий період для нагріву повітря необхідно додаткове енергоспоживання. Проте використання рекуперації тепла може скоротити ці витрати до 80%[5].

В загальному припливно-витяжна вентиляція є оптимальним рішенням для автостанцій, оскільки забезпечує ефективний повітрообмін, комфорт для пасажирів та економію ресурсів завдяки сучасним технологіям рекуперації згідно з ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування" [4].

Допускається передбачати одну припливну та одну витяжну системи з резервними вентиляторами або резервними електродвигунами. У громадських будівлях слід передбачати квартирки, фрамуги або інші пристрої для природного припливу зовнішнього повітря, слід передбачати вікна з конструктивно передбаченою функцією провітрювання.

Вимоги за функціональним призначенням передбачають максимально ергономічне використання простору. Громадське приміщення автостанції має бути зрозумілим та простим у використанні. Це наявність просторих проходів, які не будуть створювати перешкоди для руху людей.

Інтер'єр автостанції має сприяти чіткому зонуванню потоків людей: передбачати зони очікування, квиткові каси, зони відпочинку, кафе, санітарні кімнати, адміністративні приміщення. Особливу увагу необхідно приділити комфортності перебування пасажирів: використанню ергономічних меблів, організації якісного штучного та природного освітлення, створенню інтуїтивно зрозумілої навігації та врахуванню акустичних властивостей простору для зниження шуму. Також важливо враховувати сучасні вимоги до енергоефективності та використання довговічних, практичних матеріалів для оздоблення. Оздоблювальні матеріали, меблі, обладнання мають бути простими у догляді та обслуговуванні. Засоби візуальної комунікації для відвідувачів мають бути присутні в таких типах приміщення, це наявність інформації про розташування функціональних зон – каса, кафе, туалет та інше у вигляді табличок, стрілок. Актуальними дизайнерськими тенденціями при проектуванні таких типів приміщень є використання нових інноваційних матеріалів для оздоблення, системи безпеки. Приміщення має бути не тільки функціональним, а й створювати приємну атмосферу та естетичний комфорт для відвідувачів, позитивно впливати на емоційний стан людини. Сучасне проектування таких приміщень передбачає

інтеграцію новітніх технологій, екологічних підходів, продуманої системи освітлення, вентиляції, використання якісних, безпечних та стійких матеріалів

Для проектування міжміської автостанції було обрано концепцію гармонійного поєднання простоти та затишку, натхнення природними текстурами з урбаністичними міськими фактурами бетону, холодних відтінків. Настрій екологічності та затишку, використання живих рослин, відчуття «перенесення» у простір природи. Це спокійний наповнений світлом простір транслює відчуття захищеності, безпеки та комфорту. Такий простір підходить усім відвідувачам, оскільки має спокійну кольорову гаму, багато сонця та повітря. На рисунку 3 представлено зарисовки концепції, де видно частину зали з двох ракурсів, розташування меблів, їхню форму та пропорції до простору в цілому. Ескізи допомагають швидко зобразити ідеї у просторі.

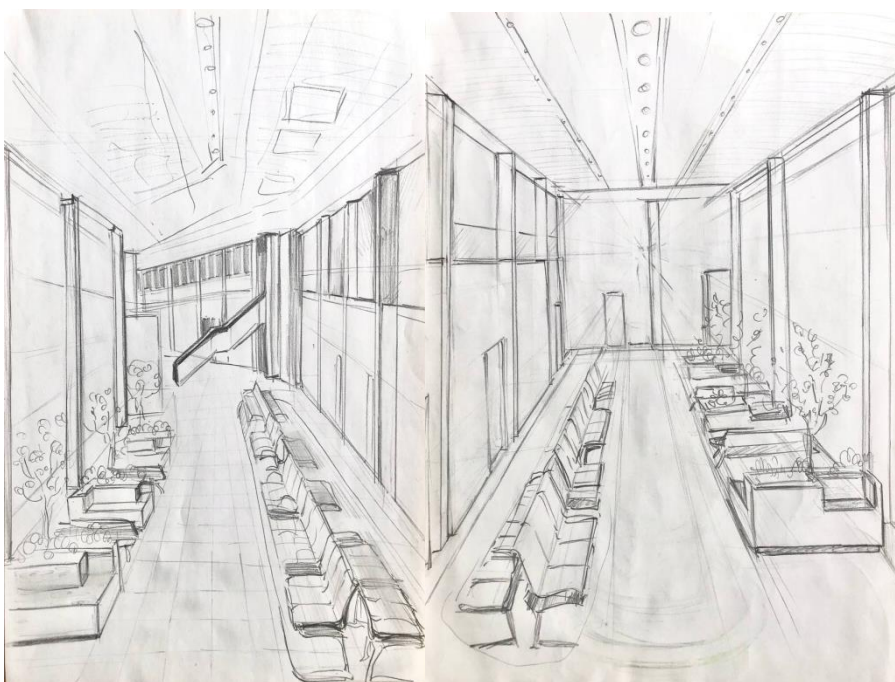


Рис. 3. Ескізи двох залів першого поверху

Порушені питання не є вичерпними та потребують подальших досліджень.

#### Список використаної літератури

1. Підйомники. URL: [https://forstor.ua/ua/ca-peregruzochnoe-oborudovanie/liftydlinvalidov/?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=1659312679](https://forstor.ua/ua/ca-peregruzochnoe-oborudovanie/liftydlinvalidov/?gad_source=1&gad_campaignid=1659312679) (дата звернення: 02.05.2025).
2. ДБН В.2.2-9:2018. ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ; чинні від 2022-09-01. Вид. офіц. Київ : Держ. підприємство "Укрархбудінформ", 2022. 43 с. URL: [https://econstruction.gov.ua/laws\\_detail/3199648113669179181?doc\\_type=2/](https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199648113669179181?doc_type=2/) (дата звернення: 05.05.2025).
3. ДБН В.2.2-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення"; чинні від 2022-09-01. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=79740](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=79740) (дата звернення: 12.05.2025).

4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=50154/](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154/) (дата звернення: 13.05.2025).

5. Види вентиляції: огляд та порівняння доступних варіантів. URL: <https://alterair.ua/stati/vidy-ventilyatsii/> (дата звернення: 13.05.2025).

**Карєв А.І.**, кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

**Сокол Є.І.**, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

**Гасанов М.І.**, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

**Лебедєв В.В.**, доктор технічних наук, доцент Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

## **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ БІОКОМПОЗИТІВ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ**

В наш час світ зіштовхнувся з глобальною проблемою накопичення полімерних відходів, що призводить до забруднення навколишнього середовища, виснаження природних ресурсів та негативного впливу на екосистеми. Через це особливої уваги та актуальності набуває розробка нових біорозкладних полімерів як потенційного рішення зазначених проблем. Сьогодні є важливим розвиток цього науково-технічного напрямку для зменшення техногенного навантаження на планету та збереження природних ресурсів.

Одним з основних напрямків розвитку біорозкладних полімерів є їх здатність до деградації під впливом чинників навколишнього середовища, тим самим зменшують проблему накопиченні полімерних відходів. Але й актуальність їхнього використання зростає в умовах обмеженості ресурсів викопної сировини, яка є основою для виробництва багатьох традиційних полімерів. Перехід до біорозкладних матеріалів, які в більшості отримуються з відновлюваних джерел, таких як крохмаль, целюлоза, хітин та інші біополімери, розглядається як важливий крок до циркулярної економіки та зменшення вуглецевого сліду.

Літературні огляди часто акцентують увагу на різноманітні видів біорозкладних полімерів та їхніх властивостях. Дослідники активно вивчають та модифікують існуючі біополімери, а також розробляють нові композиційні матеріали на їхній основі для розширення сфери їхнього застосування. Особлива увага приділяється покращенню механічних характеристик, термостійкості, бар'єрних властивостей та інших ключових параметрів, що дозволить біорозкладним полімерам успішно конкурувати з традиційними пластиками в різних галузях, включаючи пакування, сільське господарство, медицину та текстильну промисловість.[1]

Водночас, літературні джерела також висвітлюють існуючі виклики та обмеження, пов'язані з масовим впровадженням біорозкладних полімерів. До

них належать, зокрема, вища вартість виробництва порівняно з традиційними пластиками, необхідність створення відповідної інфраструктури для їхньої утилізації (компостування), а також потенційний вплив на землекористування та продовольчу безпеку у випадку масштабного використання сільськогосподарських культур як сировини [2]. Але незважаючи на всі виклики, актуальність досліджень у сфері біорозкладних полімерів залишається високою. Науковці продовжують працювати над удосконаленням технологій їхнього виробництва, зниженням собівартості, покращенням експлуатаційних характеристик та розробкою ефективних методів їхньої переробки та утилізації [3]. Уряди багатьох країн також впроваджують законодавчі ініціативи, спрямовані на стимулювання використання біорозкладних матеріалів та обмеження використання традиційних пластиків одноразового застосування [4].

Розвиток галузі біорозкладних полімерів допомагає вирішити сучасні екологічні та економічні виклики. Біорозкладні полімери розглядаються як ключовий елемент стратегій зменшення полімерних відходів та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

В роботі представлено термопластичні композити на основі горохового крохмалю з додавання різного типу адитивів. Зразки отримували на лабораторному екструдері з варіюванням рецептурного складу та температурних режимів.

На першому етапі дослідження було підготовлено суміші з різним кількісним співвідношенням з наступних компонентів: гороховий крохмаль, розчинник, пластифікатор, ініціатор, зшиваючий агент. На другому етапі дослідним методом підібрано температурний режим переробки сумішей. В процесі визначення оптимального режиму переробки, було виявлено, що кожна з рецептур має свої температури переробки. На третьому етапі отримано дослідні зразки термопластичних композитів на основі горохового крохмалю рис. 1.

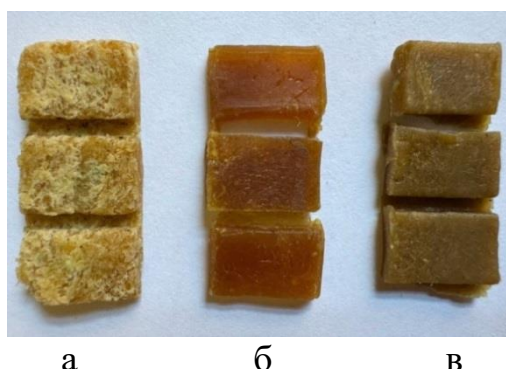


Рис. 1. Термопластичні композити на основі горохового крохмалю:  
а) рецептура 1; б) рецептура 2; в) рецептура 3.

Після кондиціонування зразків (72 години) було досліджено температури топлення (плавлення) композитів по кожній з рецептур, для більш чіткого визначення фазових переходів. Температуру топлення визначали за допомогою латунного диска з термометром (методика каф. ТПМіБАП НТУ «ХП»).

На рис. 2 представлено послідовне зростання температури °С:

1) 40 °С; 2) 100 °С; 3) 150 °С; 4) 180 °С; 5) 250 °С; 6) 280 °С; 7) 300 °С; 8) 320 °С.

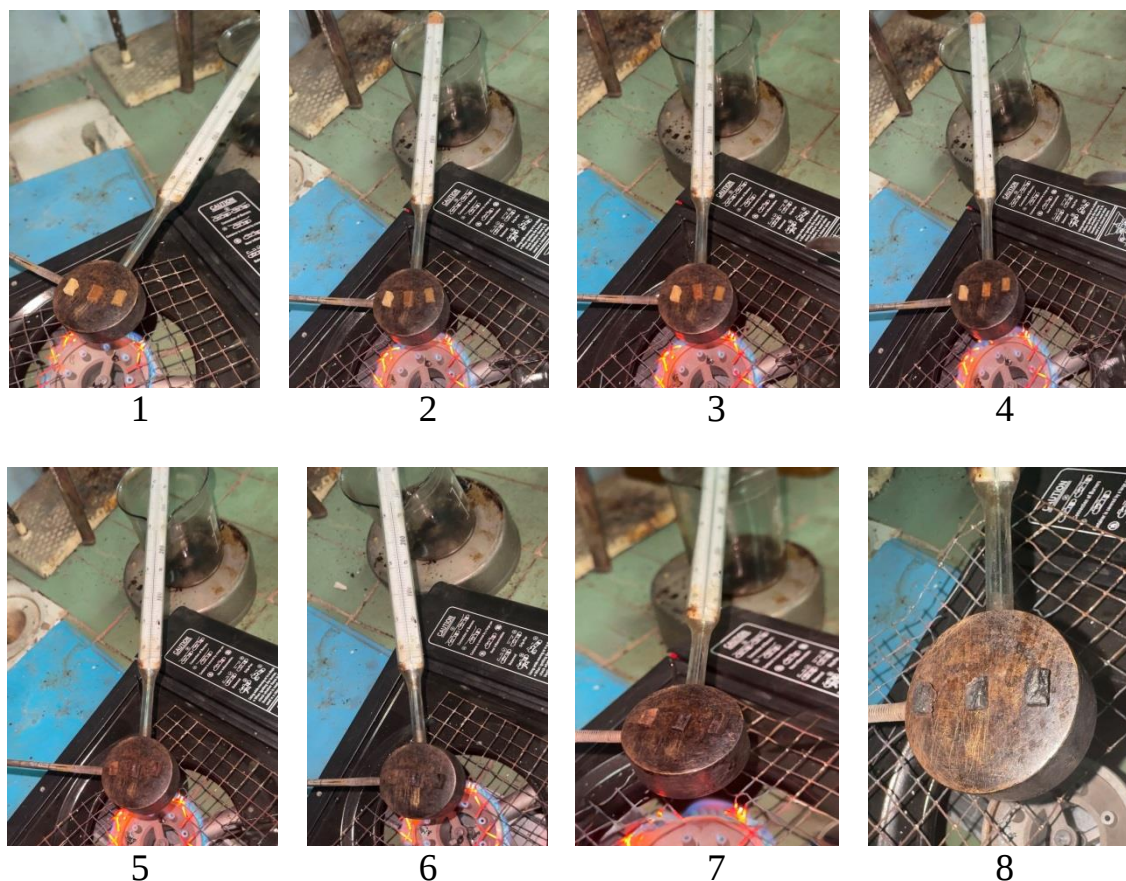


Рис 2. Дослідження температури топлення композитів на основі горохового крохмалю

На етапі 1, 2 – зміни композитів не спостерігалось. На етапі 3, 4 – спостерігалось незначне розм'якшення зразків та з'явився характерний запах, що свідчить про термічну деструкцію. На етапі 5-7 – спостерігалось потемніння кольору зразків та часткове їх обуглення. На 8 етапі зразки композитів повністю змінили колір на чорний, що вказує на термічну деструкцію та їх повне обуглення.

В ході дослідження було визначено, що жоден зі зразків під впливом температури не перейшов у в'язкоплинний стан, це може свідчити про те, що в період кондиціонування в структурі композитів відбулася внутрішня зшивка яка вплинула на їх термопластичні властивості. В подальшому планується дослідити структуру розроблених композитів методами ІЧ-спектроскопії для більш повного розуміння процесів структуроутворення.

Список використаної літератури:

1. S. Supri, W. X. Ling Felicia, M. A. Mohd Affandy, B. S. Padam, A. A. Prihanto, and K. Rovina, "Macroalgae-Based Bio-Based Packaging: Characteristics, Green Extraction Methods, and Applications as Sustainable Solutions", *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 15, no. 1, pp. 249–266, Feb. 2025.
2. V.A. Harkal and S.P. Deshmukh, "A review on biodegradable polymers: Used as packaging materials," *GSC Biol. Pharm. Sci.*, vol. 25, no. 2, pp. 107–115, Sep. 2023, doi:10.30574/gscbps.2023.25.2.0423.

3. Samir, A., Ashour, F.H., Hakim, A.A.A. et al. Recent advances in biodegradable polymers for sustainable applications. npj Mater Degrad 6, 68 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41529-022-00277-7/>

4. K Adrah, D Ananey-Obiri, R Tahergorabi. Development of bio-based and biodegradable plastics: Novelty, advent, and alternative technology. Handbook of Nanomaterials and Nanocomposites for Energy and Environmental Applications , p. 3663 - 3687 Posted: 2021.

**Кеденко В.Р.**, ММБ-241, факультет інженерії, виробництва та будівництва;  
**Денисова Н.М.**, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет "Чернігівська політехніка"

### **БЕЗПЕКА ПРИ ВИГОТОВЛЕНІ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПОВОРОТНОГО СТОЛУ З ЧПК: АНАЛІЗ НА ПРИКЛАДІ ВЛАСНОЇ КОНСТРУКЦІЇ**

Поворотний стіл є важливим елементом у верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК), що забезпечує автоматизоване позиціювання за допомогою програмованих приводів. У даній роботі розглядається власна конструкція поворотного столу з використанням черв'ячної передачі та двох програмованих електроприводів, рисунок 1. Особливу увагу приділено питанням безпеки на всіх етапах життєвого циклу пристрою – виготовлення, експлуатації та утилізації. Безпека оператора, технічного персоналу, а також довговічність і екологічність використання виробу є критично важливими аспектами сучасного машинобудування, які мають враховуватись вже на етапі проектування.

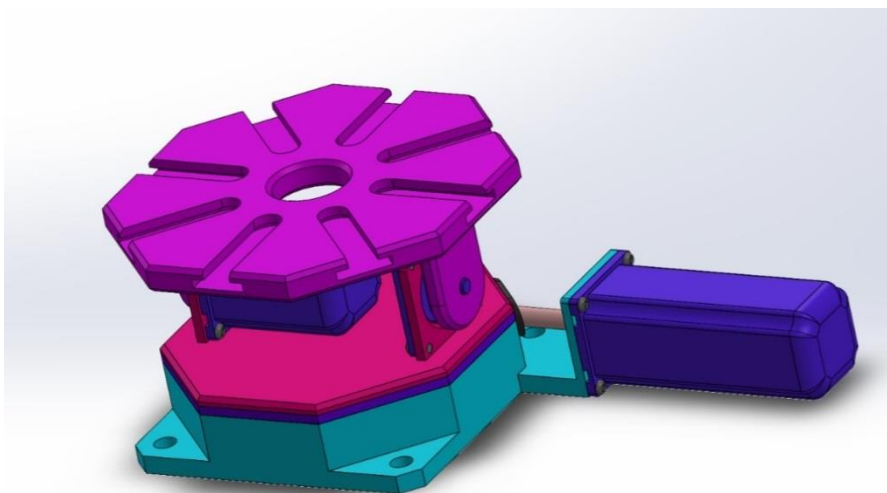


Рис. 1. Стіл поворотний з ЧПК, власної конструкції

Вимоги безпеки під час виготовлення: у процесі виготовлення поворотного столу ключову роль відіграє дотримання норм технологічної

дисципліни та використання сертифікованих матеріалів. Для основних конструкційних елементів, таких як корпус або плита, застосовуються матеріали, стійкі до навантажень і вібрацій – наприклад, сірий чавун або алюмінієвий сплав із антикорозійним покриттям. Особливої уваги потребує процес механічної обробки – усі елементи, які будуть зазнавати навантажень, мають оброблятися на високоточному обладнанні з дотриманням полів допусків і шорсткості. Під час фрезерування, свердління та шліфування елементів необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту – захисні окуляри, рукавиці, витяжки або аспіраційні установки. Монтаж черв'ячної передачі потребує високої точності центрування. Відсутність перекосу є запорукою зниження зношування та забезпечення плавної роботи. При складанні обов'язкове застосування моментних ключів, фіксаторів різьби, перевірка наявності люфту, проведення пробного обертання вручну. Монтажні роботи проводяться лише в умовах належного освітлення, вентиляції та з відключеним живленням приводу. Особливої уваги заслуговує електромонтаж: двигуни та електроніка під'єднуються згідно зі схемами, які передбачають захист від короткого замикання, зворотної полярності та перенапруг. Пайка елементів керування проводиться лише з використанням якісних флюсів і під температурним контролем. Уся електроніка заземлюється. Перед здачею вузла в експлуатацію проводиться тестування ізоляції, перевірка справності кінцевих вимикачів та аварійних ланцюгів.

Вимоги безпеки під час експлуатації: під час експлуатації головне запобігти неконтрольованим рухам, перевантаженням і взаємодії оператора з небезпечними зонами. Усі рухомі частини конструкції повинні бути повністю закриті металевими або пластиковими кожухами з оглядовими вікнами з прозорого полікарбонату, що витримує механічне навантаження. Доступ до внутрішніх компонентів допускається лише при відключеному живленні та застосуванні блокування повторного включення (система LOTO). Програмне забезпечення двигунів повинно бути налаштоване на обмеження швидкості, крутного моменту та часу роботи у разі збоїв. Встановлення зворотного зв'язку за допомогою енкодерів дозволяє уникнути помилок позиціонування. У конструкції доцільно застосовувати датчики температури та струму, які зупиняють привід при перегріві або перевантаженні. Усі сигнальні дроти прокладаються в екранах або металевих трубках для уникнення електромагнітних наводок. Підключення до системи управління ЧПК має бути ізольованим, з використанням оптопар або іншого гальванічного розділення. Система аварійного зупинення (E-Stop) має бути розташована на панелі управління й дублюватися на корпусі поворотного столу. Усі інструкції з експлуатації повинні містити зрозумілі попередження, схеми обслуговування, список заборонених дій, зображення можливих небезпек. Огляд пристрою перед запуском, перевірка кріплень, змащення черв'ячної передачі та очищення від стружки входять у щоденні регламентні роботи. Всі роботи проводяться лише з використанням затверджених інструментів та після відповідного інструктажу.

Вимоги безпеки під час утилізації: на етапі утилізації важливо забезпечити розбір пристрою без створення ризику для людини чи навколишнього

середовища. Першим етапом є повне знеструмлення пристрою та відключення його від електричної мережі. Далі проводиться демонтаж приводу, черв'ячної передачі та корпусу. У разі наявності мастильних матеріалів – вони зливаються у герметичні контейнери, які передаються до утилізаційних підприємств як небезпечні відходи (відпрацьовані масла, змазки). Металеві елементи сортуються за типами – чорні, кольорові метали, алюміній. Усі вони можуть бути передані на переробку. Якщо в конструкції є друковані плати, драйвери або електронні компоненти – вони здаються до пунктів збору електронного брухту, де проводиться безпечно видалення цінних матеріалів. Важливо уникати спалювання будь-яких елементів конструкції, зокрема пластикових частин або ізоляції, оскільки це спричиняє викид токсичних речовин. Під час демонтажу можуть застосовуватись ручні або електроінструменти, але лише в умовах вентиляції та за умови використання ЗІЗ: окуляри, рукавиці, фільтрувальні маски. Утилізація проводиться відповідно до чинного законодавства щодо поводження з промисловими відходами. Особливо важливо дотримуватись правил при зберіганні елементів із магнітами чи літєвими батареями (якщо такі використовувались). Усі роботи повинні виконуватись лише кваліфікованим персоналом або під його наглядом. Недотримання правил утилізації може призвести до серйозних техногенних або екологічних наслідків.

Розробка поворотного столу з програмованим керуванням для верстатів ЧПК вимагає ретельного дотримання вимог безпеки на всіх етапах життєвого циклу виробу. Правильна організація виробництва, експлуатації та утилізації дозволяє мінімізувати ризики для персоналу та забезпечити надійну і безпечну роботу обладнання. Дотримання нормативних документів і впровадження сучасних інженерних рішень є запорукою високої якості та безпечної інтеграції таких пристроїв у промислове середовище. Перспективним напрямком є розширення функціоналу пристрою та застосування інтелектуальних систем контролю, що дозволить підвищити рівень автоматизації й безпеки в умовах сучасного виробництва. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на впровадження сенсорних систем для моніторингу стану механізмів у режимі реального часу. Це дасть змогу своєчасно виявляти відхилення у роботі та запобігати аваріям або простою обладнання. Окрему увагу варто приділити ергономічному розміщенню елементів управління та індикації, що підвищить зручність експлуатації. Забезпечення чіткої документації та інструкцій користувача також суттєво впливає на зменшення кількості помилок під час роботи з пристроєм.

Список використаної літератури:

1. Ільченко М.Ю., Сидоренко А.В., Кириченко І.О. Безпека життєдіяльності. Київ: Кондор, 2019. 284 с.
2. Соколов О.С. Основи охорони праці. Харків: Основа, 2020. 256 с.
3. Гнатенко П.Г. Техніка безпеки при експлуатації верстатів. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 198 с.
4. ДСТУ 3973-2000. Безпека машин. Основні положення. Терміни та визначення. Київ: Держспоживстандарт України, 2001. 18 с.
5. Куценко В.І. Металообробне обладнання: навчальний посібник. Київ: Ліра-К, 2017. 312 с.

6. Шинкарук В.Г. Основи утилізації технічних пристроїв. Дніпро: Новий формат, 2021. 142 с.

## **УДК 614.842.655**

**Коваль Р.Р.**, доктор філософії зі спеціальності "Пожежна безпека", капітан служби цивільного захисту, начальник науково-дослідного сектору дослідження та статистики пожеж Інституту наукових досліджень з цивільного захисту, Національний університет цивільного захисту України

### **ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ЕКСПЕРТНО-СТАТИСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

В умовах воєнного стану забезпечення пожежної безпеки об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ) є одним із найважливіших завдань для національної безпеки та стабільного функціонування держави.

Пожежі на таких об'єктах несуть у собі значні загрози, здатні спричинити серйозні наслідки, що призводять до масштабних руйнувань, суттєвих економічних втрат та, у найгіршому випадку, до людських жертв. Це виводить оцінювання пожежного ризику для ОКІ за межі стандартних міркувань безпеки.

Сучасний етап, що характеризується умовами воєнного стану та прямою загрозою запусків крилатих чи балістичних ракет, артилерійських обстрілів або ударів реактивними системами залпового вогню, тому у планах захисту ОКІ, значно посилюється потреба у винятково надійному плануванні пожежної безпеки та стійкості. Ця ситуація вимагає, щоб оцінювання пожежного ризику для ОКІ в Україні враховувало як випадкові, так і цілеспрямовані загрози.

Традиційні детерміністичні підходи до пожежної безпеки часто виявляються недостатніми для охоплення притаманних складнощів, динамічного характеру пов'язаних з функціонуванням ОКІ.

Комбінована методологія, що інтегрує як якісні, так і кількісні підходи, вважається найбільш раціональною та ефективною для всебічного оцінювання ризиків, особливо в процесах аудиту, оскільки допомагає зменшити необґрунтоване завищення ризику.

Такі комплексні моделі пропонують більш тонке та цілісне розуміння потенційних сценаріїв пожеж, ймовірностей їх виникнення та можливих наслідків, тим самим покращуючи розробку ефективних та цілеспрямованих стратегій управління ризиками.

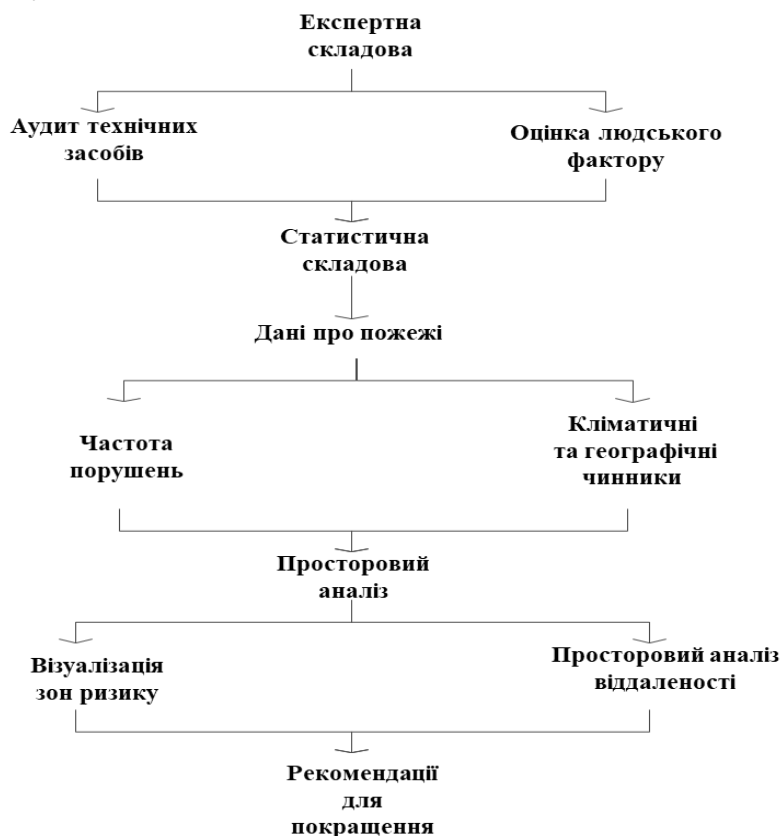
Сучасні умови в Україні свідчать про фундаментальну зміну парадигми загроз для критичної інфраструктури. Це виходить за рамки типового інжинірингу пожежної безпеки, який традиційно зосереджувався на випадкових пожежах. А отже, сучасні моделі оцінювання пожежного ризику для критичної інфраструктури в Україні мають бути розширені, щоб інтегрувати не лише звичайні пожежні небезпеки (наприклад, електричні несправності, людський

фактор), а й загрози, що виникають внаслідок військових дій, включаючи прямі атаки, диверсії та вторинні наслідки (наприклад, порушення електромереж, затримка реагування екстрених служб через активні бойові дії).

Це вимагає розробки динамічних моделей оцінювання ризиків, які можливо адаптувати до швидкозмінних та непередбачуваних загроз. Такий підхід розширює визначення пожежного ризику для ОКІ, охоплюючи навмисні акти військової агресії. Розробка моделей оцінювання ризику вимагає стійкого підходу до захисту, включаючи активні заходи оборони, надійну фізичну безпеку та протоколи швидкого відновлення, що виходять далеко за межі звичайних пасивних стратегій протипожежного захисту.

Оцінювання пожежного ризику для ОКІ не є окремим напрямом з дотримання нормативів, а є невід'ємною складовою ширшої, інтегрованої системи управління ризиками. Ефективність зусиль з пожежогасіння та зниження наслідків безпосередньо залежить від якості початкового проєктування системи протипожежного захисту, ретельного виявлення її вразливостей та безперервного моніторингу (Табл. 1).

Таблиця 1 вказує на комплексний погляд на безпеку та стійкість, де оцінювання пожежного ризику тісно переплітається із загальним управлінням проєктами, плануванням безперервності діяльності та повинен враховуватися при розробці національних стратегій безпеки. Що підкреслює критичну важливість активного виявлення ризиків, їх зменшення та адаптивне управління протягом усього циклу функціонування проєктів критичної інфраструктури, від будівництва до експлуатації.



Таблиця 1. Підхід до побудови комплексної експертно-статистичної моделі оцінювання пожежного ризику

Загалом математично можливо представити комплексну експертно-статистичну модель оцінювання пожежного ризику для об'єктів критичної інфраструктури:

$$R_{\text{int}} = R_{\text{екс}} + R_{\text{стат}} + R_{\text{прост}} + R_{\text{військ}}$$

$R_{\text{int}}$  – інтегральний індекс пожежного ризику (у балах 0-100);

$R_{\text{екс}}$  – експертна оцінка (бальна оцінка кожного з експертних факторів (технічний стан, навчання персоналу тощо), в діапазоні 0-3);

$R_{\text{стат}}$  – статистична складова (складається з даних про пожеж на подібних об'єктах – пож/рік, середня частота виявлення порушень випадків/рік);

$R_{\text{прост}}$  – геопросторова складова (відстань до найближчої пожежної частини – км., кількість гідрантів кількість евакуаційних маршрутів – одиниць);

$R_{\text{військ}}$  – ризик, пов'язаний із військовою агресією, який також включає експертні складові (відстань до лінії фронту в км., стан захисту (1.0 – системи повністю функціональні, захист на 100% готовий (максимально безпечний стан), 0.7-0.9 – незначні ушкодження, системи працюють частково або з обмеженнями, 0.4-0.6 – суттєві пошкодження, є великі ризики відмови в критичний момент, 0.1-0.3 – системи майже виведені з ладу, аварійна ситуація, 0.0 – повна втрата захисту (відсутність пожежної сигналізації, водопостачання тощо).

Модель не лише оцінює загальний пожежний ризик, а й адаптується до умов війни, визначаючи пріоритетність захисту об'єктів, оптимальні рішення та сценарії реагування. Проте кожен з показників можна адаптувати під конкретний ОКІ.

Хоча експертна оцінка є невід'ємним компонентом комплексного оцінювання пожежного ризику, її надійність та достовірність критично залежать від кваліфікації, знань, об'єктивності та структурованого застосування залучених експертів. Існує значний ризик внесення упереджень, проведення неповних аналізів або надмірного спрощення складних сценаріїв, якщо процес отримання експертних даних не є належним чином структурованим, прозорим та валідованим.

Це підкреслює необхідність суворих критеріїв відбору експертів, чітких методологічних вказівок та, можливо, впровадження механізмів досягнення консенсусу кількома експертами (наприклад метод Дельфі). Це свідчить, що «експертна» складова експертно-статистичної моделі, попри її переваги, є критичною вразливістю, якщо не керувати нею ретельно. Інвестиції в навчання експертів, сертифікацію та впровадження структурованих методів отримання та агрегації інформації є першочерговими для забезпечення високої якості, послідовності та надійності якісних даних, які потім безпосередньо інформують та валідують статистичну складову моделі.

Оцінювання пожежного ризику для критичної інфраструктури не є статичним, а є за своєю суттю динамічним та безперервним процесом. Застосовувані моделі повинні бути розроблені для підтримки безперервного

моніторингу, періодичної переоцінки та швидкої адаптації до змін фізичного стану об'єкта, операційного середовища тощо.

Це вимагає інтеграції потоків даних у реальному часі, вдосконалених сенсорних систем та регулярних автоматизованих аудитів. Такий підхід змінює підхід з орієнтованого на динамічну стратегію управління ризиками, що відповідає чітко встановленим нормам.

Для ОКІ, де рівень небезпеки винятково високий, ця здатність до безперервного моніторингу та адаптивного реагування є першочерговою для підтримки стійкості як до випадкових, так і до навмисних загроз.

Загальна ефективність пожежної безпеки та зниження ризику для критичної інфраструктури простягається від початкових етапів проектування та інжинірингу (де ідентифікуються проєктні ризики) до повсякденної операційної реалізації та ретельного, постійного обслуговування.

Дійсно комплексна експертно-статистична модель повинна враховувати ризики на кожному з етапів, визнаючи, що недоліки в одній області (наприклад, формальне обслуговування протипожежного обладнання) можуть серйозно підірвати навіть найкраще спроєктовані системи, тим самим збільшуючи загальний пожежний ризик. Це підкреслює цілісний, цикл підходу до пожежної безпеки критичної інфраструктури.

Застосування комплексних експертно-статистичних моделей є незамінним та сучасним інструментом для всебічного оцінювання пожежного ризику для об'єктів критичної інфраструктури в Україні. Їхня особлива актуальність зумовлена викликами поточного безпекового середовища та їх наслідками для національної безпеки. Фундаментальне значення має добре визначена правова база України та систематична категоризація ОКІ, які забезпечують необхідне керівництво для даних оцінок ризиків.

Застосування моделей приносить переваги, включаючи їхню здатність до обґрунтованого прийняття рішень, забезпечення швидкого оперативного реагування та сприяння підходу до безпеки, заснованому на ефективності. Однак, необхідно визнати притаманні виклики та обмеження, такі як критична важливість якості експертних даних та безперервна потреба в методологічному обґрунтуванні та вдосконаленні.

Для подальшого підвищення пожежної безпеки та стійкості критичної інфраструктури України через вдосконалене оцінювання ризиків, пропонується низка рекомендацій:

1. Безперервне методологічне вдосконалення та інтеграція даних. Важливою є безперешкодна інтеграція даних моніторингу в реальному часі (наприклад, від БПЛА та датчиків IoT ) у статистичну складову моделей. Це значно підвищить точність, динамічність та прогностичні можливості оцінок ризиків, дозволяючи активно коригувати заходи безпеки.

2. Стандартизоване отримання та валідація експертних даних. Для зменшення виявленого «недоліку навичок і знань» та «неструктурованого» характеру поточних експертних даних вкрай важливо розробити та впровадити стандартизовані протоколи. Дані протоколи повинні охоплювати суворий відбір

експертів, спеціалізоване навчання методологіям оцінювання ризиків та структуровані методи отримання інформації (наприклад, метод Дельфі, аналітичний ієрархічний процес). Це забезпечить надійність, послідовність та зменшення упередженості якісних даних моделі.

3. Планування загроз по сценаріям. Враховуючи поточний воєнного стану, майбутні моделі оцінювання ризиків повинні чітко включати складні сценарії гібридних загроз.

4. Посилена міжвідомча співпраця. Необхідно використовувати та зміцнювати принцип взаємодії для значного покращення координації ресурсів та спільного планування управління пожежним ризиком у всіх секторах критичної інфраструктури. Цей спільний підхід є першочерговим для ефективного вирішення ризиків та забезпечення швидкого відновлення та надання послуг після інцидентів, ефективним є створення кризових центрів.

5. Управління ризиками протягом періоду функціонування. Слід інституціоналізувати підхід до пожежної безпеки критичної інфраструктури протягом усього її періоду функціонування. На оцінюванні пожежного ризику базується управління від початкових етапів проєктування та інжинірингу до безперервної експлуатації та ретельного обслуговування. Це забезпечує постійне виявлення, оцінювання та усунення неприпустимих ризиків протягом усього операційного терміну служби ОКІ, тим самим сприяючи довгостроковому ефективному функціонуванню.

У статті доведено ефективність застосування комплексної експертно-статистичної моделі для оцінювання пожежного ризику на об'єктах критичної інфраструктури. Поєднання експертних оцінок з реальними статистичними даними дозволяє отримати більш точну, об'єктивну та адаптивну картину потенційних загроз.

Використання такої моделі є доцільним для формування сучасної системи пожежної безпеки, особливо в умовах підвищеної відповідальності за збереження безперервної роботи критичних об'єктів.

Майбутні дослідження можуть бути зосереджені на використанні штучного інтелекту, IoT для процесів оцінювання та управління пожежними ризиками.

#### Список використаних джерел

1. Yemelianenko S.O., Koval R.R., Kuzyk A.D., Ivanusa A.I., Andriy., Behen D.A., Morshch Y.V. Improving the operational efficiency of control centers for emergency events by using gis technologies. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. № 4(10(124)). P. 37–49.

2. Плахотнюк Р. Забезпечення стійкості критичної інфраструктури в Україні в умовах сучасних викликів // Економічний простір. 2023. № 195. С. 47–54.

3. Коваль М.В., Коваль В.В., Коцюрuba В.І., Білик А. С. Організаційно-технічні засади побудови системи інженерного захисту об'єктів критичної інфраструктури енергетичної галузі України // Наука і оборона. 2022. № 3–4. С. 11–16.

4. Комісарова Н.О., Крутіков П.Д. Система кіберзахисту об'єктів

критичної інфраструктури в умовах ведення війни // Науковий вісник Київського інституту Національної гвардії України. 2024. № 2. С. 43–48.

5. Бегун В.В., Потетюев С.В. Новая методика оценки пожарного риска. Математические машины и системы. 2020. № 4. С. 125–135.

6. Horita, F.E., de Albuquerque, J.P., Marchezini, V. (2018). Understanding the decision-making process in disaster risk monitoring and early-warning: A case study within a control room in Brazil. International Journal of Disaster Risk Reduction. 2018. Vol. 28. P. 22–31.

## УДК 519.21(075.8)

**Кришень О.І.**, курсант 314 навчальної групи факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, сержант;

**Сльчанінов О.Д.**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фундаментальних дисциплін, Національна академія Національної гвардії України

### **ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИННИКІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Підтримання озброєння та військової техніки у необхідному технічному стані досягається проведенням технічного обслуговування (ТО), огляду та контролю технічного стану (КТС), ремонту та інших заходів, які мають місце під час експлуатації або при застосуванні озброєння за призначенням.

Метою дослідження є визначення впливу способів організації та характеристик контролю технічного стану на доцільність проведення та організацію (стратегії) ТО за допомогою математичного моделювання.

Традиційно дослідження чинників, які впливають на ефективність експлуатації, виконується окремо за їх видами. Окремо розглядається залежність ефективності від періоду ТО та періодичності КТС. Окремо досліджується вплив помилок при проведенні КТС (як неперервного так й періодичного). Пропонується розглянути вплив цих чинників у комплексі. Оскільки розподіли тривалості напрацювання й інших (випадкових й не випадкових) величин не є експоненційними, для математичного моделювання застосовується апарат напівмарківських процесів з дискретною множиною станів.

Наявність марковської властивості у моменти переходів забезпечує припущення, що після ТО й ремонту властивості об'єкта повністю оновлюються, і еволюція процесу триває так, начебто це його початок.

У доповіді наводяться математичні вирази для обчислення показників надійності (коефіцієнта технічного використання та коефіцієнта готовності), які отримані на підставі математичного моделювання.

Розглядаються дві ситуації:

а) засоби неперервного контролю є ідеальними, відмова миттєво виявляється, імовірність пропуску відмови дорівнює нулю;

б) засоби неперервного контролю не є ідеальними, відмова може бути не виявленою з певною імовірністю.

У якості ймовірностної моделі напрацювання використовується розподіл Ерланга. Це дозволяє досить просто, зміною всього одного параметра форми розподілу, імітувати широкий спектр розподілів: від експоненційного розподілу до розподілу, близького до виродженого.

На підставі аналізу аналітичних залежностей показників надійності від чинників, які впливають на показники експлуатації, формулюються висновки щодо вибору одної з двох стратегій ТО: за напрацюванням або за станом. Також формулюються рекомендації щодо організації КТС за вибраними стратегіями ТО.

Наведені результати дозволяють зробити висновки про найбільш істотні чинники, що впливають на вибір стратегії обслуговування й установити умови доцільності її використання.

Описаний метод моделювання може бути застосований для аналізу будь-яких процесів з кінцевою множиною станів, які припускають представлення еволюції вкладеним марковським ланцюгом.

**Лелюк М.С.**, курсант 413 навчальної групи факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, солдат;

**Сидоренко І.І.**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фундаментальних дисциплін факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГРАФІЧНОГО І АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ТЕОРІЇ ІГОР ПРИ ПЛАНУВАННЯ ТАКТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ**

Практика ведення військових дій в Україні показує, що у складних тактичних операціях «вольові» рішення без аналізу дедалі частіше призводять до невдач. Тому попереднє моделювання з набором параметрів та показниками ефективності є необхідним етапом планування операцій – логістичних, військових або організаційних. Вибір найкращих значень цих параметрів є завданням оптимізації, тобто пошуку найбільшого (або найменшого) значення цільової функції.

Теорія ігор є прикладною математичною дисципліною, в яких дві конфліктні сторони приймають рішення з урахуванням можливих дій одне одного. Тобто, теорія ігор надає змогу знайти оптимальні стратегії в умовах суперництва, особливо коли сторони мають протилежні інтереси. Основною метою публікації є провести порівняльний аналіз графічного і аналітичного методу теорії ігор при планування тактичних операцій за наявності двох конфліктних сторін із скінченим набором стратегій.

Математичну модель конфлікту між двома суперниками (гравцями) А та В було задано платіжною матрицею  $2 \times 3$ . Для визначеності у гравця А

передбачалася наявність двох стратегій  $A_1$  та  $A_2$ , а у гравця В було три стратегії  $B_1$ ,  $B_2$  та  $B_3$ . Задана платіжна матриця не мала седлової точки, кожний гравець грав у мішаних стратегіях, що наближало задачу до реальних тактичних умов. Так, гравець А застосовував свої стратегії з ймовірністю  $p_1$  та  $p_2$  відповідно (умова нормування для даних ймовірностей зберігається). Виграш оцінювався з точки зору противника А та представляв собою математичне сподівання виграшу М за умови, що противник В застосовує одну зі своїх трьох чистих стратегій. Математичне сподівання виграшу М розглядалося як лінійна функція від двох аргументів  $p_1$  та  $p_2$ . Сутність розв'язку полягала у знаходженні та виключенні пасивних стратегій противника В. Завдяки умові нормування для ймовірностей  $p_1$  та  $p_2$  функція у явному вигляді могла бути записаною як функція тільки від одного змінного  $M(p_1)$  або  $M(p_2)$ .

Графічний метод розв'язку передбачав побудову симплекс функції для  $p_1$  на відрізку  $[0;1]$ . В результаті визначався графік залежності гарантованого виграшу М сторони А від обраною нею стратегії, а також знаходилася точка, де досягався максимум – максимум гарантованого виграшу сторони А. Таким чином, була визначена оптимальна стратегія гравця А.

Аналітичний метод розв'язання передбачав побудову симплексів мішаних стратегій гравця А:  $S_1 = (p_1, p_2)$   $S_2 = (q_1, q_2, q_3)$ , зображених у вигляді симплекс-відрізків. На даних симплексах у деяких точках С та D мали досягатися максимум і мінімум відповідно. З чого випливало, що математичне сподівання виграшу М ( $p_1, p_2, q_1, q_2$ ), як лінійна функція від ймовірностей програшу  $q_1$  і  $q_2$  при сталій парі ( $p_1, p_2$ ), мала досягати свого найменшого значення у точці D лише у випадку, коли означена функція є сталою на даному симплексі. Даний підхід дозволив скласти систему з чотирьох рівнянь з двома невідомими  $p_1$  та  $p_2$  – три рівняння представляли собою математичні сподівання математичного виграшу як цільової функції гравця А за стратегіями  $B_1$ ,  $B_2$  та  $B_3$  гравця В і четверте – умова нормування для пари ( $p_1, p_2$ ). Для визначення пасивної стратегії використали метод послідовного виключення однієї із стратегій гравця В та подальшого аналізу результатів.

Графічний спосіб розв'язання задачі представляється дещо зручнішим за аналітичний тим, що на відміну від аналітичного способу, він простіший в обчислюваннях і наглядно показує пасивну стратегію противника В. Аналітичний метод надав той самий результат, проте був визначений більш затратним за часом та зусиллями. Відносна складність аналітичного підходу вбачається ще й у тому, що вибір пасивної стратегії визначається гравцем В на основі суб'єктивного судження і тому такий вибір може бути не оптимальним.

Варто зазначити, що графічним метод ефективний для платіжних матриць, де число рядків та число стовбців не більше трьох. Однак, такої розмірності цілком достатньо для відпрацювання навички знаходження оптимального рішення, а сам графічний метод вбачається перспективним підтримуючим математичним інструментом для розв'язку учбових задач з планування військових операцій під час навчання військових дисциплін.

Список використаної літератури

1. Бартіш М.Я., Роман Л.Л. Теорія ігор. Львів: Видавничий центр ЛНУ,

2005. 120 с.

2. Субботін А. Ігор теорія. Політична енциклопедія. К.: Парламентське видавництво, 2011. 273 с.

3. Бартіш М.Я., Дудзяний І.М. Дослідження операцій. Ч. 3. Ухвалення рішень і теорія ігор. Львів: Видавничий центр Львівського національного університету ім. І.Франка, 2009. 277 с.

**Лисак Н.М.**, аспірант, викладач кафедри спеціальної хімії та хімічної технології, Національний університет цивільного захисту України;

**Скородумова О.Б.**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології, Національний університет цивільного захисту України;

**Чернуха А.А.**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри пожежної та рятувальної підготовки, Національний університет цивільного захисту України, полковник служби цивільного захисту

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНИХ ЗОЛІВ КРЕМНЕЗЕМУ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Одним із пріоритетних завдань сучасної будівельної галузі є підвищення рівня енергоефективності об'єктів, що дозволяє знизити енергоспоживання та експлуатаційні витрати. Для досягнення цієї мети досить активно застосовуються матеріали з високими теплоізоляційними характеристиками. На особливу увагу заслуговує деревина, що належить до традиційних будівельних матеріалів природного походження та поєднує в собі високу міцність, відновлюваність та екологічну привабливість. Поширеним утеплювачем також є екструдований пінополістирол (XPS), що також набув широкого попиту завдяки своїй легкій вазі та доступній вартості. Проте незважаючи на низку переваг, обидва матеріали мають суттєвий недолік – високий рівень горючості.

На сучасному українському ринку вогнезахисних матеріалів представлено широкий асортимент засобів для вогнезахисту деревини, серед яких найбільш попит мають «Ендотерм», «ЕКОСЕРТ», «ДСА-1», «ДСА-2», «DEFENS W» тощо. Виробники пропонують рішення як для внутрішніх, так і для зовнішніх робіт, що відповідають чиним стандартам пожежної безпеки. Але одним із недоліків практично всіх зазначених вогнезахисних засобів є реалізація переважно великих об'ємів, що обмежує доступність таких засобів для приватних споживачів та виконання локальних робіт невеликого обсягу. З іншого боку, аналіз ринку вогнезахисних матеріалів свідчить про практичну відсутність засобів, призначених для обробки пінополістиролу. Очевидно, причиною цього є введення антипіренів до складу матеріалу на етапі його виробництва. Нині одним із найпоширеніших варіантів є бромований сополімер бутадієн-стиролу, відомий під комерційною назвою B264YZ або GreenCrest, що

за ефективністю не поступається забороненому до використання HBCD [1]. Але заявлена виробниками екологічна доступність B264YZ спростовується, згідно з результатами деяких досліджень [2]. Недооціненою також залишається проблема поступового вивільнення вогнезахисних компонентів із полімерної структури пінопласту, що з часом призводить до підвищення групи його горючості. Тому особливої актуальності набуває розробка універсальних вогнезахисних складів, придатних для вогнезахисту як природних, так і синтетичних полімерних матеріалів, простих у використанні, екологічно привабливих та економічно доступних.

Останнім часом все більшої перспективності в галузі вогнезахисту набувають кремнеземвмісні речовини, які здатні забезпечити утворення термостійкого захисного шару на поверхні матеріалу, що значно уповільнює процеси горіння. Силікатні склади часто комбінують зі сполуками фосфору з метою утворення термічно стійких зв'язків Si-O-P та підвищення ефективності захисту.

Метою роботи був аналіз вогнезахисних властивостей покриттів на основі золів кремнієвої кислоти, модифікованих фосфоровмісними добавками, на поверхні деревини та екструдованого пінополістиролу.

Золі кремнекислоти, отримані змішування розчинів натрієвого рідкого скла та ацетатної кислоти, модифікували розчинами ортофосфатної кислоти (1–8 мас. %), натрій гексаметафосфату (0,1–0,5 мас.%) та фосфатними буферними розчинами (15–25 об.%; pH 6–8).

Реологічні властивості золів досліджували шляхом визначення зміни оптичної густини в часі за допомогою фотоколориметра КФК-2 (довжина хвилі 490 нм, розчин порівняння – дистильована вода). Для сирих та термооброблених гелів здійснювали реєстрацію інфрачервоних спектрів на спектрометрі FTIR-8400S (Shimadzu), що споряджений приставкою QATR 10 (Shimadzu) в діапазоні  $400\text{--}4000\text{см}^{-1}$ . Процеси, що відбуваються в гелях під час нагрівання, досліджували методом диференційно-термічного аналізу на дериватографі Q-1500D в атмосфері повітря (температурний діапазон  $20\text{--}600^\circ\text{C}$ , швидкість нагрівання  $10^\circ\text{C/хв}$ ).

Модифіковані золі кремнекислоти наносили на поверхню експериментальних зразків деревини та екструдованого пінополістиролу методом занурення. Перед обробкою зразки деревини висушували в сушильній шафі при температурі  $100^\circ\text{C}$  до досягнення сталої маси. Нанесення кожного наступного шару покриття здійснювали після висушування попереднього шляхом термоудару при  $80^\circ\text{C}$ ; загалом наносили 2–3 шари. Додатково після висушування на поверхню зразків розпилювали 20%-й водний розчин діамоній гідрофосфату, після чого їх повторно висушували.

Оцінювання вогнезахисної ефективності покриттів на поверхні деревини проводили відповідно до вимог ДСТУ 4479:2005 [3], а визначення групи горючості здійснювали згідно з ДСТУ 8829:2019 [4]. Вогневі випробування зразків екструдованого пінополістиролу виконували на лабораторній установці,

що складалася із захисного екрана, пальника та газового балона з редуктором. Газ подавався під тиском 0,2 МПа, а час дії вогню становив 10 с. Після проведення випробувань визначали відсоткову втрату маси зразків.

Для композицій, модифікованих розчинами ортофосфатної кислоти, було виявлено два різні механізми поліконденсації, залежно від концентрації добавки. При низькому вмісті  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (1–2 %) процес полімеризації відбувався за лінійним механізмом, що було підтверджено інфрачервоною спектроскопією, текучість композицій зберігалася в межах 45–70 хв. Зі збільшенням концентрації  $\text{H}_3\text{PO}_4$  до 4–8 % характер поліконденсації змінювався на сітчастий, що було підтверджено термографічними дослідженнями, живучість золів суттєво зростала (до 24 год). Водночас для золів, модифікованих натрій гексаметафосфатом, незалежно від кількості добавки, живучість становила близько 30 хв. Композиції на основі фосфатних буферних розчинів демонстрували втрату текучості через 2 години, що є оптимальним для рівномірного нанесення золю та утворення однорідного покриття.

Комбіноване застосування диференціально-термічного аналізу та інфрачервоної спектроскопії дозволило встановити, що введення ортофосфатної кислоти сприяє формуванню сітчастої будови силоксанового каркасу. Такі структури характеризуються поступовим термічним розпадом і незначним приростом втрати маси, що забезпечує збереження цілісності сформованого покриття. Однак результати вогневих випробувань не показали відтворюваного позитивного ефекту для композицій із додаванням ортофосфатної кислоти, тому подальші дослідження були спрямовані на аналіз впливу фосфатів лужних металів. Результати інфрачервоної спектроскопії підтвердили, що фосфат-іони вбудовуються у силоксанову сітку, сприяючи підвищенню вогнестійкості покриття.

Результати вогневих випробувань показали, що всі досліджені силікофосфатні композиції ефективно усувають основний недолік горіння пінополістиролу – утворення палаючих крапель. Найкращі вогнезахисні характеристики продемонстрували покриття на основі кремнезему та фосфатних буферних розчинів з об'ємним вмістом 20–25 % і нейтральним середовищем (рН 7). Для цих композицій було визначено I групу вогнезахисної ефективності: оброблені ними дерев'яні зразки вдалося перевести до категорії «важкогорючих» матеріалів. Зразки XPS, оброблені золями заданого складу, не горіли, а втрата маси після вогневих випробувань становила близько 1 %. Використання фосфатних буферних систем у складі вогнезахисних композицій виявилось більш доцільним і перспективним. Застосування таких добавок дозволило подовжити живучість золів, а також забезпечило здатність покриття розплавлятися при високих температурах, завдяки чому воно адаптувалося до змін форми пінополістиролу в процесі усадки, не втрачаючи захисних властивостей і сприяючи підвищенню загальної вогнестійкості матеріалу. У межах дослідження було проведено порівняльний аналіз впливу різних катіонів – натрію, калію та амонію – у складі фосфатних буферних розчинів на

вогнезахисні властивості покриттів. За результатами випробувань зразків XPS різних виробників встановлено, що фосфати калію забезпечують найкращі показники протипожежної ефективності.

Підтвердженням вогнезахисної ефективності покриттів з додаванням калієвого фосфатного буферного розчину є мінімальні пошкодження зразків пінополістиролу після вогневих випробувань (рис. 1,а). Мінімальні відмінності в ступені обгорілості свідчать про рівномірний розподіл композиції на поверхні матеріалу та її стійкість до дії високих температур. Мікрофото покриттів на поверхні XPS, зроблені після вогневих випробувань (рис. 1,б), демонструють відсутність тріщин, що вказує на те, що усадка матеріалу відбувається без розшарування чи порушення цілісності нанесеного шару.

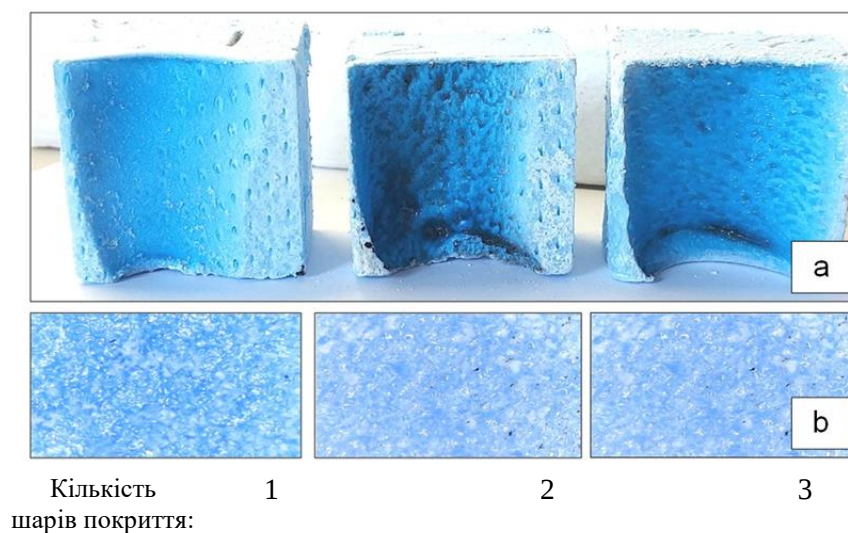


Рис.1. Зовнішній вигляд зразків після вогневих випробувань (а) та мікрофото покриттів з добавкою К-вмісного фосфатного буферного розчину (б)

Отже, золь кремнекислоти, модифікований калієвим фосфатним буферним розчином з рН 7 (при 20-25 % вмісті) потенційно є універсальним вогнезахисним складом для будівельних матеріалів природного (деревина) та синтетичного (XPS) походження.

#### Список використаної літератури

1. Koch C., Sures B. Degradation of brominated polymeric flame retardants and effects of generated decomposition products. *Chemosphere*. 2019. № 227. P. 329–333.
2. Koch C., Sures B. Ecotoxicological characterization of possible degradation products of the polymeric flame retardant “Polymeric FR” using algae and *Daphnia* OECD tests. *Science of the Total Environment*. 2019. № 56. P. 101–107.
3. ДСТУ 4479:2005 Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробування. Чинний з 01.10.2006. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 17 с.
4. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. Чинний з 01.01.2020. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2020. 75 с.

**Любецька М.М.**, магістрантка групи ІН8-8-23-М1ПС(2.0з) спеціальності Психологія;

**Олійник В.В.**, кандидат педагогічних наук, доцент; доцент кафедри психології, Хмельницький інститут Міжрегіональної академії управління персоналом; кандидат наук з державного управління.

## **СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИЙ ПОРТРЕТ КРИВДНИКА: ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ НАСИЛЬНИЦЬКОЇ ПОВЕДІНКИ В РОДИНІ**

Домашнє насильство залишається однією з найгострих соціально-психологічних проблем сучасного суспільства, що має далекосяжні наслідки для життя жертв, їхніх родин і суспільства в цілому. Хоча значна увага дослідників і практиків традиційно зосереджується на підтримці постраждалих, ефективна протидія насильству неможлива без глибокого розуміння психологічних, соціальних та культурних чинників, що формують поведінку кривдника. Соціально-психологічний портрет кривдника допомагає розкрити складні механізми виникнення агресії в сімейних стосунках, виявити особистісні характеристики, мотиви й установки, які лежать в основі насильства.

Вивчення факторів, що сприяють формуванню насильницької поведінки в родині, дає змогу не лише глибше зрозуміти природу цієї проблеми, а й розробити ефективні стратегії корекції та профілактики. Адже для подолання домашнього насильства необхідний комплексний підхід, що поєднує індивідуальну роботу з кривдником, підтримку постраждалих, а також зміни на рівні суспільних норм і цінностей. У цьому контексті соціально-психологічний аналіз особистості кривдника є ключовим кроком на шляху до створення безпечного і здорового сімейного середовища [1].

Насамперед насильницька поведінка в родині часто має глибокі витoki в дитячому досвіді. Велика кількість досліджень вказує на те, що багато кривдників самі були свідками або жертвами насильства у своєму дитинстві. В таких умовах формується уявлення про насильство як допустиму форму взаємодії, «норму» для розв'язання конфліктів. Такий сценарій поведінки закріплюється, перетворюючись на автоматизм, який виявляється у дорослому житті.

З психологічної точки зору, кривдника часто характеризують низька емоційна зрілість, труднощі з контролем агресії, імпульсивність, а також глибокі внутрішні комплекси – почуття меншовартості, страх втрати контролю, невпевненість у собі. Нерідко насильницька поведінка є способом самоствердження, відновлення домінування у стосунках або перенесення власної фрустрації на слабшого партнера. У таких випадках насильство виконує компенсаторну функцію – воно дає ілюзію сили тим, хто насправді відчувається безсилим.

З соціальної точки зору, варто звернути увагу на культурні стереотипи, які толерують або навіть заохочують домінантну, жорстку модель маскуліності. У патріархальних моделях сім'ї кривдник може сприймати

контроль, примус і емоційне приниження як спосіб підтримання «порядку» в родині. Також на насильницьку поведінку можуть впливати зовнішні соціальні чинники – економічна нестабільність, втрата роботи, хронічний стрес, алкоголізм чи інші залежності, що значно підвищують ризик проявів агресії в сімейному середовищі.

Особливу тривогу викликає той факт, що кривдники не завжди усвідомлюють свою поведінку як насильство. У багатьох випадках вона раціоналізується, виправдовується або заперечується. Саме тому робота з кривдником потребує комплексного підходу: не лише покарання, а й психокорекції, психологічного супроводу, освіти з питань ненасильницької комунікації та відповідального партнерства. Такі програми, за участі психологів, соціальних працівників і правозахисників, дозволяють не лише стримати прояви насильства, а й поступово трансформувати установки, які лежать в його основі.

Отже, соціально-психологічний портрет кривдника – це складна картина особистості, поведінку якої формували низка особистісних травм, соціальних впливів та хибних переконань. Усвідомлення цього не означає виправдання насильства, але відкриває шлях до системної роботи з його попередження. Лише через глибоке розуміння природи насильницької поведінки ми можемо створити суспільство, у якому будь-яка форма насильства буде не лише засуджена, а й ефективно викорінена.

Поглиблюючи аналіз соціально-психологічного портрета кривдника, варто звернути увагу на особливості його ціннісно-мотиваційної сфери. Дослідження показують, що кривдники часто мають спотворене уявлення про владу, близькість та емоційну залежність. Вони можуть розглядати партнера або інших членів родини не як рівноправних учасників стосунків, а як «власність» або інструмент задоволення власних потреб. В основі такої установки лежить глибоке нерозуміння суті партнерства, низький рівень емоційного інтелекту та нездатність до емпатії [2].

Учені виділяють важливий аспект – наявність когнітивних спотворень, які підтримують насильницьку поведінку. Наприклад, переконання на кшталт «жінка повинна слухатися чоловіка», «фізичне покарання – це виховний метод» або «я маю право на агресію, якщо мене не поважають» часто глибоко вкорінені у свідомості кривдника. Такі установки формуються під впливом сімейного виховання, культурних традицій, медійних образів і соціального оточення. Вони потребують не лише викриття, а й заміни через цілеспрямовану психоосвітню роботу.

З клінічної точки зору, в окремих випадках насильницька поведінка може бути проявом психічних розладів або порушень особистості – наприклад, нарцисичного, антисоціального чи гіперконтрольованого типу. Однак далеко не всі кривдники мають клінічний діагноз. Більшість із них – це психічно здорові, але емоційно негнучкі люди, які не мають навичок здорового самовираження, переживання фрустрації чи конструктивного вирішення конфліктів.

Інституційна відповідь на проблему також відіграє ключову роль. Якщо суспільство толерує насильство, зменшує його значення або покладає провину

на жертву, кривдник не має мотивації змінюватися. Натомість, коли насильство чітко визначене як неприйнятне, коли існує ефективна правова й психосоціальна система реагування – у кривдника з'являється зовнішній стимул до рефлексії та трансформації поведінки. Важливим є впровадження програм обов'язкового проходження корекційних курсів для кривдників – як складової комплексної стратегії протидії домашньому насильству [3].

Таким чином, розуміння соціально-психологічного портрета кривдника дає можливість переходити від реактивного до превентивного підходу. Замість того щоб лише карати за вчинене насильство, суспільство має навчитися виявляти ризики, формувати культуру ненасильницьких стосунків та відповідального батьківства ще на ранніх етапах. Саме це дозволить не лише зменшити кількість випадків домашнього насильства, а й підтримати фундаментальні зміни в соціальній структурі – побудувати здорові, поважливі й безпечні міжособистісні відносини.

Розглядаючи перспективи подальшої роботи з кривдниками, важливо підкреслити роль міждисциплінарного підходу. Лише об'єднання зусиль психологів, соціальних працівників, юристів, педагогів, представників медичної сфери та правоохоронних органів може забезпечити цілісне бачення проблеми та ефективне втручання. Такі команди можуть не тільки виявляти випадки домашнього насильства, а й супроводжувати обидві сторони – як жертву, так і кривдника – у процесі подолання наслідків насильства та запобігання його повторенню.

Профілактика насильства має ґрунтуватися не лише на санкціях, а передусім на просвітницькій роботі. Зокрема, необхідне впровадження програм соціально-емоційного навчання у школах, популяризація моделей ненасильницької поведінки у ЗМІ, створення груп підтримки для чоловіків, де обговорюються теми емоційної грамотності, відповідального батьківства та партнерських стосунків. Така робота дозволяє знизити ризик формування майбутніх кривдників, змінюючи соціальні сценарії ще на ранньому етапі розвитку особистості.

Варто наголосити, що не всі кривдники – безнадійні. За умови добровільної участі, усвідомлення своєї відповідальності та професійної підтримки, чимало з них здатні трансформувати свою поведінку. Однак для цього необхідно створити умови, у яких зміни стають можливими: безпечне середовище, доступ до психологічної допомоги, можливість говорити про власні травми та страхи без осуду. Надзвичайно важливо, щоб корекційні програми були не репресивними, а підтримувальними – спрямованими на розвиток здатності до емпатії, саморефлексії та побудови нових моделей поведінки.

Підсумовуючи, можна сказати, що соціально-психологічний портрет кривдника – це складна, багатофакторна конструкція, у якій поєднуються особистісні деформації, культурні наративи, досвід травматичного дитинства, соціальний тиск і зовнішні життєві обставини. Завдання сучасного суспільства – не лише виявляти та засуджувати прояви насильства, а й створювати умови для того, щоби потенційні чи чинні кривдники мали шанс змінитися, взяти

відповідальність і більше не повертатися до насильницьких моделей взаємодії. Адже лише через глибоке розуміння причин і механізмів насильства ми зможемо побудувати культуру миру, поваги та психологічної безпеки в кожній родині.

Соціально-психологічний портрет кривдника у випадках домашнього насильства є багатограним явищем, що формується під впливом численних особистісних, сімейних, культурних та соціальних факторів. Насильницька поведінка часто корениться у травматичному досвіді дитинства, спотворених уявленнях про владу та близькість, а також у низькому рівні емоційної зрілості й нездатності до конструктивного вирішення конфліктів. Соціальні умови, такі як патріархальні стереотипи, економічні труднощі та стресові ситуації, додатково посилюють ризик проявів агресії в родині.

Розуміння цих факторів є необхідною умовою для розробки комплексних підходів до профілактики і корекції насильницької поведінки. Важливо не лише карати за вчинене насильство, а й створювати умови для психологічної реабілітації та соціальної підтримки кривдників, сприяти формуванню в них відповідального ставлення до себе та оточуючих. Тільки так можна досягти системних змін, що дозволять побудувати культуру поваги, безпеки та рівноправності у сімейних відносинах.

#### Список використаної літератури

1. Актуальні проблеми сімейного насильства : монографія / Перцева Т.О., Огоренко В.В., Кожина Г.М., Зеленська К.О., Носов С.Г., Терьошина І.Ф., Гненна О.М., Мамчур О.Й., Тимофєєв Р.М., Шорніков А.В.; за заг. ред. проф. Т.О.Перцевої та проф. В.В. Огоренко. Дніпро, 2021. 188 с.
2. Запобігання та протидія проявам насильства: діяльність закладів освіти. Навчально-методичний посібник/ Андрєєнкова В.Л., Байдик В.В., Войцях Т.В., Калашник О.А. та ін. К.: ФОП Нічога С.О. 2020. 196 с.
3. Проведення профілактичної роботи з особами, які вчинили домашнє насильство, з числа представників сил безпеки та оборони, учасниками бойових дій: метод. рек. / К.М. Недря. Н.Г. Комих, К.В. Мітченко, А. Коваленко. Дніпро: ДДУВС, 2024. 40 с.

**Мельник В.І.**, кандидат юридичних наук, доцент, майор служби цивільного захисту, заступник начальника Науково-дослідного відділу технічного регулювання, метрології та системи якості Науково-дослідного центру нормативно-технічного регулювання Інституту наукових досліджень з цивільного захисту, Національний університет цивільного захисту України

## ТОКСИЧНІСТЬ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ В БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ: МЕТОДИ ОЦІНКИ ТА СТАНДАРТИ БЕЗПЕКИ

Важливим завданням системи протипожежного захисту є забезпечення захисту людей від небезпечних факторів пожеж, тяжкість наслідків від яких з-поміж іншого залежить від походження будівельних матеріалів. Серйозну загрозу для життя та здоров'я людей, які перебувають у зоні пожежі,

створюють, зокрема, токсичні продукти горіння, що виділяються під час займання, тому їхня оцінка є ключовим елементом у розробці безпечних будівельних рішень.

Сучасні будівельні матеріали, такі як полімери, композити та оздоблювальні покриття, широко застосовуються завдяки своїм практичним властивостям: міцності, легкості, естетичності. Проте під час горіння ці матеріали можуть виділяти небезпечні леткі продукти, які створюють токсичне середовище. Наприклад, полістирол і поліуретан при нагріванні утворюють чадний газ (CO), який є однією з основних причин отруєння під час пожеж. Дерев'яні конструкції, оброблені антипіренами, можуть виділяти хлорорганічні сполуки, що також становлять загрозу. Синтетичні фарби та покриття при неповному згорянні сприяють утворенню діоксинів – надзвичайно токсичних речовин, що мають довгострокові наслідки для здоров'я.

Саме тому оцінка токсичності продуктів горіння є критично важливою й дозволяє не лише зрозуміти, які матеріали є безпечнішими, але й розробити нормативні вимоги, що знижують ризики для людей у разі пожежі. У цьому контексті важливу роль відіграють міжнародні (ISO) та європейські (EN) стандарти, такі як ISO 5659-2:2017 Пластмаси. Димоутворювальна здатність. Частина 2. Визначення оптичної густини під час випробування в однокамерній шафі [1], ISO/TS 19700:2016 Метод визначення небезпечних компонентів у летких продуктах горіння в умовах контролювання коефіцієнта еквівалентності [2], ISO 19706 Настанови щодо оцінювання небезпечних чинників пожежі для людей [3], EN 13501-1:2024 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1. Класифікація за результатами випробувань щодо реакції на вогонь [4], EN ISO 11925-2:2020 Випробування щодо реакції на вогонь. Займистість будівельних виробів, що зазнають прямого вогневого впливу. Частина 2. Випробування одиничним полуменевим джерелом запалювання [5], також розроблені національні стандарти (ДСТУ), що ідентичні гармонізованим європейським стандартам під технічні регламенти [6] та державні будівельні норми України (ДБН), зокрема ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [7], що забезпечують єдині методи тестування та оцінки. ДБН В.1.1-7:2016 частково гармонізований із міжнародними стандартами, такими як ISO 5659-2:2017, що дозволяє використовувати результати міжнародних випробувань для сертифікації матеріалів. Однак національний стандарт додатково враховує специфіку місцевих умов, наприклад, кліматичні особливості, типи будівель і вимоги до евакуації, що забезпечує більш адаптований підхід до забезпечення пожежної безпеки в українських реаліях.

Міжнародний стандарт ISO 5659-2:2017 є одним із ключових інструментів для оцінки димоутворення та токсичності продуктів горіння. Тестування за цим стандартом проводиться в однокамерній установці, відомій як NBS Smoke Density Chamber, яка дозволяє імітувати різні сценарії пожежі. Основні параметри, що вимірюються під час тесту, включають максимальну питому оптичну густину диму ( $D_{s,max}$ ), питому оптичну густину на 4-й

хвилині (Ds(4)) та кумулятивну оптичну густину за перші 4 хвилини (VOF4). Ці показники допомагають оцінити, наскільки дим, що виділяється матеріалом, може ускладнити видимість і евакуацію під час пожежі.

Стандарт ISO/TS 19700:2016 Метод визначення небезпечних компонентів у летких продуктах горіння в умовах контролювання коефіцієнта еквівалентності описує метод генерації продуктів горіння для ідентифікації та вимірювання токсичних компонентів у контрольованих лабораторних умовах. Метою застосування цього стандарту є визначення вмісту токсичних компонентів у продуктах горіння матеріалів за допомогою печі трубчастого типу зі стаціонарним режимом (SSTF). Метод відтворює різні стадії пожежі (тління, добре вентильоване горіння, недостатньо вентильоване горіння) шляхом контролю швидкості подачі зразка, температури печі та потоку повітря. Сфера його застосування обмежується гомогенними термопластичними матеріалами через перевірену міжлабораторну відтворюваність для таких матеріалів. Метод не підходить для оцінки пожежної небезпеки в реальних умовах або як єдина основа для регулювання токсичності й використовується для інженерії пожежної безпеки, оцінки небезпек та розрахунків токсичної потенції, часто разом зі стандартами, такими як ISO 13344:2015 Визначення потенціалу летальної токсичності летких продуктів згоряння [8] та ISO 13571:2012 Небезпечні чинники пожежі. Настанови щодо визначення проміжку часу до настання втрати дієздатності під час пожежі [9].

Для оцінки токсичності летких продуктів горіння застосовуються комплексні методи, які поєднують хімічний, біологічний та комп'ютерний підходи. Так, використання газової хроматографії та мас-спектрометрії дозволяє ідентифікувати леткі органічні сполуки (далі – ЛОС) у продуктах горіння. Ці методи дають змогу точно визначити склад і концентрацію токсичних речовин, таких як чадний газ, ціаніди чи ароматичні сполуки. Вплив продуктів горіння на живі організми оцінюється за допомогою лабораторних тварин або клітинних культур. Такі тести допомагають зрозуміти, як токсичні речовини впливають на дихальну систему, нервову систему чи інші органи. Сучасні технології дозволяють прогнозувати токсичність матеріалів на основі їхнього хімічного складу. Моделі враховують умови горіння, температуру, доступ кисню та інші фактори, що впливають на утворення токсичних продуктів.

Таким чином, ці методи в сукупності забезпечують всебічну оцінку ризиків, пов'язаних із використанням певних матеріалів, і сприяють розробці безпечніших альтернатив. Результати таких тестів використовуються для визначення придатності матеріалів до застосування в будівлях із різними функціональними призначеннями. Проте результати тестів залежать від умов випробувань, що ускладнює їх універсальне застосування. Наприклад, реальна пожежа може мати інші характеристики, ніж лабораторні умови. По-друге, нові композитні матеріали та покриття з'являються швидше, ніж оновлюються стандарти, що вимагає постійної адаптації методів тестування. Нарешті, біологічні тести викликають етичні питання, що спонукає до пошуку

альтернативних методів, таких як комп'ютерне моделювання чи використання штучних клітинних систем.

Таким чином, забезпечення безпеки людей під час пожеж – це комплексне завдання, яке вимагає глибокого розуміння властивостей будівельних матеріалів і їхньої поведінки в умовах горіння. Проблема токсичності продуктів горіння будівельних матеріалів потребує комплексного підходу до її вирішення, а також удосконалення методів тестування токсичності. Токсичні продукти горіння, такі як чадний газ, діоксини чи ціаніди, становлять серйозну загрозу, але сучасні методи оцінки, включаючи хімічний аналіз, біологічні тести та комп'ютерне моделювання, дозволяють точно визначати рівень небезпеки. Міжнародні, європейські та національні стандарти відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки, забезпечуючи єдиний підхід до класифікації матеріалів, тим самим допомагаючи виробникам і проєктувальникам створювати матеріали, що мінімізують димоутворення та токсичність.

#### Список використаної літератури

1. International Standard ISO 5659-2:2017 Plastics – Smoke generation – Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test. Edition 4. 2017. URL : <https://www.iso.org/standard/65243.html>
2. Technical Specification ISO/TS 19700:2016 Controlled equivalence ratio method for the determination of hazardous components of fire effluents – Steady-state tube furnace. Edition 2. 2016. URL : <https://www.iso.org/standard/70630.html>
3. International Standard ISO 19706:2011 Guidelines for assessing the fire threat to people. Edition 2. 2011. URL : <https://www.iso.org/standard/56864.html>
4. EN 13501-1:2024 Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using data from reaction to fire tests. 2024. URL : <https://dgsn.gso.org.sa/store/standards/>
5. International Standard ISO 11925-2:2020 Reaction to fire tests – Ignitability of products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test. Edition 4. 2020. URL : <https://www.iso.org/standard/71204.html>
6. Перелік національних стандартів, що ідентичні гармонізованим європейським стандартам під технічні регламенти станом на 01.08.2024 року. URL : [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=110330](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=110330)
7. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL : [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=68456](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456)
8. International Standard ISO 13344:2015 Estimation of the lethal toxic potency of fire effluents. Edition 3. 2015. URL : <https://www.iso.org/standard/68029.html>
9. International Standard ISO 13571:2012 Life-threatening components of fire — Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires. Edition 2. 2012. URL : <https://www.iso.org/standard/56172.html>

**Михалик А.В.**, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 182 «Технологія легкої промисловості», група 4ЛПст, Херсонський національний технічний університет;

**Расторгуєва М.Й.**, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інтегрованих технологій, Херсонський національний технічний університет;

**Євтушенко В.В.**, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри Стандартизації і сертифікації, Херсонський національний технічний університет

## **КАМУФЛЯЖНІ ТКАНИНИ: ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ У СУЧАСНОМУ ДИЗАЙНІ**

Камуфляжні тканини сьогодні активно використовуються у різних сферах дизайну. Такі дослідження є важливим для створення якісного одягу та інтер'єрних рішень, для яких важливими є функціональність і стиль.

Камуфляжні тканини, які часто асоціюються із військовим та тактичним використанням, дедалі більше інтегруються у сферу моди та інтер'єрного оформлення. Проте їх експлуатаційні характеристики та поведінка під впливом зовнішніх факторів залишаються недостатньо дослідженими, що обмежує можливості їх ефективного використання у нових напрямках дизайну. Проблема полягає у необхідності глибшого вивчення механічної міцності, гнучкості, зносостійкості та інших властивостей камуфляжних тканин, які впливають на комфортність носіння, довговічність виробів та естетичну привабливість.

Недостатня кількість досліджень, що стосуються властивостей камуфляжних тканин з врахуванням їх широкого функціонального застосування на даний час: в побутовому одязі, предметах інтер'єру, туристичному спорядженні ускладнює обґрунтований вибір матеріалів для конкретних дизайнерських рішень.

Важливим аспектом для розгляду цінності камуфляжних тканин є екологічна безпека. Розробка стійких до зношування та екологічно чистих матеріалів сприяє зменшенню негативного впливу текстильного виробництва на довкілля. Наразі стрімкий розвиток модної індустрії, необхідність адаптації функціональних тканин до сучасних трендів і споживчих запитів також відіграє ключову роль.

Камуфляжні тканини відіграють важливу роль у сучасному дизайні одягу та інтер'єру. Їх популярність зумовлена не лише естетичними властивостями, а й функціональністю, особливо в умовах зростаючого попиту на військовий та технічний текстиль. Попередні дослідження зосереджувались переважно на візуальних аспектах камуфляжу та впливі факторів навколишнього середовища на декоративні тканини [1-3]. Також активно розробляються інноваційні рішення — адаптивні та електрохромні тканини, які змінюють колір відповідно до умов використання [4].

Ціллю роботи було дослідження властивостей камуфляжних тканин, що

використовуються в сучасному інтер'єрі для декоративних цілей, які здатні забезпечити комфорт і затишок у приміщенні.

У сучасному світі моди та дизайну зростає інтерес до тканин, що поєднують в собі функціональність та естетику. Камуфляжні тканини, які раніше використовувались у військовій сфері, набувають нового значення у цивільному вжитку. Стилiзовані візерунки камуфляжу та різновиди тканин використовуються для створення сучасного одягу, аксесуарів та елементів інтер'єру.

Передусім вони цінуються за високу функціональність, адже забезпечують міцність, зносостійкість і захист у складних умовах. Завдяки таким характеристикам камуфляжні матеріали широко використовуються не лише у військовій сфері, а й у спортивному одязі, туристичному спорядженні та навіть у міському стилі.

Крім практичних переваг, камуфляжні тканини тісно переплітаються з модними тенденціями. Дизайнери активно інтегрують камуфляж у свої колекції, пропонуючи його у нових кольорових рішеннях та нетипових фактурах. Це робить камуфляж не лише символом захисного одягу, а й елементом стильного гардеробу, що додає індивідуальності та характеру образу.

Асоціація камуфляжу із активним способом життя також сприяє його популярності. Він символізує витривалість, мобільність та готовність до викликів, тому часто використовується у спортивному одязі, екіпіруванні для походів, а також в аксесуарах. Люди, які прагнуть динамічного стилю, віддають перевагу камуфляжним елементам у повсякденному гардеробі.

Доступність таких тканин також відіграє важливу роль. Завдяки розвитку технологій виробництва вони стали не лише якіснішими, а й різноманітнішими – від легких синтетичних матеріалів до натуральних тканин із захисними властивостями.

Сучасні інновації у текстильному виробництві дозволяють створювати камуфляж із водовідштовхувальними, терморегулюючими та антимікробними характеристиками, що значно розширює спектр їхнього застосування.

Таким чином, камуфляжні тканини не просто залишаються затребуваними – вони еволюціонують, змінюючи межі свого використання і закріплюючись у різних сферах, від моди до високотехнологічного спорядження. Їхня універсальність робить їх особливими та здатними відповідати запитам як практичних, так і стильових рішень.

Дослідження властивостей камуфляжних тканин має ключове значення для їх ефективного використання у дизайні одягу та інтер'єру. Міцність і довговічність дозволяють таким матеріалам витримувати механічні навантаження, зберігаючи свою структуру та зовнішній вигляд навіть при інтенсивній експлуатації.

Дослідження фізико-механічних властивостей камуфляжних тканин відкриває широкі можливості для розширення їх використання, в дизайн високотехнологічного одягу, комфортних предметів інтер'єру та інноваційних

декоративних рішеннях. Порушене нами питання є актуальним як у науковому, так і у практичному контексті, забезпечуючи ефективну інтеграцію камуфляжних матеріалів у нові сфери застосування. Дослідження фізико-механічних властивостей дозволяє детальніше визначити напрями ефективного використання тканини, оцінити її зносостійкість, комфорт, технологічність та відповідність сучасним вимогам до якості. Особливо актуально це питання для інтеграції камуфляжного текстилю у дизайн, де поєднуються естетика, функціональність та надійність.

Вивчення цих властивостей дозволяє створювати більш ефективні та надійні камуфляжні тканини для різних умов експлуатації, включаючи одяг та використання в інтер'єрі житлових та суспільних споруд.

Гнучкість та комфорт є важливими характеристиками для одягу, оскільки тканина повинна бути еластичною, не обмежувати рухи та забезпечувати зручність для носія.

Камуфляжні матеріали часто застосовуються у складних умовах, тому їх стійкість до зовнішніх факторів, таких як волога, ультрафіолетове випромінювання та механічні пошкодження, має вирішальне значення.

У сфері дизайну одягу та інтер'єру важливо, щоб тканина не тільки виконувала функціональні завдання, а й мала естетичні характеристики, зберігала колір, відповідну текстуру та гармонійно вписувалася у стильові рішення.

Сучасні камуфляжні тканини можуть містити інноваційні матеріали, які покращують їх екологічність та забезпечують можливість вторинного використання, що особливо актуально для стійкого виробництва та екологічного дизайну. Таким чином, комплексне дослідження цих властивостей дозволяє не лише визначити якість та функціональність тканин, а й чітко окреслити напрями їхнього застосування.

Стійкість забарвлення камуфляжних тканин до різних зовнішніх впливів, таких як прання, тертя, органічні розчинники та прасування, визначає їх довговічність і відповідність умовам експлуатації. Висока стабільність кольору сприяє збереженню маскувальних властивостей та естетичних характеристик, що є важливим не лише для військового одягу, а й для модної індустрії та декоративного текстилю.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі включають удосконалення технологій фарбування для підвищення стійкості кольору, розробку інноваційних матеріалів із покращеними фізико-механічними властивостями та інтеграцію адаптивних текстильних технологій, таких як електрохромні та мультиспектральні камуфляжні тканини.

Важливим є також аналіз впливу екологічних факторів на експлуатаційні характеристики матеріалів та пошук стійких рішень для їх вторинного використання.

Дослідження підтвердило важливість подальшого розвитку камуфляжних тканин, їх адаптації до сучасних потреб моди, технічного текстилю та військового спорядження. Вдосконалення технологій їх виробництва та методів

аналізу дозволить оптимізувати властивості матеріалів, забезпечуючи їх ефективність, довговічність та екологічну безпеку.

Список використаної літератури

1. Choi J.-H. A Study on the Visual Characteristics of Camouflage Patterns in Fashion Design. Fashion & Textile Research Journal. 2013. Vol. 15, no. 5. P. 682–693. URL: <https://doi.org/10.5805/sfti.2013.15.5.682> (date of access: 06.05.2025).
2. Супрун Н., Осипенко Н., Озимок Г. Визначення впливу інсоляції на якість портьєрних тканин. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. № 21.6. С. 77–81.
3. Kovacevic S, Gudlin Schwarz I, Durasevic V. Analysis of Printed Fabrics for Military Camouflage Clothing. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2012; 20, 3(92): 82-86.
4. Nguyễn T. L., Nguyen A. T., Nguyen Manh Thang. Developing a method to generate an adaptive real-time camouflage pattern based on electro-chromic active devices. Journal of Military Science and Technology. 2024. Vol. 99. P. 78–88. URL: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.99.2024.78-88> (date of access: 06.05.2025).

**Сінякова С.Ю.**, студентка групи АтаКД 2023-1, навчально-наукового Інституту будівництва та цивільної інженерії, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова;

**Михайлюк А.О.**, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

## **АНАЛІЗ СТАНУ ХІМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА ОБ'ЄКТАХ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Серед найважливіших систем життєзабезпечення населених пунктів країни слід відмітити водопровідно-каналізаційне господарство, яке є однією з найважливіших систем життєзабезпечення населених пунктів країни. Сьогодні загальна протяжність водопровідних мереж в Україні становить понад 100 тисяч кілометрів, кількість насосного обладнання у системах водопостачання країни майже 15 тисяч одиниць, загальна протяжність каналізаційних мереж – 35 тисяч кілометрів. Знезараження води на цих об'єктах найчастіше здійснюють за допомогою хімічно небезпечної речовини - хлору, середня кількість якого складає від двох до 125 тонн [1]. Стан хімічної небезпеки об'єктів водопостачання на сьогодні в умовах ведення Росією варварських методів війни викликають особливу турботу. За даними Асоціації «Укрводоканалекологія» ворог пошкодив 583 об'єкти водопровідно-каналізаційної галузі України та 1108 кілометрів водопровідно-каналізаційних мереж. Загальні збитки склали понад 11 млрд доларів. При цьому зношеність основних фондів складає від 33 % до 70 %. Такий стан водопровідно-каналізаційних господарств України значно підвищує ризик аварійності з

викидами токсичного хлору, які призводять до негативних наслідків, пов'язаних з ураженням і загибеллю людей.

Виконаний у роботі аналіз небезпечних властивостей хлору показав, що основну загрозу при аварійних викидах складає небезпека, пов'язана, у першу чергу, з його токсичністю. За ступенем дії на організм людини хлор належить до шкідливих речовин 2 класу небезпеки («високонебезпечні»), за ступенем токсичності - до 2 групи («високотоксичні») [2].

Рівень небезпеки аварійного витоку хлору залежить від багатьох факторів, зокрема від геометричних розмірів отвору в апараті чи трубопроводі, тиску в них, температури навколишнього середовища, а також агрегатного стану хлору. Найбільш небезпечними є витoki рідкого хлору, так як при випаровуванні 1 л рідкого хлору утворюється 450 л газоподібного хлору. Особливо небезпечною є стадія миттєвого випаровування хлору, так як паро-аерозольна хмара, що утворюється, через високу густину добре розтікається та відносно слабо розсіюється. При цьому хлорна хмара за короткий проміжок часу здатна охопити велику площу з розташованими на ній виробничими та адміністративними об'єктами і призвести до загибелі людей.

Враховуючи високотоксичні властивості хлору, причини аварій та викидів хлору на об'єктах водопровідно-каналізаційного господарства у роботі проведено розрахунок зон хімічного ураження при викидах рідкого хлору в результаті розгерметизації контейнера з рідким хлором в кількості 1000 кг (ступінь заповнення 70 %) згідно методики [3]. Результати розрахунків наведено в табл.1. З таблиці видно, що при викиді максимальної кількості хлору утворюється зона можливого хімічного ураження глибиною 1,3 км, площею 5,3 км<sup>2</sup>.

Таблиця 1- Масштаби хімічного забруднення при аварії на об'єкті водопровідно-каналізаційного господарства

| Параметри                                           | Аварійний блок |
|-----------------------------------------------------|----------------|
|                                                     | Контейнер      |
| Загальна маса розлитого хлору, т                    | 0,7            |
| Товщина шару розлитого хлору, м                     | 730            |
| Глибина зони ураження, км                           | 1,3            |
| Площа зони прогнозованого ураження, км <sup>2</sup> | 0,94           |
| Площа зони можливого ураження, км <sup>2</sup>      | 5,3            |

Таким чином, дослідження хімічної небезпеки водопровідно-каналізаційних господарств показав, що потенційна небезпека цих об'єктів пов'язана із небезпекою, обумовленою токсичними властивостями хлору та умовами виникнення і розвитку аварій на технологічному обладнанні, що здатні призвести до недопустимих наслідків.

Список використаної літератури

1. Проблемні питання окремих галузей сфери житлово-комунального господарства у період воєнного стану та пропозиції щодо їх вирішення. Аналітична записка. Асоціація міст України. Київ.- 2023.

[https://auc.org.ua/sites/default/files/library/zhkg\\_az\\_2023\\_v2.pdf](https://auc.org.ua/sites/default/files/library/zhkg_az_2023_v2.pdf).

2. Довідник з хімії.

<https://techemy.com/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%>.

3. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті.

Наказ МВС України № 1000 від 29.11.2019.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text>.

## УДК 355.41

**Судік Д.С.**, курсант 324 навчальної групи факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, старший солдат;

**Сльчанінов О.Д.**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фундаментальних дисциплін, Національна академія Національної гвардії України

### ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ

Будь-яка армія є сучасною і здатною на «адекватну швидкість» дій, реагування та мобільність у розподілі ресурсу, якщо вона має передове логістичне забезпечення – від підготовки та функціонування у поточному стані і до супроводу бойових операцій різного масштабу.

Кожен сегмент військової діяльності потребує визначеної шляхом моделювання кількості озброєння, спеціальної техніки, транспортних засобів, особового складу, пального, медикаментів, харчів, форми, боєприпасів тощо. І для того, щоб ці потреби задовольнити, потрібна система закупівлі, постачання, зберігання, ремонту, технічного обслуговування, контролю експлуатації, утилізації надлишків, планування і здійснення військових перевезень всього того, що ми перерахували вище. А ще – сервіс військового побуту і квартирування та обслуговування об'єктів військової інфраструктури. Це і є той немалий обсяг критично важливого функціоналу, який бере на себе військова логістика, яка у натовській архітектурі «J-структур» має власний кластер «J-4», себто, забезпечення й підтримки операцій.

Метою роботи є аналіз можливих підходів та застосування теорії графів до розв'язання задач військової логістики.

Транспортні задачі – це задачі вибору оптимального варіанта логістики товарів від пунктів виробництва до пунктів споживання з урахуванням усіх реальних можливостей. За постановкою транспортні задачі можна поділити на групи:

1. Задачі мінімізації вартості перевезень товару від пунктів виробництва до пунктів споживання або від пунктів зберігання до пунктів бойового застосування.

2. Задачі мінімізації довжини маршруту при перевезенні від одного (або

кількох) постачальника до кількох споживачів.

3. Задачі мінімізації термінів та строків транспортування (перевезення) матеріальних засобів від пунктів виробництва (зберігання) до пунктів бойового застосування (або споживання) та ін.

Граф є математичною моделлю найрізноманітніших об'єктів, явищ і процесів, що досліджуються і використовуються в науці, техніці та на практиці.

Наприклад, у вигляді графа можуть бути зображені: електричні і транспортні мережі; інформаційні (комунікаційні) і комп'ютерні мережі; карти автомобільних, залізничних і повітряних шляхів, газогонів і нафтопроводів; моделі бойових дій; плани військової діяльності або плани виконання певних робіт (розклади); організаційні структури тощо.

Приклади застосування теорії графів: пошук зв'язаних компонентів у комунікаційних мережах; пошук найкоротших, «найдешевших» та «найдорожчих» шляхів у комунікаційних та транспортних мережах; побудова кістякового дерева: зв'язність з найменшою можливою кількістю ребер; пошук максимальної течії для транспортної мережі, в якій визначено вхідні та вихідні вершини та пропускні спроможності ребер; знаходження циклів графів: гамільтонів цикл: обійти всі вершини графа, побувавши в кожній з них лише один раз (задача комівояжера); ейлерів цикл: обійти всі ребра (контроль дієздатності мережі); розфарбування графів: розфарбування географічних карт, укладання розкладів, розміщення ресурсів тощо.

Розглядається дводольний граф. Пункти виробництва (зберігання) та бойового застосування (або споживання) попарно з'єднуються ребрами нескінченної пропускної спроможності та ціни за одиницю потоку  $C_{ij}$ . До верхньої частини штучно приєднується джерело. Пропускна здатність ребер із кожного пункту виробництва дорівнює запасу продукції (зброї, набоїв, засобів матеріального забезпечення) у цьому пункті. Ціна за одиницю потоку у цих ребер дорівнює 0. Аналогічно до нижньої частки приєднується стік. Пропускна здатність ребер з кожного пункту споживання в стік дорівнює потребі продукту в цьому пункті. Ціна за одиницю потоку у цих ребер теж дорівнює 0. Далі розв'язується задача знаходження максимального потоку мінімальної вартості і шукається найдешевший потік. Алгоритм можна запускати відразу – без знаходження опорного плану. Але в цьому випадку процес розв'язання буде дещо довшим. При випадково підібраних даних зазвичай потрібно набагато менше порядку операцій. При розв'язанні незбалансованої транспортної задачі застосовують прийом, що дозволяє зробити його збалансованим. Для цього вводяться фіктивні пункти призначення або відправлення. Виконання балансу транспортної задачі необхідне для того, щоб мати можливість застосувати алгоритм розв'язання, побудований на використанні транспортних таблиць.

Робиться висновок, що транспортні задачі зручно розв'язувати з допомогою теорії графів, оскільки вони можуть наочно зобразити оптимальне переміщення вантажів від пунктів виробництва (зберігання) та бойового застосування (або споживання). Використання розв'язання транспортних задач (оптимізація), як правило, знижує транспортні (або часові) витрати на 10–30%.

**Супрович Д.С.**, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 022 «Дизайн», група ДЗН-21-2, Хмельницький національний університет;

**Олійник Г.С.**, кандидат технічних наук, доцент кафедри дизайну, Хмельницький національний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ УМОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ВЕСТИБЮЛЮ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ДИТЯЧОГО БУДИНКУ «БЕРІЗКА» У МІСТІ ХМЕЛЬНИЦЬКОМУ**

У зв'язку з війною в Україні збільшилось кількість дітей-сиріт, дітей з обмеженими можливостями, які утримуються в дитячих будинках, тому нами було досліджено умови та фактори, що визначають процес дизайн-проектування вестибюлю Хмельницького спеціалізованого будинку дитини «Берізка».

Функціональне значення приміщення – оновлення інтер'єру вестибюлю Будинку дитини, для створення комфортного та безпечного простору для дітей та персоналу.

Обмірний план вестибюлю (рис. 1) має площу 61,67 м<sup>2</sup>.

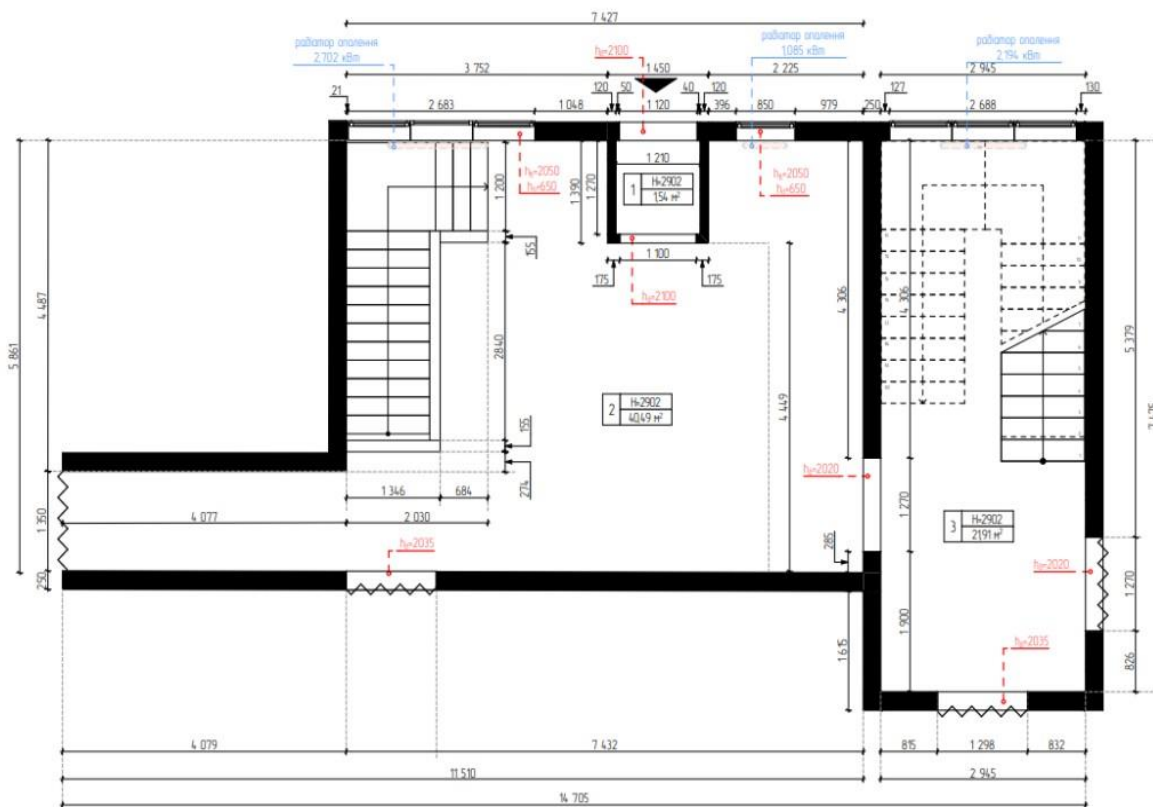


Рис. 1. План обмірний

На рисунку 1 представлений вестибюль, який має такі габаритні розміри: північна стіна шириною 7,4м; південна стіна шириною 11,5м; західна стіна шириною 5,9м; східна стіна шириною 7,5м.; висота стін 2,9м.

Також до складу приміщення входить тамбур, який має габаритні розміри

1,27м по західній стороні та 1,45м по північній стороні.

На даний момент в об'єкті проектування наявні інженерні системи, такі як:

- Електропостачання. Освітлення є штучним та природним, завдяки великим вікнам та світильникам на стелі, а також двом бра на стіні;
- Протипожежний захист. Приміщення обладнане системою протипожежної сигналізації та вогнегасниками, також наявні світлові вказівники для орієнтації у випадку пожежі, що відповідає;
- Опалення приміщення. В систему опалення входять радіатори – 2 шт. – температура приміщення відповідає +18 – 22 градуси.
- Щодо зручностей, приміщення наповнене м'якими меблями, журнальним столиком та декоративними елементами.
- Широкі проходи та вікна, що пропускають багато світла роблять приміщення функціональним. Охорона забезпечує нагляд і порядок у приміщенні, що є важливим у експлуатації приміщення.

Особливістю проектування вестибюлю є врахування цільової аудиторії, тобто тих, хто буде безпосередньо користуватися даним простором. Для них потрібно організувати достатньо простору та освітлення, підібрати відповідну кольорову гаму та меблювання простору. Приміщення вестибюлю має бути візуально не перевантаженим, але із гармонійним поєднанням пастельних кольорів з яскравими акцентами, м'якими та плавними формами та відсутністю небезпечних кутів та деталей, які можуть травмувати дітей, що знаходяться у приміщенні.

Вимогами та потребами вище перерахованої цільової аудиторії є: використання нетоксичних та гіпоалергенних матеріалів, відсутність слизьких поверхонь та загострених кутів, відчуття простору «дитячим», залучення дітей завдяки візуальним та тактильним елементам дизайну, використання навігаційних підказок, зручність, функціональність та естетика.

Було проаналізовано ряд важливих факторів, що впливатимуть процес проектування.

Освітлення прямо впливає на самопочуття дітей, на настрій та здоров'я. Отже, важливо приділити особливу увагу саме організації освітлення. Усі навчально-виховні заклади мусять чітко дотримуватися вимог, закладених в Державних будівельних нормах України В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [1]. В будівельних нормах [2, с.4 п.5.2.4] відмічено, що «недостатнє освітлення приміщень, дефіцит сонячного світла спричиняє комплекс хворобливих явищ, особливо у дітей, що може супроводжуватися зниженням у людини розумової та фізичної працездатності.»

Згідно з цим, важливо розрахувати потужність освітлення для комфортного перебування у приміщенні. Виходячи з даних таблиці 1, за умови якщо площа вестибюлю дитячого будинку 40,49 м<sup>2</sup> то потрібно 810 Вт, а для зони сходового холу площею 21,91 м<sup>2</sup> – 440 Вт для яскравого освітлення.

Таблиця 1 – Розрахунок потужності освітлення

| Площа приміщення    | Дуже яскраве приміщення | Яскраве освітлення | М'яке освітлення |
|---------------------|-------------------------|--------------------|------------------|
| 1 м <sup>2</sup>    | 20 Вт                   | 20 Вт              | 15 Вт            |
| До 6 м <sup>2</sup> | 150 Вт                  | 140 Вт             | 60 Вт            |
| 8 м <sup>2</sup>    | 200 Вт                  | 150 Вт             | 80 Вт            |

Згідно з ДБН [3, с.34 п.8.18 табл.14] «розрахункову температуру повітря для проектування опалення у приміщенні вестибюлю слід вважати 16<sup>0</sup>С».

Згідно з ДБН [3, с.43 п.11.8] «У навчальних приміщеннях з постійним перебуванням людей, окрім необхідних систем вентиляції, слід передбачити наскрізне або кутове провітрювання приміщень. Вікна повинні бути обладнані пристроями механічного відчинення фрамуг чи кватирками на доступній для відчинення висоті».

Згідно з ДБН [4, с.19 п.8.11] «Опалювальні прилади повинні бути захищені негорючими екранами або ґратами, виготовленими з сертифікованих матеріалів». Варто зазначити, що у приміщенні вестибюлю є достатня кількість вентиляційних решіток. Проте, додатково рекомендується встановлення кондиціонера та рекуператора для комфортного перебування відвідувачів та дітей у даному приміщенні.

Згідно з ДБН [4, с.24 п.9.8] «на шляхах евакуації опорядження стін і стелі, покриття підлог в сходових клітках і холах вестибюлях повинні бути виконані з негорючих матеріалів. Для утеплення стін будівель закладів дошкільної освіти слід використовувати негорючі матеріали». «Для зменшення рівня концентрації фенолу, формальдегіду та фталатів у повітрі навчальних та ігрових приміщень необхідно застосовувати гомогенний лінолеум» [4, с.30 п.11.12].

Виходячи з наведених раніше норм, для проекту рекомендовано використання таких матеріалів: вінілова підлога (зносостійка), керамограніт (не ковзкий), матова натяжна стеля (Г1); декоративна штукатурка (екологічна).

Згідно з ДБН [5] варто зауважити, що дверні і відкриті прорізи в стіні повинні мати ширину в чистоті не менше 0,9 м, при глибині ніші відкритого прорізу не більше 1,0 м її ширину слід приймати за шириною комунікаційного проходу, але не менше 1,2 м. Дверні прорізи не повинні мати порогів та перепадів висот.

Планувальне рішення будинків повинно забезпечувати безперешкодний та зручний доступ маломобільних мешканців чи відвідувачів до приміщень, зон і місць, які призначені для них, відповідно до нормативних вимог. А також, розробляючи дизайн дитячого будинку, доцільно враховувати досвід попередників, дизайнерів, студій дизайну інтер'єру, які реалізовували подібні проекти, проводили дослідження соціологічних мас та враховували модні тенденції того часу.

Наразі не існує достатньої кількості студій, котрі займались такими проектами як дитячі будинки. Внаслідок малого бюджету, більшість дитячих

будинків не наймають дизайнерів інтер'єру або ж дизайн-студії, котрі би змогли розробити для них проект.

Вони більше фокусуються на спрямуванні бюджету на харчування, освіту та медичну допомогу для дітей. Також внаслідок того, що така тема як «комфортне середовище відіграє великий вплив на дітей» - ще не стала такою поширеною. Більшість благодійних фондів, які могли спонсорувати дизайн-проект, спрямовують ці кошти на більш нагальні проблеми.

Враховуючи проведений аналіз цільової аудиторії, вимог щодо даного об'єкту проектування та актуальних дизайнерських тенденцій, основною метою проектування інтер'єру вестибюлю спеціалізованого будинку дитини є створення зручного, безпечного, естетичного простору, який задовольнив би усі вікові групи людей.

При розробці дизайн-проекту буде втілений тренд на округлі форми, зонування простору через текстури, використання матеріалів, котрі приємні на дотик, використання теплих дерев'яних текстур.

Для визначення планувальних рішень важливим було визначитися з формами та кількістю меблів, що мали бути присутніми у цьому просторі. Тому були створені авторські ескізи, які представлені на рисунку 2. З переваг варто виділити округлі та м'які форми, завдяки текстурі деревини та тканині букле створюється затишок.

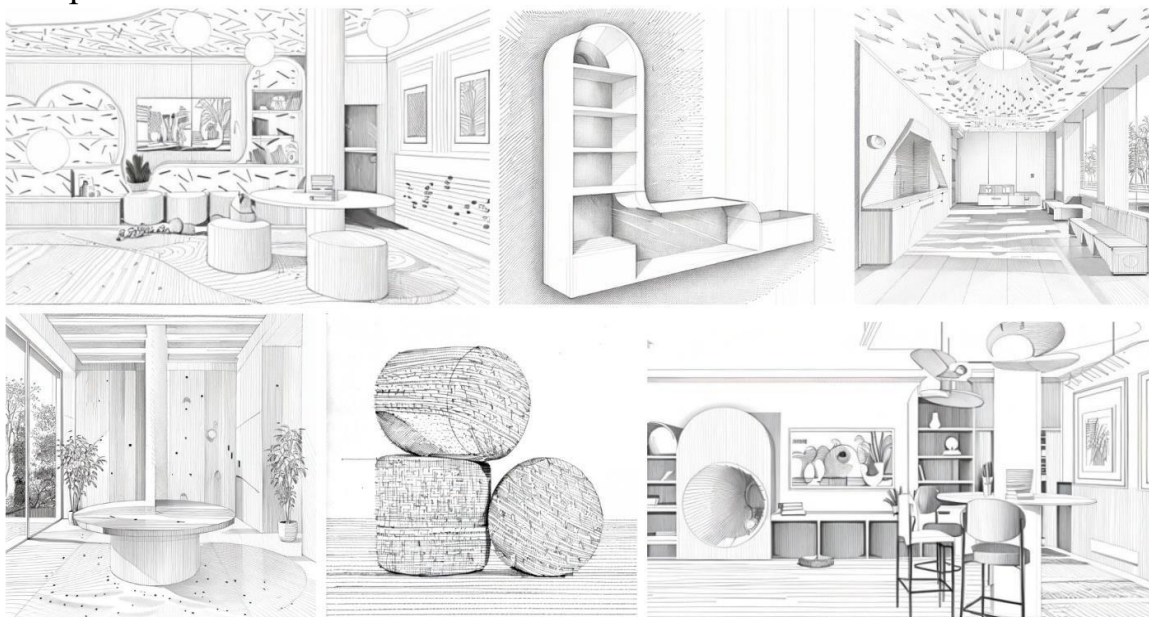


Рис. 2. Авторські ескізи

Особливістю є використання пухів, які можна заховати у меблеву стінку знизу. Меблева стінка робить приміщення більш функціональним, у ньому також використовуються оригінальні меблеві конструкції. На цій стіні, що і меблева стінка розташований телевізор, який є потрібним функціональним об'єктом у зоні очікування вестибюлю.

Розглянуті нами фактори та особливості слід врахувати при розробці планувальних рішень вестибюлю спеціалізованого дитячого будинку

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.5 - 28:2018 «Природне і штучне освітлення». URL:

[https://econstruction.gov.ua/laws\\_detail/3074958732556240833?doc\\_type=2/](https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2/)  
(дата звернення: 06.05.2025).

2. ДБН В.1.2 - 8:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля». URL: [https://econstruction.gov.ua/laws\\_detail/3074174554558432858?doc\\_type=2/](https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3074174554558432858?doc_type=2/) (дата звернення: 06.05.2025).

3. ДБН В.2.2 - 3:2018 «Заклади освіти». URL: [https://econstruction.gov.ua/laws\\_detail/3199639927805445716?doc\\_type=2/](https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199639927805445716?doc_type=2/) (дата звернення: 07.05.2025).

4. ДБН В.2.2 - 4:2018 «Заклади дошкільної освіти». [https://econstruction.gov.ua/laws\\_detail/3199641891914122817?doc\\_type=2/](https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199641891914122817?doc_type=2/) (дата звернення: 07.05.2025).

5. ДБН В.2.2 - 9:2018 «Громадські споруди. Основні положення». [https://econstruction.gov.ua/laws\\_detail/3199648113669179181?doc\\_type=2/](https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199648113669179181?doc_type=2/) (дата звернення: 07.05.2025).

**Туревич А.С.**, здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 022 «Дизайн», група ДЗН-21-2, Хмельницький національний університет;

**Олійник Г.С.**, кандидат технічних наук, доцент кафедри дизайну, Хмельницький національний університет

## **ПРОЕКТУВАННЯ СТУДЕНТСЬКОГО ГУРТОЖИТКУ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА РІШЕННЯ**

Студентський гуртожиток — будівля при закладах вищої освіти, що призначена для проживання на період навчання студентів з інших міст, слухачів, курсантів, аспірантів, ад'юнктів, докторантів тощо (далі — студенти), а також студентів з-поміж дітей-сиріт та дітей, позбавлених батьківського піклування, за умови відсутності в них іншого місця проживання.

У сучасних умовах вдосконалення освіти важливу роль відіграє якість проживання студентів. Студентський гуртожиток це місце де студенти не тільки проживають і харчуються, а й місце для зустрічей з друзями, роботи, вечірок та культурно-масових заходів.

Як об'єкт проектування дане приміщення – складний багатофункціональний простір який поєднує житлово-побутові, навчальні, соціальні функції. Його дизайн має відповідати не лише естетичним запитам, але й передбачати функціональність, комфорт, ергономіку, й сприяння позитивному емоційному стану студентів.

Вдале дизайнерське рішення такого приміщення може суттєво підвищити якість життя студентів, та їх заохочення до навчання.

У сучасному світі естетично привабливий та функціонально продуманий гуртожиток це показник статусу закладу освіти, та хороший показник для вступу більшої кількості студентів.

Інтер'єри та архітектура сучасних студентських гуртожитків усе частіше створюються з урахуванням екологічних технологій та здатності адаптуватися до потреб молоді. Гнучке зонування, облаштування коворкінгів, спільних кухонь, місць для відпочинку й активного дозвілля формують якісно нове середовище, яке покликане стати для студентів не лише місцем проживання, а й простором для творчості, самовираження та особистісного зросту.

Гуртожитки характеризуються обмеженим набором приміщень із тенденцією до поєднання кількох функцій в одному просторі. Таке житло зазвичай має коридорне планування та призначене для спільного проживання осіб, об'єднаних спільною діяльністю — навчанням чи роботою.

Однією з особливостей українських вишів залишаються гуртожитки. Незважаючи на проведені євроремонти, у багатьох з них досі зберігається не лише застаріла система обмежень (стороннім вхід заборонено, а мешканці часто не можуть вільно пересуватися після певної години), а й зовнішній вигляд потребує оновлення. Деякі заклади навіть впроваджують систему нагляду з числа самих студентів, призначаючи старших поверху або блоку, які мають стежити за порядком. Натомість питання створення комфортного, дружнього й відкритого простору для життя та спілкування студентів часто залишається поза увагою.

Студентський гуртожиток це середовище, де формується студентська спільнота, відбувається культурний обмін, встановлюються соціальні зв'язки, що сприяють інтеграції у громадське життя.

Однією з головних особливостей інтер'єру такого житла є зонування простору. У спільних зонах повинні бути чітко виділені місця для навчання, відпочинку, зберігання речей та соціальної взаємодії. Проектування повинно базуватись на принципах раціонального використання площі, що особливо важливо в умовах обмеженого простору.

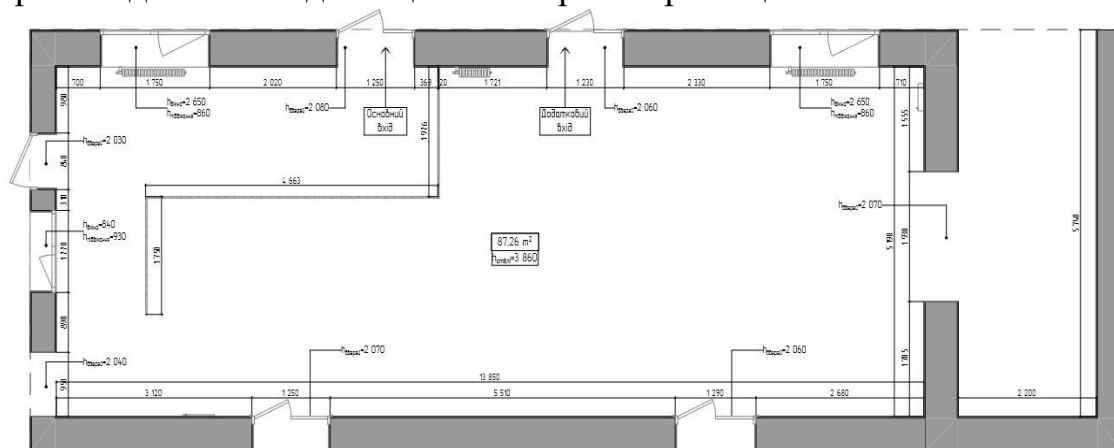
Об'єкт проектування це приміщення вестибюлю студентського гуртожитку площею 87,26 м<sup>2</sup> (Рис.1). Висота приміщення 3860 мм. Товщина стін 550 мм. Стіни з цегли з оштукатуренням гіпсовою штукатуркою, а також покриті шаром водоемульсійної фарби. У вестибюлі є два великих вікна, але вони не забезпечують достатньої кількості природнього освітлення. Також є штучне освітлення якого недостатньо для нормального освітлення холу. Приміщення обладнане трьома радіаторами опалення вздовж зовнішньої стіни задля компенсації тепловтрат.

Вестибюль оснащений протипожежною сигналізацією, системою оповіщення та обладнанням для пожежогасіння.

Також встановлений турнікет для контрольованого проходу відвідувачів та студентів які проживають в гуртожитку.

У сучасних умовах вдосконалення освіти важливу роль відіграє якість проживання студентів. Гуртожиток перестає бути лише місцем для сну.

Більшість існуючих гуртожитків характеризуються надмірною колективізацією простору, що унеможливорює створення фізично й психологічно комфортного середовища для навчання та відпочинку. У багатьох з них також складно забезпечити доступність для маломобільних осіб через



Саме тому актуальним є питання переосмислення концепції студентського гуртожитку відповідно до сучасних освітніх і соціокультурних потреб молоді. Гуртожиток як об'єкт дизайну інтер'єру вимагає комплексного рішення, яке поєднує у собі багато факторів. Це не просто житло, а простір розвитку, взаємодії та підтримки освітнього процесу. Його архітектурно-дизайнерське рішення повинно враховувати принципи функціональності, гнучкості, комфорту та інноваційності. Такий підхід сприяє формуванню повноцінного освітнього середовища та гармонійному розвитку особистості студента.

Розробка інтер'єру для приміщення студентського гуртожитку як дизайн об'єкта передбачає глибокий аналіз потреб користувачів, правильне зонування простору, підбір сучасних та технологічних матеріалів, візуальну складову та емоційний комфорт. Для початку потрібно проаналізувати специфіку цільової аудиторії, для якої проектується дане приміщення. Основними користувачами гуртожитку є студенти віком від 16 до 25 років. Вони ведуть активний спосіб життя, шукає простір для розвитку та самореалізації, багато комунікує між собою та навчається. Їм потрібне місце для спілкування та відпочинку, відчуття приватності та соціуму одночасно, можливість адаптації простору під різні сценарії зустрічей (допомога один одному з навчанням, зустріч з настільними іграми, чи просте обговорення буденних справ за чашкою кави). У будь якому просторі дуже важливу роль відіграють будівельні норми. Тому ми звертаємо на них особливу увагу. При розробленні креслеників для дотримання протипожежної безпеки слід керуватись ДБН В.1.1-7:2016 у якому йдеться про необхідність обладнання будинків і приміщень системами: автоматичного пожежогасіння, пожежної сигналізації, протидимного захисту, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей, централізованого пожежного спостереження.

При виборі пожежних сповіщувачів необхідно керуватися вимогами ДСТУН CEN/TS 54-14 та цих будівельних норм: димові пожежні сповіщувачі, які мають у своїй конструкції звуковий оповіщувач, допускається застосовувати в разі, коли на початковій стадії виникнення пожежі є дим і контрольовані

приміщення використовуються для короткострокового проживання (перебування) людей (готелі, лікарні, гуртожитки тощо) (відповідно до вимог ДБН В.2.5-56:2014 "Системи протипожежного захисту").

Ці норми встановлюють вимоги до обладнання об'єктів СПЗ під час їх нового будівництва, реконструкції, технічного переоснащення, капітального ремонту, реставрації, зміни категорій приміщень і будинків за вибухопожежною і пожежною небезпекою згідно з ДСТУ Б В.1.1- 36.

Відповідно до вимог ДБН В.2.2-40:2018 "Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення" Підходи до різного обладнання та меблів повинні бути завширшки не менше ніж 0,9 м, діаметр зони для самостійного розвороту особи з інвалідністю на кріслі колісному слід приймати не менше ніж 1,5 м. Ширина просвіту дверей приміщень має бути не менше ніж 0,9 м. При глибині відкритого прорізу більше ніж 1,0 м ширину прорізу слід приймати по ширині комунікаційного проходу, але не менше ніж 1,2 м. Внутрішні просвіти дверей не повинні мати порогів і перепадів висот підлоги. Пороги входних дверей не повинні перевищувати 0,02 м".

Найважливішим завданням, при проєктуванні комфортного середовища в студентському гуртожитку, є збереження та розширення функціонального призначення приміщення. Функціональність простору — це його здатність ефективно виконувати призначені завдання та відповідати конкретним потребам користувачів. Вона демонструє, наскільки простір підходить для своєї ролі й наскільки зручно ним користуватися.

На рівень функціональності впливають такі чинники, як планування приміщення, логіка розміщення елементів, зручність переміщення та організація внутрішнього середовища. Функціональність відіграє ключову роль у формуванні дизайну інтер'єру, слугуючи базою для прийняття більшості дизайнерських рішень.

Для створення функціонального простору потрібно до дрібниць продумати деталі. Відповідно до поставлених завдань слід сформулювати концепцію простору та розробити план, який гарантуватиме функціональність, узгоджену з потребами й цілями проєкту. Особливістю колірної оформлення інтер'єру гуртожитків для студентів мистецьких спеціальностей є переважання нейтральної палітри в основі дизайну з доповненням яскравих акцентів і колірних вставок, підібраних таким чином, щоб стимулювати креативність, інтелектуальну активність, працездатність і творче мислення мешканців.

Оскільки вестибюль гуртожитку знаходиться в постійній експлуатації, було прийняте рішення обирати довговічні матеріали стійкі до пошкоджень. Так як в приміщенні постійно знаходяться люди було обрано також екологічні матеріали які не містять токсичні речовини які негативно впливають на організм. Природні матеріали створюють візуально приємне, «тепле» середовище. Гуртожиток, оформлений з використанням екологічних принципів, демонструє турботу адміністрації про мешканців і довкілля. Це сприяє позитивному сприйняттю навчального закладу як сучасного й відповідального.

На плані меблювання (рис.2) представлено входну зону студентського гуртожитку.

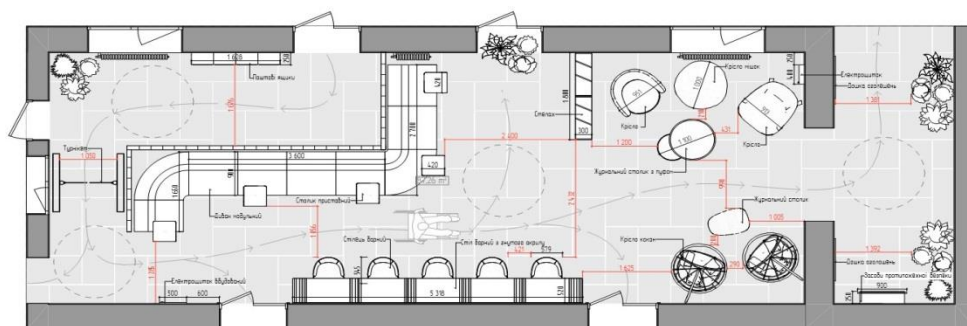


Рис. 2. План меблювання

На плані меблювання можна побачити утворені чотири зони: вхідна зона; робоча зона; зона відпочинку та коридор.

План зонування зображено на рисунку 3 .



Рис. 3. Зонування приміщення

Робоча зона та зона відпочинку умовно відділені одна від одної за допомогою стелажа, який фіксує розташування всіх меблів з розмірами для перевірки ергономіки простору, а також показано напрямки руху на кріслі колісному маломобільних груп населення і можливі місця для розвороту.

Порушені питання потребують подальших розвідок та відповідних досліджень в цьому напрямку.

**Чернюк О.О.**, курсант 274 групи командно-штабного факультету Національної академії Національної гвардії України;

**Жумагулов Р.К.**, курсант 274 групи командно-штабного факультету Національної академії Національної гвардії України;

**Душкін В.Д.**, доцент кафедри фундаментальних дисциплін факультету логістики Національної академії Національної гвардії України, кандидат фізико-математичних наук, доцент

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТЕПЕНЯ ВАЖЛИВОСТІ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

Цей метод розроблений видатним американським психологом Луї Терстоуном і вперше був використаний для ранжирування злочинів по мірі

серйозності і для ранжирування різних національностей по перевазі з точки зору дружніх взаємин.

Він є альтернативним до методу простого ранжування. У методі простого ранжування, який називають ще методом надання переваги, оцінки визначаються на основі думок групи людей (експертів). Кожен експерт ставить числову оцінку кожному об'єкту порівнюючи його з усіма іншими одночасно. Одиничний ранг отримає об'єкт, який на думку цієї людини (експерта) є найбільш важливим. На одиницю більшу оцінку отримає об'єкт другий за ступенем важливості і т.і. Нехай величина  $a_{ij}$  означає оцінку, що виставлена експертом  $j$  об'єкту з номером  $i$ . Значення величин  $a_{ij}$  є цілими числами від 1 до  $n$  ( $n$  - кількість порівнюваних об'єктів). , де ранг найбільш важливого об'єкта дорівнює 1, а найменш значущого дорівнює  $n$ .

На основі оцінок експертів складається таблиця 1.

Таблиця 1

| Об'єкти | Оцінки експертів |          |     |          |
|---------|------------------|----------|-----|----------|
|         | 1                | 2        | ... | m        |
| $x_1$   | $a_{11}$         | $a_{12}$ | ... | $a_{1m}$ |
| $x_2$   | $a_{21}$         | $a_{22}$ | ... | $a_{2m}$ |
| ...     | ...              | ...      | ... | ...      |
| $x_n$   | $a_{n1}$         | $a_{n2}$ | ... | $a_{nm}$ |

Для кожного рядка визначається сума

$$\Sigma_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} \quad (1)$$

Найбільш вагомим вважається показник, який отримав найменше значення величини  $\Sigma_i$ . Далі об'єкти впорядковуються за ступенем важливості у порядку спадання величин  $\Sigma_i$ .

Перевага методу простого ранжування полягає у його простоті. Однак більшість дослідників [1]-[4] вважає, що одночасне порівняння багатьох об'єктів за ранговою шкалою є достатньо складним навіть при  $n=5$ . Пов'язано це з психологічними особливостями прийняття рішень при здійсненні процесу вибору при порівнянні об'єктів. Людям дуже важко виконувати впорядкування багатьох об'єктів, тому що доводиться враховувати численні складні їх зв'язки. Тому незважаючи на простоту обчислень метод парних порівнянь має обмежене застосування.

Цього недоліку позбавлений метод парних порівнянь. Рішення щодо важливості того ці іншого показника є наслідком обробки порівнянь усіх можливих пар об'єктів між собою. Зрозуміло, що для опитуваного значно легше порівняти два об'єкти ніж декілька об'єктів. При його застосуванні відсутня необхідність ранжування усіх об'єктів; а лише необхідно визначити у кожній парі пріоритетний об'єкт або встановити їх рівність. Досвід проведення

різних досліджень довів, що його можна застосовувати для порівняння великої кількості об'єктів та незначних відмінностях порівнювальних об'єктів. Тому, на думку значної кількості дослідників, він дає більш об'єктивну оцінку порівняння об'єктів дослідження.

Обробка результатів здійснюється наступним чином. На основі думок кожного з опитуваних (експертів) складається квадратна матриця розміром розміром  $n \times n$ , де  $n$  – кількість порівнюваних об'єктів.

Вигляд матриці поданий у таблиці 2.

Таблиця 2.

| Об'єкти | 1        | 2        | ... | $j$      | ... | $n$      |  |
|---------|----------|----------|-----|----------|-----|----------|--|
| 1       |          | $a_{12}$ |     | $a_{1j}$ |     | $a_{1n}$ |  |
| 2       | $a_{21}$ |          |     | $a_{2j}$ |     | $a_{2n}$ |  |
| ...     |          |          |     |          |     |          |  |
| $i$     | $a_{i1}$ | $a_{i2}$ |     | $a_{ij}$ |     | $a_{in}$ |  |
| ...     |          |          |     |          |     |          |  |
| $n$     | $a_{n1}$ | $a_{n2}$ |     | $a_{nj}$ |     |          |  |
|         |          |          |     |          |     |          |  |

У цій матриці заповнюються лише недіагональні елементи, їх загальна кількість дорівнює  $n \cdot (n-1)$ . Недіагональні елементи таблиці заповнюються наступним чином. Величина  $a_{ij}$  дорівнює 2, якщо опитуваний вважає, що об'єкт  $i$  має перевагу над об'єктом  $j$ . Якщо респондент вважає що об'єкт  $j$  має перевагу над об'єктом  $i$ , то  $a_{ij}=0$ . Якщо об'єкти рівні за значістю то величина  $a_{ij}=1$ . Існують і інші способи заповнення таблиці порівнянь. Зазначимо, що існують і інші способи заповнення таблиці порівнянь: замість значень 2-1-0 використовуються значення 1-0.5-0 або 1-0-(-1). Однак алгоритм заповнення таблиць та визначення рангів об'єктів залишається незмінним.

Для усіх недіагональних елементів таблиці виконується рівність

$$a_{ij} + a_{ji} = 2, \quad i \neq j. \quad (2)$$

Таким чином, для визначення думок експертів по усім питанням кожен з них повинен дати відповідь набір питань кількість яких дорівнює кількості елементів матриці над головною діагоналлю. Вона дорівнює  $n \cdot (n-1)/2$ .

Для впорядкування об'єктів за ступенем важливості знайдемо сумарну кількість величин  $a_{i,j}$  за рядками та за стовпцями. Нехай

$$s_i = \sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ij}, \quad \sigma_j = \sum_{i=1, i \neq j}^n a_{ij}, \quad (i = \overline{1, n} \quad j = \overline{1, n}) \quad (3)$$

З визначення величин виходить, що

$$0 \leq s_i \leq 2(n-1) \quad 0 \leq \sigma_j \leq 2(n-1) \quad (i = \overline{1, n} \quad j = \overline{1, n}) \quad (4)$$

З формули (2) слідує

$$s_i = \sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ij} = \sum_{j=1, j \neq i}^n (2 - a_{ji}) = 2(n-1) - \sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ji} = 2(n-1) - \sigma_i \quad (i = \overline{1, n}) \quad (5)$$

Отже

$$(s_i > s_j) \Leftrightarrow (\sigma_j > \sigma_i) \quad (s_i = s_j) \Leftrightarrow (\sigma_j = \sigma_i) \quad (i = \overline{1, n} \quad j = \overline{1, n}) \quad (6)$$

Той об'єкт для якого величина  $s_i$  є найбільшою має максимальний ранг і є найбільш значущим. Далі значущість об'єкта спадає зі зменшенням величини  $s_i$ . Визначати значущість об'єкта можна також по величинам  $\sigma_j$ . Найбільш значущим об'єктом у цьому випадку буде той, для якого величина  $\sigma_j$  буде найменшою. Далі значущість об'єкта спадає зі збільшенням величини зменшенням величини  $\sigma_j$ .

Метод парних порівнянь використовувався у дослідженнях авторів по визначенню пріоритетності джерел інформації для здобувачів освіти під час самостійного вивчення певних питань та підготовці до занять. Для цього для кожної з підгруп досліджуваних складались матриці, кожен елемент  $b_{ij}$  яких є сумою відповідних елементів  $a_{ij}$  матриць парних порівнянь по усім опитуваним у підгрупі. Наслідком формули (2) є рівності

$$b_{ij} + b_{ji} = 2, \quad i \neq j. \quad (7)$$

Нехай  $s_i^b$  та  $\sigma_j^b$  суми усіх значень величин  $s_i$  та  $\sigma_j$  для усіх опитуваних у підгрупі. З рівностей випливає

$$s_i^b = 2(n-1) \cdot m - \sigma_i^b \quad (i = \overline{1, n}), \quad (8)$$

де  $m$  – кількість опитуваних у підгрупі. Отже

$$(s_i^b > s_j^b) \Leftrightarrow (\sigma_j^b > \sigma_i^b) \quad (s_i^b = s_j^b) \Leftrightarrow (\sigma_j^b = \sigma_i^b) \quad (i = \overline{1, n} \quad j = \overline{1, n}). \quad (9)$$

Ранжування об'єктів за ступенем важливості відбувалась за процедурою, що була подібна до процедури впорядкування об'єктів водним опитуванням. Найбільш важливим вважається показник з номером  $i$ , якому відповідає найбільше значення величини  $s_i^b$  або, що теж саме, мінімальне значення величини  $\sigma_j^b$ . Ступінь важливості інших об'єктів визначається у порядку зменшення величини  $s_i^b$  або що теж саме, збільшення величини  $\sigma_j^b$ .

Список використаної літератури

1. Дэвид, Г. Метод парных сравнений [Текст] / Г. Дэвид ; Под ред. Ю. Адлера. – М. : Статистика, 1978. – 144 с.
2. Kendall, M & Smith, B.. (1940). On the Method of Paired Comparisons. *Biometrika*. 31. 324-. 10.1093/biomet/31.3-4.324.
3. Rossman, Allan & David, Herbert. (1989). The Method of Paired Comparisons (2nd ed.). *Journal of the American Statistical Association*. 84(406). 621. DOI: 10.2307/2289964.
4. Roger R. Davidson and Peter H. Farquhar A Bibliography on the Method of Paired Comparisons *Biometrics* Vol. 32, No. 2 (Jun., 1976), pp. 241-252

**Чуприна В.О.**, студентка ДБФ групи ДХ-11-24, Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

**Даценко В.В.**, кандидат хімічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ІНГРЕДІЄНТІВ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ**

Однією з найактуальніших сучасних екологічних проблем промислових підприємств, що мають у своєму технологічному циклі гальванічні процеси, є проблема утворенням значних обсягів рідких і твердих відходів [1].

На практиці найчастіше заводські очисні споруди не можуть розв'язати проблему утилізації відходів. Переробка гальванічних шламів (ГШ) з подальшим захороненням на спеціалізованих полігонах є надто складною і економічно не вигідною. Найчастіше ГШ складаються на корисних майданчиках самого підприємства без належного санітарно-екологічного контролю. Під дією зовнішніх факторів відбувається вимивання з них токсичних речовин, що призводить до забруднення навколишнього природного довкілля [1-4].

Водночас ГШ містять значну кількість цінних компонентів, тому одним зі шляхів подальшого використання ГШ є їхнє застосування як вторинних компонентів у будівельній або іншій індустрії замість направлення їх у місця захоронення. Відомі в даний час способи знешкодження ГШ пов'язані з використанням їх як добавок у виробництві різних матеріалів: бетону, керамзиту, асфальту, портландцементу, цегли та керамічних виробів. Також можливе виготовлення з них пігментів і каталізаторів. Суттєвим недоліком цих технологій є неминуче вимивання іонів важких металів із цих матеріалів у навколишнє середовище [5].

Таким чином, основним критерієм оцінки можливості використання відходів у технологіях як вторинну сировину має стати екологічна безпека їхнього виробництва та застосування [6].

Для розгляду було обрано відходи різних підприємств, що мають гальванічні виробництва (таблиця 1).

Табл. 1 Склад деяких промислових відходів підприємств України, що мають гальванічне виробництво

| Підприємство                   | Маса інгредієнта, т/т |           |           |           |        |        |         |        |        |           |        |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|--------|
|                                | Кількість, т/рік      | $Al_2O_3$ | $Ni_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | ZnO    | CuO    | PbO     | NiO    | MnO    | $Cr_2O_3$ | CdO    |
| Суднобудівельний завод "Залив" | 1043                  | —         | —         | 0,0877    | 0,172  | 0,0011 | 0,0022  | 0,0014 | 0,0041 | 0,0365    | 0,0003 |
| ОАО "Нікра"                    | 43                    | —         | —         | 0,0104    | 0,0098 | 0,0001 | 0,00002 | 0,0002 | 0,0023 | 0,0073    | —      |
| ОАО Завод "ФІОЛЕНТ"            | 10                    | —         | —         | —         | 0,0169 | 0,0128 | 0,0008  | —      | 0,0346 | 0,0361    | 0,0016 |
| ОАО "Нева"                     | 550                   | 0,0059    | 0,0018    | 0,0141    | 0,0002 | 0,0194 | —       | —      | —      | 0,0054    | —      |

Як видно з наведеної таблиці, промислові відходи розглянутих підприємств мають подібний компонентний склад, однак, концентрації металів у них помітно коливаються. Така розбіжність у кількісному вмісті важких металів у відходах виробництва однієї галузі залежить від потужності підприємства та технології використовуваних процесів.

Визначення класу небезпеки відходів проводили розрахунковим методом за вже встановленим фізико-хімічним складом на основі значень середньої смертельної дози хімічного інгредієнта при введенні в шлунок ( $LD_{50}$ ) або гранично допустимої концентрації токсичної хімічної речовини у ґрунті ( $ГДК_г$ ).

Індекс токсичності ( $K_i$ ) для кожного компонента у відходах розраховували за формулами [7]

$$K_i = \frac{\lg(LD_{50})_i}{(S+0,1F+C_b)_i} \quad \text{або} \quad K_i = \frac{ПДК_i}{(S+0,1F+C_b)_i}$$

де:  $LD_{50}$  – значення середньої смертельної дози хімічного інгредієнта при введенні у шлунок;

$ПДК_i$  – гранично допустима концентрація токсичної хімічної речовини у ґрунті, що міститься у відході;

$S$  – коефіцієнт, що відбиває розчинність його у воді, безрозмірний;

$F$  – коефіцієнт леткості даного компонента, безрозмірний;

$C_b$  – вміст даного компонента у загальній масі відходів, у т/т;

$i$  – порядковий номер компонента.

Сумарний індекс токсичності ( $K_\Sigma$ ) розраховували за формулою

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i$$

де:  $n \leq 3$ ;

$K_\Sigma$  – сумарний індекс токсичності, яким визначають клас токсичності.

Вміст токсичних речовин ( $C_{ПР}$ ) у загальній масі відходів розраховували за формулою

$$C_{ПР} = \frac{\lg(LD_{50})_i \Sigma a_i}{n^2 \cdot K_{III11}}$$

де:  $LD_{50}$  – значення середньої смертельної дози для хімічного інгредієнта суміші, для якого величина  $K_i$ , є мінімальною;

$S_1$  – коефіцієнт, що відображає розчинність компонента у воді, що відповідає  $K_1$ ;

$F$  – коефіцієнт, що відображає розчинність компонента у воді, що відповідає;

$K_{III}$  – індекс токсичності, що відповідає III класу;

$\Sigma a_i$  – сума відносин  $K_1, K_2, K_3$  до мінімальної величини  $K_1$

$$\Sigma a_i = 1 + \frac{K_2}{K_1} + \frac{K_3}{K_1}.$$

Клас небезпеки відходів різних виробництв визначено для деяких гальванічних промислових підприємств України (таблиця 2).

Табл. 2 Токсикологічні властивості інгредієнтів, що входять до складу промислових відходів

| Назва<br>інгредієнта                                                                       | Маса<br>інгредієнта,<br>т/т | $K_i$<br>(по $\Gamma/DK_r$ ) | $K_i$<br>(по $LD_{50}$ ) | $K_{\Sigma}$<br>(по $\Gamma/DK_n$ ) | $K_{\Sigma}$<br>(по $LD_{50}$ ) | КО  | $C_{ПР}$ |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----|----------|--|
| 1                                                                                          | 2                           | 3                            | 4                        | 5                                   | 6                               | 7   | 8        |  |
| Судобудівельний завод "Залив"                                                              |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| Шлам гальванічний пастоподібний у кількості 1043 т/рік                                     |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| CdO                                                                                        | 0,0003                      | 4921                         | 6087                     | > 30,1                              | 13,7                            | IV  | 0,06     |  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                             | 0,0365                      | 164                          | 72,7                     |                                     |                                 |     |          |  |
| CuO                                                                                        | 0,0011                      | 2655                         | 2215                     |                                     |                                 |     |          |  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                             | 0,0877                      | 11403                        | 42,2                     |                                     |                                 |     |          |  |
| MnO                                                                                        | 0,0041                      | 365864                       | 668                      |                                     |                                 |     |          |  |
| NiO                                                                                        | 0,0014                      | 2920                         | 1554                     |                                     |                                 |     |          |  |
| PbO                                                                                        | 0,0022                      | 13514                        | 1062                     |                                     |                                 |     |          |  |
| ZnO                                                                                        | 0,172                       | 134                          | 12,7                     |                                     |                                 |     |          |  |
| Судобудівельний завод "Залив"                                                              |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| Шлам гальванічний у кількості 277 т/рік                                                    |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| CuO                                                                                        | 0,0033                      | 923                          | 738                      | >> 30,1                             |                                 | IV  | 0,2      |  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                             | 0,3800                      | 2632                         | 9,7                      |                                     |                                 |     |          |  |
| MnO                                                                                        | 0,0041                      | 363196                       | 668                      |                                     |                                 |     |          |  |
| NiO                                                                                        | 0,0014                      | 2920                         | 1554                     |                                     | 5,5                             | III |          |  |
| PbO                                                                                        | 0,0022                      | 13953                        | 1062                     |                                     |                                 |     |          |  |
| ZnO                                                                                        | 0,1794                      | 128                          | 12,1                     |                                     |                                 |     |          |  |
| ОАО "Нікра"                                                                                |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| Шлам гальванічного виробництва після реагентного очищення стічних вод у кількості 43 т/рік |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| PbO                                                                                        | 0,00002                     | 150000<br>0                  | 116823                   | >> 30,1                             | >> 10,0                         | IV  | 0,2      |  |
| ZnO                                                                                        | 0,0098                      | 2337                         | 222                      |                                     |                                 |     |          |  |
| CuO                                                                                        | 0,0001                      | 33333                        | 24362                    |                                     |                                 |     |          |  |
| NiO                                                                                        | 0,0002                      | 22222                        | 10880                    |                                     |                                 |     |          |  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                             | 0,0104                      | 96154                        | 35,6                     |                                     |                                 |     |          |  |
| MnO                                                                                        | 0,0023                      | 660793                       | 1191                     |                                     |                                 |     |          |  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                             | 0,0073                      | 821                          | 363                      |                                     |                                 |     |          |  |
| ОАО "Завод Фіолент"                                                                        |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| Гальванічний шлам у кількості 10 т/рік                                                     |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| ZnO                                                                                        | 0,0169                      | 1361                         | 129                      | > 30,1                              | 34,1                            | IV  | 0,02     |  |
| PbO                                                                                        | 0,0008                      | 36585                        | 2921                     |                                     |                                 |     |          |  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                             | 0,0361                      | 166                          | 73,5                     |                                     |                                 |     |          |  |
| NiO                                                                                        | 0,0346                      | 116                          | 62,9                     |                                     |                                 |     |          |  |
| CuO                                                                                        | 0,0128                      | 235                          | 190                      |                                     |                                 |     |          |  |
| CdO                                                                                        | 0,0016                      | 938                          | 2178                     |                                     |                                 |     |          |  |
| ОАО "Нева"                                                                                 |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| Шлак після реагентного очищення гальванічних стоків у кількості 550 т/рік                  |                             |                              |                          |                                     |                                 |     |          |  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                             | 0,0141                      | 70922                        | 262                      | >> 30,1                             | >> 10,0                         | IV  | 0,006    |  |

|                                |        |       |        |         |      |    |     |
|--------------------------------|--------|-------|--------|---------|------|----|-----|
| Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,0018 | 2210  | 1209   |         |      |    |     |
| CuO                            | 0,0194 | 155   | 126    |         |      |    |     |
| ZnO                            | 0,0002 | 1438  | 10880  |         |      |    |     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,0059 |       | 610169 |         |      |    |     |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,0054 | 1109  | 491    |         |      |    |     |
| 1                              | 2      | 3     | 4      | 5       | 6    | 7  | 8   |
| <b>НПООО «МАТЕКО»</b>          |        |       |        |         |      |    |     |
| Шлам очищення гальванічних ван |        |       |        |         |      |    |     |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,3927 | 2546  | 9,4    |         |      |    |     |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,038  | 158   | 69,8   |         |      |    |     |
| ZnO                            | 0,0049 | 4694  | 444    |         |      |    |     |
| CuO                            | 0,0015 | 2069  | 1624   |         |      |    |     |
| CdO                            | 0,0009 | 1667  | 3873   | >> 30,1 | 19,8 | IV | 0,8 |
| PbO                            | 0,0005 | 55556 | 4493   |         |      |    |     |
| MnO                            | 0,0332 | 45222 | 82,5   |         |      |    |     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,0042 |       | 847    |         |      |    |     |

Розрахунок індексу токсичності ( $K_i$ ) для міді та цинку у відходах показав їх високу токсичність. Тому вміст ВМ у відходах навіть у порівняно малих кількостях, але при регулярному накопиченні та скиданні в промислові води, призводить до потрапляння в навколишнє середовище та накопичення в ньому досить високих концентрацій ВМ, які володіють широким спектром біологічної дії на організми людини і тварин.

Розрахунок сумарного індексу токсичності відходів підприємств України показує, що згідно з класифікацією небезпеки хімічних речовин на основі як  $LD_{50}$ , так і  $ГДК_i$  промислові відходи здебільшого належать до IV класу небезпеки, тобто є малонебезпечними для довкілля. Четвертий клас небезпеки розглянутих відходів визначає відсутність обмежень при використанні техногенної сировини в будівельній галузі. Про малу токсичність відходів свідчать і низькі значення граничного вмісту токсичних речовин ( $C_{\text{ГР}} \leq 1$ ) у загальній масі відходів.

Таким чином, як показують представлені результати досліджень, вирішення проблеми утилізації небезпечних відходів потребують дотримання основних критеріїв оцінки можливості їх використання у технологіях вторинної переробки. А для цього необхідно попереднє визначення екологічної небезпеки їхнього виробництва та застосування.

#### Список використаної літератури

1. Minelgaite, A.; Liobikiene, G. Waste problem in European Union and its influence on waste management behaviours. Science of The Total Environment, 2019, 667, 86–93. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.313

2. Чуприна В.О., Даценко В.В. Деякі актуальні питання очистки стічних вод гальванічного виробництва // Міжнародна науково-практична конференція за участю молодих науковців «Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2024» 24 жовтня 2024. – Харків, ХНАДУ. – С. 151–154.

3. Чуприна В.О., Даценко В.В. Сучасні актуальні питання гальванічного виробництва // Матеріали II-ї Міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми хімії та хімічної технології”, 21-22 листопада 2024 р. – К.:

НУХТ, 2024 р. – С. – 237–238.

4. Чуприна В.О., Даценко В.В. Деякі проблеми очистки стічних вод гальванічного виробництва // Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України», 5 - 6 листопада 2024 р. – Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. – С. 48–52.

5. Datsenko V., Khimenko, N. Egorova L., Svishchova Ya., Dubyna O., Budvytska O., Lyuymova N., Pasternak V., Pusik L. Construction of the algorithm for assessing the environmental safety of galvanic sludges. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019, 6, 10(102), 42–48. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.188251.

6. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення / ДСанПіН 2.2.7.029-99 // Затверджено від 1 липня 1999 р. – К., 1999. – 21 с.

**Bundiuk Diana**, student of ДХ-11-24 group;

**Khobotova Elina**, Doctor of Chemical Sciences, Prof., Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Road Construction, Kharkiv National Automobile and Highway University

## THE TYPES OF ACTIVATED CARBON AS SORBENTS

Intensive development of industry causes increase in amount of wastewater. Adsorption processes are used for deep purification of wastewater. Activated carbon (AC), silica gel, zeolites, and also production waste are used as adsorbents.

Depending on types of modification of texture and structure of surface of AC its adsorption characteristics for sorbates of inorganic and organic nature change. Surface properties of AC change under certain regimes of oxidative treatment [1]. It was proposed [2] to modify the surface of carbon with concentrated sulfuric acid, after which it can be effectively used in technologies of wastewater treatment. The authors of work [3] showed possibility of using oxidized carbon in technologies of water softening.

Modern methods can be used to obtain carbon sorbents from waste. If the processing temperature is 200 °C and above, oxidized carbon is formed, which has selective sorption properties in relation to impurities, including heavy metal ions. In this case, AC binds up to 15–25% of Oxygen in the form of surface oxides of an acidic nature. Oxidation of carbon can be carried out by oxidants: nitric acid, sodium hypochlorite, hydrogen peroxide and air.

AC absorbs cations of electrolytes from solutions, and Hydrogen ions are released into the solution. Ion exchange on AC can be represented by the scheme





Cation exchange is caused by acid groups of three types – carboxyl, phenolic and relatively free Hydrogen ions.

If a mixture of ions with different concentrations is passed through columns with AC, then after equilibrium is established, the fractions of the absorbed components are close to 1. When replacing Hydrogen ions with several carboxyl or carboxyl and phenolic groups, surface complexes of the chelate type can be formed.

At the stage of sorption of heavy metals, it is possible to use carbon obtained by coactivation of a mixture of low-grade natural coal and various wastes: rice husks, coconuts, bituminous coal, peat moss, wood sawdust, solid industrial waste. Low-temperature carbonization and subsequent high-temperature coactivation of the waste mixture with water vapor allows you to obtain carbon, the adsorption capacity of which in relation to heavy metals significantly exceeds the indicators of commercial carbon.

The object of the study was the sorption properties of modified oxidized carbon. Synthetic nitrogen-containing carbon was used in the work. The method for obtaining its oxidized forms is described in the works [4, 5].

The purpose of the work is to compare the sorption properties of oxidized and non-oxidized AC for Cu(II) ions.

Experimental results and their discussion. The sorption properties of oxidized carbon were determined by reducing the concentrations of Cu(II) ions in the solution. Cu(II) concentrations were determined by atomic absorption analysis. Dilution of model solutions 1:10 or 1:50.

To characterize the degree of oxidation of carbon, the value of static exchange capacity (SEC) was used

$$SEC = \frac{(C_1 - C_2) \cdot V}{m}, \text{ mmol/g}$$

where:  $C_1$  and  $C_2$  are the Cu(II) ions concentrations before and after passing through a layer of oxidized carbon, mg/l;  $V$  – solution volume, l;  $m$  – coal mass, g.

To determine the mechanism of interaction of Cu(II) ions with carbon sorbents, the sorption of Cu(II) ions from aqueous solutions on model carbon with different numbers of oxygen-containing surface functional groups (SFG) was previously investigated: weakly acidic (lactone)  $-COO-$ ; strongly acidic (carboxylic)  $-COOH$ ; phenolic  $-OH$ .

When weakly oxidized AC ( $SEC \sim 0.2$  mmol/g) is added to the deaerated solution, the concentration of Cu(II) ions in the liquid changes significantly, and the formation of metallic film on the surface of carbon granules is observed. When highly oxidized AC ( $SEC > 2.0$  mmol/g) reacts with  $CuSO_4$  the salt solution becomes lighter. The copper coating on carbon does not formed. This indicates that without access to oxygen, the mechanisms of interaction of AC of different oxidation states with Cu(II) ions are different: in the first case, reductive sorption takes place, and in the second, predominantly ion exchange. It was found that for carbon with a low oxygen content, the boundary sorption of Cu(II) ions in a deaerated medium is about 40 mg/g, in the presence of oxygen it decreases to 6 mg/g.

Table 1 presents data on the composition of protonogenic oxygen-containing groups on the surface of AC depending on the degree of its oxidation under aerated conditions. It is evident that an increase in the proportion of carboxyl and phenolic groups (an increase in the SEC) leads to an increase in the sorption of  $\text{Cu}^{2+}$ .

Table 1

Relationship between SFG quantity of AC and static exchange capacity for  $\text{Cu(II)}$  ions

| SEC, mmol/g | $-\text{COO}-$ , mmol/g | $-\text{COOH}$ , mmol/g | $-\text{OH}$ , mmol/g | $\text{Cu}^{2+}$ , mg/g |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 0.2         | 0                       | 0                       | 0.2                   | 7                       |
| 0.4         | 0                       | 0                       | 0.4                   | 17                      |
| 0.5         | 0                       | 0                       | 0.5                   | 23                      |
| 1.6         | 0.4                     | 0.8                     | 0.4                   | 28                      |
| 1.9         | 0.4                     | 0.8                     | 0.7                   | 31                      |
| 2.2         | 0.4                     | 0.9                     | 0.9                   | 36                      |
| 2.5         | 0.4                     | 1.0                     | 1.1                   | 39                      |

Taking into account the results of interaction of  $\text{Cu(II)}$  ions with AC of different oxidation states in the presence and absence of oxygen and the data in Table 1, it can be assumed that the sorption mechanism includes the following stages: ion exchange, surface complexation of SFG, and reductive sorption. The process of spontaneous electrochemical reduction of  $\text{Cu(II)}$  ions is thermodynamically possible if the equilibrium potential of  $\text{Cu}^{2+}$  reduction is more positive than the potential of the AC surface:  $E_{\text{M}^+/\text{M}}^0 > E_{\text{AC}}$ . The standard potential of  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0$  pair is 0.34 V, in dilute solutions it is even lower. The potential of a gas oxygen electrode installed on the carbon surface in the presence of oxygen dissolved in water, according to the results of studying the kinetics of formation of open-circuit potentials of AC in background solutions, is  $E^0 \sim 0.770$  V. Consequently, reductive sorption of  $\text{Cu(II)}$  ions in the presence of atmospheric oxygen is thermodynamically prohibited.

When oxidized AC interact with  $\text{Cu}^{2+}$  in a deaerated medium, it is necessary to take into account that the surface of such carbon is covered with oxygen-containing functional groups. Carbon with a high content of such SFG has a higher oxidation-reduction potential than the surface of unoxidized carbon [5] and cannot reduce  $\text{Cu(II)}$  ions to metal. This is confirmed by the change in the potential of the observed surface of AC in the presence of  $\text{Cu(II)}$  ions. When interacting with copper the value of the surface potential of highly oxidized AC remains virtually unchanged (Fig. 1).

Thus, the ability of only weakly oxidized AC, which does not have an excess of SFG, to reduce  $\text{Cu(II)}$  ions to a metallic state in a deaerated medium becomes clear.

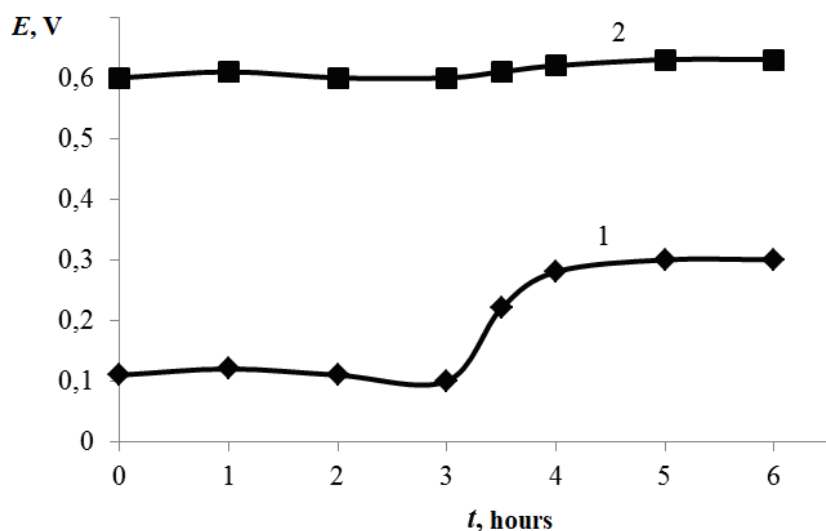
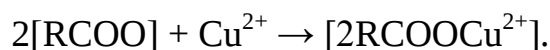


Fig. 1. Current-free potentials  $E$ , V of weakly (1) and strongly oxidized (2) AC in deaerated 0.1 M  $\text{CuSO}_4$  solution

In aerated solutions,  $\text{Cu(II)}$  ions can be extracted on AC by an ion-exchange mechanism with the possible formation of complexes with surface oxygen-containing groups [5], which in this case is decisive in the mechanism of  $\text{Cu(II)}$  ions sorption.



**Conclusions.** Studies of  $\text{Cu(II)}$  ions sorption by AC with different amounts of oxygen-containing SFGs have shown that in real aqueous solutions, including technological ones, carbon materials with a sufficient amount of oxygen-containing SEGs are most effective for  $\text{Cu(II)}$  ions extraction. It is recommended to use additional oxidation of carbon to increase the PFG content and the sorption capacity of the sorbent.

#### References

1. Domingo–Garcia M., Lopez–Garzon F.J., Perez–Mendoza M. Effect of some oxidation treatment on the textural characteristics and surface chemical nature of an activated carbon. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2000. Vol. 222. pp. 233 – 240.
2. Jiang Z., Liu Y., Sun X. Activated carbons chemically modified by concentrated  $\text{H}_2\text{SO}_4$  for the adsorption of the pollutants from wastewater and the dibenzothiophene from fuel oils. *Langmuir*. 2003. Vol. 19(3). P. 731–736.
3. Voitko I.I., Denysovych V.O., Kibalnyk T.V., Sopruk O.A., Bondar R.V. Okysnene vuhillia yak sorbent dlia zmiakshennia vody [Oxidized coal as a sorbent for softening water]. *Poverkhnia*. 2021. vol. 13(28). pp. 188–196.
4. Tarkovskaya I.A. *Okislennii ugol* [Oxidized coal]. K.: Naukova dumka, 1981. 200 p.
5. Strelko V.V. Synthetic active carbons as new type of carbon sorbents. *Proc. Intern. Conf. "Carbon-90"*. Paris, 1990. pp. 16–17.

УДК 624.011.9

**Karpiuk M.V.**, student of group PCB483

**Titarenko V.V.**, student of group BCI-208

**Sverdlenko A.S.**, postgraduate student

**Karpiuk I.A.**, PhD, associate professor, Department of Fundamentals and Foundations, Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture

## CONCRETE BEAMS ARE REINFORCED WITH CARBON FIBER SHEET

**Abstract.** In modern construction, non-metallic composite reinforcement (NCR) is increasingly used. It has higher strength, better dielectric properties, low weight and is not subject to corrosion, and increasingly replaces steel reinforcement, especially in special-purpose buildings. Its use for reinforcing concrete structures is aggravated by insufficient study of the operating features of such elements and limited regulatory support. In this paper, the authors model the stress-strain state of basalt concrete beams taking into account the combined action of concrete and basalt-plastic reinforcement. A comparative analysis of the actual bearing capacity of inclined sections of basalt concrete beams and its calculated values, calculated using the Lira-SAPR software package, is carried out.

**Keywords:** non-metallic composite reinforcement, modeling, bearing capacity, stress, failure, basalt concrete beam.

**Introduction.** During operation of buildings and engineering structures, it may be necessary to increase the bearing capacity of individual structural elements, which may be caused by changes in loads, reconstruction or changes in the design solution of the object. Thus, the issue of ensuring the bearing capacity of structures becomes very relevant. One of the effective innovative methods of strengthening concrete structures is the use of composite materials.

**Purpose of the work.** The modern construction market is characterized by constant development, requiring the introduction of new materials and technologies that help ensure the reliability and durability of engineering structures. The purpose of the work is to determine the efficiency of using carbon fiber sheets to strengthen damaged basalt concrete beams.

**Materials and methods.** One of the promising materials is a carbon sheet, which can be successfully used to strengthen damaged concrete beams. Carbon sheet is a modern composite material with high strength, lightness and corrosion resistance. These characteristics make it an effective solution for strengthening basalt concrete beams, which are widely used in building structures [1-7].

The use of carbon fabric allows increasing the strength and durability of concrete beams without increasing their weight and dimensions. This can be very useful in cases where it is necessary to increase the load on existing structures or provide additional resistance to external influences, such as vibration, wind or seismic load.

The process of strengthening concrete beams with a carbon fiber sheet involves the use of special adhesives or resins that ensure a strong connection of the sheet to

the beam surface. The carbon sheet can be applied to the beam in the form of strips, covering its entire surface or only certain areas that require reinforcement. Thus, the use of carbon fiber sheets is becoming a promising direction for increasing the bearing capacity and durability of building structures.

Thanks to the use of the finite element method in the LIRA-SAPR software package version 2021, it was possible to simulate the stress-strain state of beam prototypes taking into account the nonlinear properties of materials [8]. This package is based on the general theory of reinforced concrete with cracks developed by Professor Karpenko and his students.

Results and discussion. Before the main experiment, 28 experimental beams (twin samples) were first tested one by one under the action of a single short-term stepwise increasing load almost to the limit state, when the opening width of inclined cracks and/or the deflection arrow exceeded the permissible values ( $w_k \geq 0.8$  mm). Then, additional loading of the samples occurred almost until destruction or reaching the limit state, if this had not happened earlier in the previous cycles. The concrete beams with BFRP damaged after testing were reinforced (Fig. 1) from below in the tension zone along their entire length (1575 mm) and width ( $b=100$  mm) and in the support sections in the form of closed jackets of 150, 300 and 300 mm in length, respectively, glued with two-component resin Sikadur-300 according to the established technology with preliminary preparation of the surface of the test samples - beams and the use of fine-grained polymer-cement repair mixtures to fill in potholes, cavities and excessively open cracks.

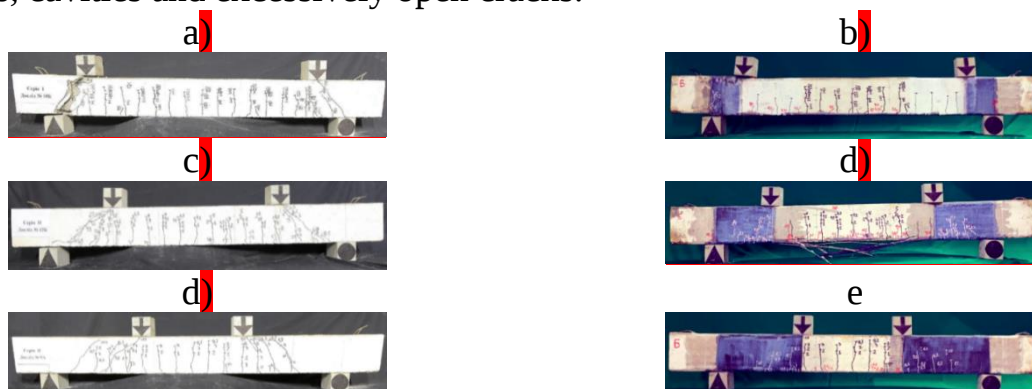


Fig. 1. The nature of crack formation and failure of concrete beams made of BFRP before (a, c, d) and after (b, d, e) their reinforcement with carbon fiber sheet in the lower tension zone and in the support sections with small, medium and large shear spans

The study takes into account the interaction of such materials as concrete, basalt-plastic reinforcement and carbon sheet, which have different physical and mechanical properties. For concrete, the results of cube and prism tests were used, and the characteristics of reinforcing materials and carbon fiber sheets were adopted in accordance with the relevant regulatory documents and quality certificates. In the LIRA-SAPR software package, end elements No. 44 were used for modeling damaged basalt concrete beams - universal quadrangular FE shells and No. 236 - physically nonlinear universal eight-node spatial isoparametric FE with a volume of up to 1000 mm<sup>3</sup>, the elements are connecting nodes. six degrees of freedom. The number of elements in solid samples reached 84,724 units, nodes - 87,360 units.

Reinforcement of elements in the calculation scheme was taken into account in the form of identical volumetric finite elements in accordance with the specified characteristics of reinforcing materials and the percentage of reinforcement of the element. To eliminate the effect of local compression, slabs with a given rigidity and dimensions of  $0.01 \times 0.01$  m were installed at the loading and support points. The method of supporting the experimental beam provided for blocking movements along the corresponding axes. After complete polymerization of the two-component resin, the previously damaged and then carbon-reinforced concrete beams with basalt-plastic reinforcement were retested for the action of a stepwise increasing constant low-cycle transverse load until failure (Fig. 2)..

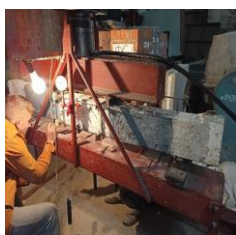


Fig. 2. Conducting an experimental study of prototype beams

The number of repeated loads at this stage, as a rule, did not exceed 10 and increased until stabilization of deformations in concrete, reinforcement elements and beams as a whole occurred. At the final stage of testing for unstabilized deformations of reinforced beams, measuring devices were removed from them and they were brought to failure. The coefficient of strengthening of damaged (ULS) concrete beams with BFRP, reinforced with a single-layer carbon fiber sheet (CFRP) in the lower tensile zone and carbon fiber jackets in the support areas is characterized by the expression:  $k_{f_{tx}/f}^{amp} = F_{f_{tx},ult}^{appr} / V_{f_1,ult}^{ref}$ .

The obtained experimental and statistical dependencies are similar in construction, and therefore, are of the same type in the influence of design factors on the magnitude of destructive transverse forces of damaged and reference concrete beams made of BFRP reinforced with external carbon fiber. The analysis of the dependence shows that the bearing capacity of normal sections reinforced with carbon fiber sheet of damaged concrete beams, as expected, depends only on the class of concrete used. From the analysis of the obtained expressions it is clear that the adopted design of reinforcement of the reference beams made it possible to strengthen them by an average of 1.35 times. All research factors have a nonlinear effect on the value  $k_{f_{tx}/f}^{amp}$ . In this case, the class of concrete has the greatest nonlinear effect (18%) on the value of this coefficient. In addition, all factors interact with each other over the entire range of change  $k_{f_{tx}/f}^{amp}$  from 1.26 to 2.08. The analysis of the stress-strain state of the prototype beams made it possible to obtain the distribution of stresses and strains, as well as to identify critical areas with maximum values. The obtained results became the basis for assessing the effectiveness of strengthening concrete structures with carbon fiber sheets and determining the optimal parameters of their interaction. As a result of the calculations, isofields of stresses and deflections were determined at each stage of the load of the prototypes - beams. The isofields of normal stresses of carbon fiber sheets were obtained in experimental beams with

large, medium and small shear spans immediately before the moment.

The obtained modeling results are comparable with experimental data, which made it possible to evaluate the accuracy of modeling the stress-strain state of concrete beams.

**Conclusions.** Summarizing the results of this study, it should be noted that the use of carbon fiber sheets for strengthening damaged basalt concrete beams proved to be an effective way to ensure their reliability and durability. The use of mathematical modeling and analysis of the stress-strain state allows us to evaluate the effectiveness of this method and develop recommendations for its optimization, as well as contribute to the creation of regulatory documents taking into account the relevant parameters of the stress-strain state, as well as expanding the scope of application of these materials in the construction industry.

#### References

1. EN 1992-1-1:2004, Eurocode 2 - Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules, CEN, 2004. 225 p.
2. JSCE, Guidelines for Design and Construction of Concrete Structures Using Continuous Fiber Reinforcement Materials. Tokyo, Japan: Japan Society of Civil Engineers, 1997.
3. ASI 440.1R-03, Guide for Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars, American Concrete Institute, 2003.
4. CAN/CSA-S6-00, Canadian High Bridge Design Code, Canadian Standards Association, 2019.
5. CNR-DT 203/2006, Guide for Design and Construction of Concrete Structures Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer Bars, Rome, Italy, 2006.
6. Guide for Design and Construction of Concrete Structures with Non-Metallic Composite Reinforcement Based on Basalt and Glass Roving: DSTU-N B V.2.6-185:2012. Kyiv: Minregion, 2012.
7. DSTU B V.2.6-145:2010 Designs of buildings and structures. Protection of concrete and reinforced concrete structures from corrosion. General technical requirements. Ukraine, 2010.
8. LIRA-SAPR, MONOMAKH-SAPR programs – programs for structural calculations. Official website. URL: <https://www.liraland.ua> (date of access: 07.03.2018).

**Kopylov S.O.**, postgraduate;

**Cherkashyna G.M.**, Ph.D., Associate Professor;

**Kariev A.I.**, Ph.D., Assistant Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

## USE OF SECONDARY THERMOPLASTS IN COMPOSITE MATERIALS

Most of the polymer waste consists of such common polymer materials as polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyvinyl chloride (PVC), expanded polystyrene (EPS) and ABS plastic. The use of secondary thermoplastics in the

composition of composite materials partially solves the environmental problem and is economically feasible. These materials have no restrictions according to sanitary and technical standards in the construction industry, have a set of valuable properties: chemical resistance, significant heat resistance, frost resistance, strength, high dielectric characteristics.

However, the structural features that determine these properties are at the same time the reason that complicates the use of this material. Thus, the non-polarity of polyolefins, on the one hand, gives them good chemical resistance and dielectric properties, and on the other hand, leads to limited adhesion to various fillers, due to which the resulting composites are characterized by low water resistance and strength.

Due to the increased environmental requirements, the use of particleboard (PCB), which contains toxic binders, is limited. This niche is successfully occupied by wood-polymer composites (WPC). They are distinguished by a high level of filling along with environmental friendliness.

Wood-polymer composites are most widely used in the field of construction and architecture. The formulation of products directly depends on the type and operating conditions of the products themselves and is selected individually in each case. The properties of the resulting composite are determined by the properties of the selected polymer, wood particles and the nature of the cohesive interaction between them. The choice of polymer is determined by the individual advantages and disadvantages, the properties of products based on them. WPC based on polypropylene (PP) has high strength, but fragility at low temperatures narrows the scope of their use. WPC based on polyethylene (PE) are used in a wide range of temperatures. As for ecology, PP and PE are safe for the environment.

The constantly growing range of materials and the organization of production driven by the demand for these materials lead to the identification of shortcomings both during operation and in the technological process.

Constant changes in climatic conditions affect the operational characteristics of WPC products, the appearance of products and reveal their shortcomings, which forces manufacturers to adjust production technology, look for methods and implement measures to prevent the production of low-quality products, or products that do not meet operating conditions.

The use of unmodified WPC in rooms with high humidity or outdoors can lead to the formation of microcracks or a change in the size of products, which contributes to a decrease in the biostability of the material. To increase it, various antiseptic agents are used, which can reduce the environmental friendliness of the material. As an alternative, it is proposed to use synergistic modification of wood-polymer composite.

The research is devoted to the development of new WPC compositions using modification of the polymer base of the wood-polymer composite and modification of the wood filler. The study of the physical and mechanical properties of polymer matrix samples with different amounts of modifying additives - thermoplastic polyurethane (TPU), the polymer matrix contains only polyethylene (PE). The amount of TPU varied from 3% to 20%. The results of physical and mechanical tests

of the studied TPU polymer matrix samples prove that the addition of TPU to the polyolefin polymer matrix modifies it, reducing the porosity of the composition.

Based on the research, new WPC compositions were developed. Tests of the physical and mechanical properties of samples from new WPC compositions with modified polymer matrices were carried out. The results of these tests show a parabolic dependence of the impact strength and stress fracture toughness during bending of the polymer matrix with an increase in the proportion of TPU, with a TPU waste content of more than 10%, a sharp decrease in these indicators is observed. All WPCs containing TPU waste showed a decrease in water absorption compared to the composite without TPU waste. The presence of TPU waste in the polymer matrix of the WPC reduces water absorption by more than 2.5 times compared to the WPC, the polymer matrix of which does not contain TPU. The effect of reducing water absorption is probably associated with the inclusion of the TPU polymer matrix, due to its better fluidity and compatibility.

#### References

1. Marin D, Chiarello LM, et al. Influence of the use of Renewable Compatibility Agent Wood Plastic Composite (WPC). Journal of Research Updates in Polymer Science 2022; 11: 25-30. <https://doi.org/10.6000/1929-5995.2022.11.04>.
2. Dominkovics Z, Dányádi L, Pukánszky B. Surface modification of wood flour and its effect on the properties of PP/wood composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 2007; 38(8): 1893-1901 . <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2007.04.001>

#### UDK 504

**Lozovyi I.V.**, cadet of the 213th training group of the command and staff faculty, National Academy of the National Guard of Ukraine, soldier;

**Danchenko Yu.M.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Fundamental Disciplines, National Academy of the National Guard of Ukraine

### CHEMICAL-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE HAZARDOUS IMPACT OF EXPLOSIVES AS A RESULT OF COMBAT OPERATIONS

The situation with civil security in Ukraine is currently almost catastrophic as a result of the exhausting hostilities, which have been going on for three years and are causing a devastating impact on both the environment and the health and lives of people - servicemen of the Defense Forces and the civilian population. The modern Russian-Ukrainian war has all the signs of ecocide, which will further make large territories uninhabitable. The task of reducing the burden on the environment requires an immediate solution, for which it is necessary to conduct a preliminary assessment of the negative impact of hostilities on the state of the environment of Ukraine. One of the components of military ecocide in Ukraine is the use of tens of millions of ammunitions, chemical weapons, the use of tens of thousands of units of military

equipment, which require a huge amount of fuel and lubricants. Analyzing statistical data and the general situation that has developed since the full-scale invasion, it has been established that the level of chemical danger has significantly increased and this situation is deteriorating further. One of the main sources of hazardous and harmful chemicals is explosives and their decomposition products, which are contained in millions of munitions and are used on the battlefield. These substances pose a direct threat to military personnel of the Defense Forces, the civilian population, and pollute the environment.

Throughout the armed aggression against Ukraine, the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources has been monitoring and calculating the damage caused to the environment as a result of hostilities in real time. This can be observed thanks to the created project “EcoZagroza”, which has an official portal and a mobile application that allow reporting on environmental crimes and environmental pollution. Almost half a million citizens have already joined the project, every day witnesses provide information that will allow in the future to bring those who committed crimes against the environment of Ukraine to justice. The portal “EcoZagroza” informs citizens and provides statistical data to specialists on the ecological and economic damage from armed aggression, as well as some data on the volumes of emissions of harmful pollutants into water, soil, and atmospheric air.

As of April 2025, 8,105 facts of environmental damage as a result of armed aggression have been recorded and documented, and the estimated amount of damage calculated by the State Environmental Inspectorate of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine is 3.817 trillion. UAH, of which 1.21 trillion. UAH. is damage to land resources, 777.15 billion. UAH. is damage due to air pollution, 104.4 billion. UAH. is damage to water resources.

Therefore, the chemical and ecological assessment of the hazardous impact of explosives as a result of prolonged hostilities is relevant. The task is both to clarify the volumes of hazardous emissions and to find methodological approaches and techniques that can be useful for improving existing methods for assessing the impact of explosives on servicemen of the Defense Forces, the civilian population and the environment of Ukraine. Of course, such an assessment can be characterized as preliminary and quite limited, since, unfortunately, the Russian-Ukrainian war continues, and the number and types of explosives used are constantly increasing.

Millions of munitions used in hostilities carry hundreds of thousands of tons of explosives and, decomposing during explosions, release even more dangerous and harmful substances into the environment. Since accurate statistics are currently unavailable, an approximate initial assessment of the hazardous effects of explosives is provided using the example of specific types of munitions, and later, after the end of the war, as accurate estimates of the number of weapons used during hostilities become known, it will be possible to use additional coefficients and obtain a more scaled picture of the harmful effects of weapons used in Ukraine.

The calculations show that the damage to the atmospheric air from the explosive decomposition of 1 kg of TNT amounts to a total of about 33 UAH (in terms of the amount of released harmful products - carbon monoxide and soot). However, it should be noted that, firstly, not all side, probably harmful and dangerous

decomposition products are taken into account, and, secondly, the methodology used to make the calculations has some shortcomings (for example, it does not take into account the “summation effect” - the result of enhancing or reducing the toxic effect of a substance in the presence of another chemical substance). Therefore, it should be noted that this is only an initial assessment of the damage, which nevertheless provides some idea of the scale of damage as a result of the ongoing war. As a result of the calculations, it was established that with an average content of 9 kg of TNT in one ammunition (shell), about 4 kg of carbon monoxide and 1.5 kg of soot enter the air from its use. With an average number of shots of 30,000 per day, about 120 tons of carbon monoxide and 45 tons of soot enter the air. During the 1,000 days of the war, 120 thousand tons of carbon monoxide and 45 thousand tons of soot entered the air of Ukraine from artillery shots alone. Based on the results obtained, it can be noted that the extremely great damage to the atmospheric air caused by military operations is extremely great, because only artillery shell shots, which, as is known, are fired tens of thousands of times per day, cause on average (if we take the average number of shots as 30,000, and the average value of damage per shot as 300 UAH) equal to about 9 million hryvnias per day. If we take into account that the war lasts 1,000 days, then during this period the damage amounts to about 9 billion hryvnias or 225 million US dollars.

#### **UDK 504**

**Makhlai R.S.**, cadet of the 314th training group of the Faculty of Logistics, National Academy of the National Guard of Ukraine, senior soldier;

**Danchenko Yu.M.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Fundamental Disciplines, National Academy of the National Guard of Ukraine

### **METHODS OF WATER PURIFICATION AND DISINFECTION IN FIELD CONDITIONS**

Due to martial law and the active participation of units of the National Guard of Ukraine in combat operations, one of the important problems is providing military personnel with high-quality drinking water and household water in the field. Difficult climatic conditions of combat operations, insufficient water supply, deterioration of the sanitary and epidemiological situation, and complicated logistics lead to a threefold increase in the needs of military personnel in water. In the conditions of field water supply of troops, it is planned to provide water on the march based on the issuance of 75% of the daily requirement at the place of overnight stay and 25% at a large halt. During a long rest, 0.5 liters of drinking water per person should be prepared.

Methods of water purification and disinfection include discoloration, deodorization, disinfection, neutralization, decontamination, and desalination. In

order to clarify water, the coagulation process is carried out, i.e. settling and filtration after adding coagulants. In large water supply points, water disinfection is carried out by engineering troops, using standard or improvised means. Control is carried out by the medical service.

The generally accepted method of water disinfection in the field is chlorination. Determining the residual dose of chlorine, which provides water disinfection in any conditions, today there is no established standard for the use of a certain concentration of chlorine for the required degree of disinfection. The bactericidal effect of chlorine is ambiguous. It turned out that the amount of chlorine absorption by water depends on many factors, in particular, on the content of iron salts, manganese, nitrites, the level of water hardness, temperature, turbidity, organic compounds, the amount of added chlorine, the time of contact of chlorine with water, etc. Studies have shown that the dose of chlorine in the field also varies depending on the nature of the pathogenic microflora in the water. Therefore, disinfection with chlorine is a rather dangerous method, because chlorine is a toxic substance. In the field, disinfection is carried out with normal doses of chlorine and large doses, i.e. by the method of perchlorination. Water disinfection by chlorination, as needed, is carried out in cases where the water has appropriate hygienic indicators and there is no danger of using bacteriological weapons. In such cases, doses of bleach are used that allow obtaining 0.3-0.5 mg/l of residual chlorine after water disinfection. The required dose of bleach is determined by the method of trial chlorination in three glasses. The method of perchlorination, or superchlorination of water, allows reducing the disinfection time to 10-15 min in summer and to 25-30 min in winter. In these cases, the chlorine demand of water is not determined. If the water is relatively clean and protected from the source of pollution, 5 mg/l of active chlorine is added. For turbid water, the dose of active chlorine should be increased to 10 mg/l, and for very polluted water - to 20 mg/l. This method of disinfection is the most reliable. Dechlorination of water is carried out using sodium hyposulfite.

Individual and group water supplies are disinfected with special tablets. To disinfect water in flasks, Aquatabs tablets are used, pantocid, which is one of the preparations of the group of organic chloramines, namely, paradichlorosulfamidebenzoic acid and is characterized by high stability during long-term storage and high efficiency. One pantocid tablet per flask disinfects water for 30 minutes. If the water is very dirty, two tablets are used. However, water containing a lot of organic substances is poorly disinfected by pantocid, therefore, in such cases, bisulfate pantocid tablets are used. The combination of sodium bisulfate and pantocid is justified, because the bactericidal effect of chlorine in a weakly acidic environment is enhanced. These tablets cannot be used in cases where water is stored in galvanized or iron containers, due to the dissolution of these metals in an acidic environment. The use of iodine tablets, which include an organic iodine compound in combination with tartaric acid, is practiced. Unlike pantocid, iodine tablets dissolve faster, within 2-3 minutes (pantocid -15 minutes), effectively disinfect water, do not deteriorate during storage, and the taste of iodine disappears after half an hour. You can treat water with iodine in any container. To disinfect small amounts of water, if there is no

pantocid, you can use dichloroisocyanuric acid tablets, hydrogen peroxide, potassium permanganate.

In order to clarify river water in the field during spring floods and during autumn rains, coagulants are added, after which settling and filtration are carried out. Most often, aluminum sulfate  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  and iron sulfate  $\text{FeSO}_4$  are used as coagulants. Coagulant doses are selected using experimental coagulation in glasses or buckets. In order to disinfect water, coagulant and bleach are introduced simultaneously.

In the field, water desalination is carried out if necessary. For this, water is demineralized by distillation using a mobile desalination device or station.

In the field, water filtration is also carried out using standard tools and filters, or filters made from improvised materials (sand, cloth, charcoal).

The task of the medical service to provide troops with water on the march is to conduct advance sanitary reconnaissance of water sources along the route, assess water quality, purify and disinfect it, and provide troops with water purification and disinfection means.

**Roman Kononenko**, PhD student;

**Oleksandr Bliznyuk**, Cand. Sc. (Eng.);

**Andrii Voronkin**, PhD;

**Volodymyr Lebedev**, Dc. Sc. (Eng.), National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

## **INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL MODES ON THE ELASTIC-STRENGTH CHARACTERISTICS OF FDM-PRINTED SAMPLES**

Over the past few decades, additive technologies for manufacturing products and structures of various functional purposes have become widespread. This method is most widely used in medicine, aerospace, aviation and automotive industries, electrical engineering, construction industry, etc. [1-3].

Despite all the advantages of the additive approach, for the implementation of products manufactured in this way in the practice of real production, it is necessary to ensure their compliance with the full list of requirements, especially regarding durability.

The additive manufacturing method, regardless of the material used, involves the emergence of emergent properties in the final product that are not inherent in the elements of the system separately. Thus, the performance characteristics of products obtained by the FDM printing method consist not only of the properties of the source material, but also of the printing parameters - nozzle and table temperature, layer thickness, printing speed, direction of layer stacking, their mutual arrangement, etc.

Thus, when designing 3D printed polymer products with specified characteristics, the “material - printing parameters” system should be considered as a whole.

Research. The following batches of samples were manufactured: samples with thicknesses of 1 and 2 layers with grid infill and samples with 1 and 2 layers with hexagonal infill. All samples had an infill percentage ranging from 20% to 80%. All samples were tested for destructive stress during impact and bending.

The data can be found in Table 1. The maximum destructive stress values were achieved in samples with two-layer walls and hexagonal infill with a 60-80% infill degree—9,9 kJ/m<sup>2</sup> for impact and 850 MPa for bending. Among the tested samples, the optimal results were found with a perimeter of two layers and a 80% infill degree using the hexagonal model. Research shows that as the degree of sample infill increases, both the destructive stress during impact and bending increase, which simultaneously raises the mass of the samples.

Table 1 – Results of the investigation on destructive stress during impact and bending

| Infill                                                     | Destructive stress during impact, kJ/m <sup>2</sup> | Destructive stress during bending, MPa |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Samples with wall thickness of 2 layer with grid infill    |                                                     |                                        |
| 20                                                         | 4                                                   | 400                                    |
| 40                                                         | 7,3                                                 | 533                                    |
| 60                                                         | 8,3                                                 | 550                                    |
| 80                                                         | 9,2                                                 | 683                                    |
| Samples with wall thickness of 2 layer with hexagon infill |                                                     |                                        |
| 20                                                         | 6,6                                                 | 533                                    |
| 40                                                         | 10,1                                                | 666                                    |
| 60                                                         | 9,9                                                 | 750                                    |
| 80                                                         | 6,9                                                 | 850                                    |

Comparing different infill types, it can be noted that samples with hexagonal infill demonstrate better results in terms of destructive stress during bending compared to grid infill, as well as slightly higher destructive stress during impact. Increasing the wall thickness from one layer to two significantly enhances the destructive stress in both impact and bending, while also increasing the sample mass, creating a trade-off for achieving greater strength.

#### References

1. Beníček L., Vašina M., Hrbáček P. Influence of 3D Printing Conditions on Physical–Mechanical Properties of Polymer Materials. *Polymers* 2025, 17, 43.
2. Mondal K., Tripathy P.K. Preparation of Smart Materials by Additive Manufacturing Technologies: A Review. *Materials* 2021, 14, 6442.
3. Jadhav A., Jadhav V.S. A review on 3D printing: An additive manufacturing technology. *Mater. Today Proc.* 2022, 62, 2094–2099.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Алейнікова А.І., Гулевський П.Ю., Вороненко І.В. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ЛІКВІДАЦІЇ АВАРІЙНОЇ СИТУАЦІЇ ТУНЕЛЬНОГО КОЛЕКТОРА В М. ХАРКІВ</b>             | <b>3</b>  |
| <b>Алексеев Б.В., Олійник В.В. ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ СТУДЕНТІВ-ПЕРШОКУРСНИКІВ ДО УМОВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПІДТРИМКИ</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>Бернат О.В., Олійник В.В. ФОРМУВАННЯ ЛІДЕРСЬКИХ ЯКОСТЕЙ У ПІДЛІТКІВ: ПСИХОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОСОБИСТІСНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ДЕТЕРМІНАНТ</b>                               | <b>9</b>  |
| <b>Бондаренко А.С., Олійник В.В. РОЗВИТОК ЕМОЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ОСОБИСТОСТІ ЯК ЧИННИК ПСИХОЛОГІЧНОГО ВИЖИВАННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ</b>                                       | <b>12</b> |
| <b>Боголюбов Е.В., Сидоренко І.І. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ КОНФЛІКТУ ГОТТМАНА-МЮРРЕЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ</b>                                             | <b>16</b> |
| <b>Дубовіков І.О., Кобзар В.Е., Душкін В.Д. ПЕРЕВІРКА СТЕПЕНЯ УЗГОДЖЕНОСТІ ДУМОК ОПИТУВАНИХ МЕТОДАМИ КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ</b>                                        | <b>18</b> |
| <b>Зубко Т.А., Олійник Г.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ТА СТВОРЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ МІЖМІСЬКОЇ АВТОСТАНЦІЇ</b>                                          | <b>21</b> |
| <b>Карєв А.І., Сокол Є.І., Гасанов М.І., Лебедєв В.В. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ БІОКОМПОЗИТІВ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ</b>       | <b>25</b> |
| <b>Кеденко В.Р., Денисова Н.М. БЕЗПЕКА ПРИ ВИГОТОВЛЕНІ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПОВОРОТНОГО СТОЛУ З ЧПК: АНАЛІЗ НА ПРИКЛАДІ ВЛАСНОЇ КОНСТРУКЦІЇ</b>                | <b>28</b> |
| <b>Коваль Р.Р. ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ЕКСПЕРТНО-СТАТИСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ</b>                                                    | <b>31</b> |
| <b>Кришень О.І., Єльчанінов О.Д. ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИННИКІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ</b>                      | <b>37</b> |
| <b>Лелюк М.С., Сидоренко І.І. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГРАФІЧНОГО І АНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ТЕОРІЇ ІГОР ПРИ ПЛАНУВАННЯ ТАКТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ</b>                                  | <b>38</b> |
| <b>Лисак Н.М., Скородумова О.Б., Чернуха А.А. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНИХ ЗОЛІВ КРЕМНЕЗЕМУ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>                     | <b>40</b> |
| <b>Любецька М.М., Олійник В.В. СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИЙ ПОРТРЕТ КРИВДНИКА: ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ НАСИЛЬНИЦЬКОЇ ПОВЕДІНКИ В РОДИНІ</b>                                     | <b>43</b> |
| <b>Мельник В.І. ТОКСИЧНІСТЬ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ В БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ: МЕТОДИ ОЦІНКИ ТА СТАНДАРТИ БЕЗПЕКИ</b>                                                        | <b>46</b> |
| <b>Михалик А.В., Расторгуєва М.Й., Євтушенко В.В. КАМУФЛЯЖНІ ТКАНИНИ: ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ У СУЧАСНОМУ ДИЗАЙНІ</b>                                             | <b>50</b> |
| <b>Сінякова С.Ю., Михайлюк А.О. АНАЛІЗ СТАНУ ХІМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА ОБ'ЄКТАХ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>                                                                     | <b>53</b> |
| <b>Судік Д.С., Єльчанінов О.Д. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ</b>                                                               | <b>55</b> |
| <b>Супрович Д.С., Олійник Г.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ УМОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ВЕСТИБЮЛЮ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ДИТЯЧОГО БУДИНКУ «БЕРІЗКА» У МІСТІ ХМЕЛЬНИЦЬКОМУ</b> | <b>53</b> |

|                                                                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Туревич А.С., Олійник Г.С. ПРОЕКТУВАННЯ СТУДЕНТСЬКОГО ГУРТОЖИТКУ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА РІШЕННЯ</b>                                                                          | 61        |
| <b>Чернюк О.О., Жумагулов Р.К., Душкін В.Д., ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТЕПЕНЯ ВАЖЛИВОСТІ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ</b>                                      | 65        |
| <b>Чуприна В.О., Даценко В.В. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ІНГРЕДІЄНТІВ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ</b>                                                                 | 69        |
| <b>Bundiuk Diana, Khobotova Elina THE TYPES OF ACTIVATED CARBON AS SORBENTS</b>                                                                                                | 73        |
| <b>Karpiuk M.V., Titarenko V.V., Sverdlenko A.S., Karpiuk I.A. CONCRETE BEAMS ARE REINFORCED WITH CARBON FIBER SHEET</b>                                                       | 77        |
| <b>Kopylov S.O., Cherkashyna G.M., Kariev A.I. USE OF SECONDARY THERMOPLASTS IN COMPOSITE MATERIALS</b>                                                                        | 80        |
| <b>Lozovyi I.V., Danchenko Yu.M. CHEMICAL-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE HAZARDOUS IMPACT OF EXPLOSIVES AS A RESULT OF COMBAT OPERATIONS</b>                                     | 82        |
| <b>Makhlai R.S., Danchenko Yu.M. METHODS OF WATER PURIFICATION AND DISINFECTION IN FIELD CONDITIONS</b>                                                                        | 84        |
| <b>Roman Kononenko, Oleksandr Bliznyuk, Andrii Voronkin, Volodymyr Lebedev INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL MODES ON THE ELASTIC-STRENGTH CHARACTERISTICS OF FDM-PRINTED SAMPLES</b> | 86        |
| <b>Зміст .....</b>                                                                                                                                                             | <b>89</b> |

**Для нотаток**

Онлайн видання

Збірник тез доповідей

**Міжвузівська наукова конференція  
«Підсумкова науково-практична конференція здобувачів вищої  
освіти і молодих вчених»**

Збірник тез доповідей

Відповідальний за випуск *Данченко Ю.М.*

В авторській редакції.

Упорядники: *Глуценко В.В. Радіонова О.О.*

---

Національна академія Національної гвардії України  
Майдан Захисників України, 3, м. Харків, 61001.

*Підсумкова науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих вчених*