

ОЛЕКСАНДР ПУЧКОВ,  
ВЯЧЕСЛАВ РЯБЦЕВ,  
ВАСИЛЬ КУЛІКОВ

## РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБАМИ Н5Р ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ МІКРОНАВЧАННЯ

Глибока трансформація сектору безпеки та оборони України в контексті євроатлантичної інтеграції обумовлює гармонізацію ключових сфер діяльності із стандартами та процедурами НАТО. Це стосується і системи навчання та підготовки фахівців Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України. Ускладнює цей процес існуюче на тлі війни росії проти України протиріччя між необхідністю підвищення ефективності зазначеної системи з одного боку, та вимогою суворої економії ресурсів (фінансових, людських, часових) – з іншого. Розв'язання зазначеного протиріччя можливе за рахунок широкого впровадження моделі безперервного навчання протягом життя на основі сучасних технологій електронного та змішаного навчання. Реалізація цього завдання передбачає постійне навчання фахівців у формальній, неформальній та інформальній освіті, самомотивацію до навчальної діяльності через відкритий доступ, оптимальність використання ресурсів, комфортність всіх учасників навчального процесу. В свою чергу, з цього слідує нові вимоги щодо організації та змісту навчального контенту (електронних навчальних засобів): адаптивність навчального середовища; реалізація гнучких траєкторій навчання; інтерактивність навчального контенту. Суттєвою проблемою електронного навчання технічних фахівців є вивчення ними складних програмно-апаратних систем, яке передбачає формування вмінь та навичок експлуатації. Це обумовлено зростанням складності програмно-апаратних пристроїв і систем та їх вартості, а також тим фактом, що повноцінне використання цих пристроїв і систем в режимі тренування часто не можливе або не доцільне в силу різних причин. Таким чином, існує необхідність розроблення електронних навчальних засобів, що разом з теоретичними відомостями, імітують роботу апаратно-програмних пристроїв і систем задля підвищення ефективності їх вивчення (комп'ютерні тренажери або симулятори). Розглянуто основні типи електронного навчання. Визначено ключові ознаки концепції мікронавчання. Описаний склад навчально-методичного комплексу, що реалізує цю концепцію. Проаналізовані існуючі підходи до розроблення комп'ютерних тренажерів та симуляторів. Сформульовані вимоги до відповідних інструментальних засобів. Обґрунтовано вибір в якості інструментального засобу конструктора інтерактивного контенту Н5Р. На прикладі навчального модуля “Міжмережевий екран Fortinet FG-60E” показано реалізацію інтерактивного навчально-методичного комплексу. Наведені відомості зворотного зв'язку щодо використання розробленого комплексу в освітньому процесі.

**Ключові слова:** електронне навчання, змішане навчання, мікронавчання, інтерактивні навчальні засоби, симулятор програмно-апаратних систем, Н5Р.

**Постановка проблеми.** Концепція реформування Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України (ДССЗІ) серед основних пріоритетів та напрямів реформування в частині, що стосується удосконалення системи підготовки фахівців передбачає, в тому числі [1]:

- розробку та впровадження інноваційних технологій навчання на основі кращих світових практик та стандартів, оновлення методичного забезпечення навчального процесу, посилення практичної складової освітніх програм;
- створення умов для перепідготовки кадрів та підвищення їх кваліфікації за системою “навчання протягом життя”.

Запровадження моделі безперервного навчання протягом життя (англ. Long Life Learning) вимагає створення інтегрованого адаптивного навчального середовища на основі різноманітних за змістом, обсягом, форматом та методикою використання навчальних ресурсів. Таке середовище має надавати особі, що навчається, можливість формування індивідуальних траєкторій навчання, їх адаптації та оптимізації до наявних ресурсних обмежень.

Серед інноваційних технологій навчання важливе місце займають різноманітні технології електронного (англ. e-Learning) та змішаного (англ. Blended Learning) навчання [2] - [4]. Що стосується методології навчання, то необхідно відмітити концепції мікронавчання (англ. micro-Learning) [5] та “перегорнутого класу / навчання” (англ. Flipped Classroom / Learning) [6].

Стрімкий розвиток електронного навчання зумовлює зростання кількості різноманітних електронних освітніх ресурсів, в основі яких лежить інтерактивний контент. Їх застосування спрямоване на постійну комунікацію між учасниками навчального процесу, максимально повне розкриття дидактичного потенціалу, а також посилення зацікавленості особи, що навчається.

Фактором, що суттєво обмежує ефективність електронного навчання при підготовці технічних фахівців є складність формування у осіб, що навчаються, необхідних вмінь та практичних навичок щодо використання програмно-апаратних пристроїв та систем. Безумовно, найбільш ефективним при їх вивченні є використання у ході навчальних занять самих пристроїв або в якості навчального обладнання, або в режимі тренажу. Однак, практика свідчить, що зазвичай таке використання цих пристроїв та систем не можливе або не доцільне в силу різних причин: унікальність обладнання, його завантаженість за основним призначенням, висока вартість експлуатації. У таких випадках компромісним рішенням є використання різноманітних тренажерів, у тому числі – комп’ютерних симуляторів.

Таким чином, з метою підготовки високоякісних фахівців технічних спеціальностей для сектора безпеки та оборони України, доцільно визначити підходи щодо розроблення навчальних засобів, які задовольняли би таким вимогам:

- можливість використання у системі електронного або змішаного навчання;
- комплексне формування теоретичних знань та практичних навичок щодо використання складних програмно-апаратних систем;
- реалізація переваг сучасних педагогічних концепцій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз наукової та спеціальної літератури свідчить, що на сьогоднішній день існує величезне різноманіття думок щодо розуміння самого поняття “технологія електронного навчання” та їх класифікації [7], [8]. Фахівці виділяють від 6 до 10 типів технологій в залежності від психолого-педагогічних засад, організації комунікації в процесі навчання, використання інструментальних засобів навчання. Однак, практично всі з дослідників відокремлюють інтерактивне он-лайн навчання через його безперечну перевагу – воно дозволяє на науковій основі здійснювати компетентнісний міждисциплінарний підхід до навчання, а значить, посилює практичну спрямованість навчального процесу. Воно передбачає [9], [10]:

- моделювання професійних ситуацій;
- вирішення творчих завдань;
- спільне розв’язання проблем.

Існує безліч прийомів та методів інтерактивного навчання, для реалізації яких розроблені десятки інструментальних засобів. Одним з таких засобів є конструктор інтерактивного контенту H5P [11].

В той же час, при вивченні технічних засобів та систем найкраще себе зарекомендували різноманітні тренажери [12]. Принцип, на якому базується більшість інтерактивних тренажерів – моделювання реальності. Для програмно-апаратних систем це означає створення деякої моделі реального устаткування, яка внаслідок впливу на неї веде себе як і

відповідне технологічне устаткування. Очевидно, що чим більш наближена створена модель до свого реального прототипу і чим ближча її поведінка до реальності, тим краще тренажер. Особа, що навчається, практикується в операціях, які максимально відповідають реальним, маючи справу лише з їх електронним аналогом. В комп'ютерній симуляції виділяються такі основні компоненти:

- робоча модель професійного середовища або структурно-організаційна схема, в якій закладені можливі варіанти поведінки і взаємодії людей один з одним та технічними засобами;
- сценарій (сюжет) процесу симуляції, спрямований на застосування знань, розвиток навичок професійних дій.

Серед технологій, які на теперішній час активно використовуються для розробки комп'ютерних тренажерів (симуляторів) технічних засобів та систем найбільш поширеними є:

- тривимірне моделювання [13];
- віртуальна реальність (англ. Virtual Reality, VR) [14];
- доповнена реальність (англ. Augmented Reality, AR) [15].

Кожна з названих технологій володіє певними перевагами та недоліками. З погляду швидкої масової розробки симуляторів для використання в системі підготовки фахівців сектору безпеки та оборони загальними недоліками є такі.

1. Висока вартість входження в технологію – фінансові витрати на обладнання та/або програмне забезпечення для розробки, людські ресурси (або наявність висококваліфікованих фахівців у даній технології або суттєві витрати часу на її вивчення).
2. Значні витрати часу на розробку симулятора.

Micro-Learning являє собою навчання з використанням невеликих фрагментів з цілеспрямованою і точною інформацією, яка легко засвоюється [5], [16], [17]. Ця концепція заснована на короткостроковій навчальній діяльності, проєктах і завданнях. Хоча немає єдиного визначення того, що таке micro-Learning, більшість професіоналів в області навчання виділяють три основних характеристики:

- коротка тривалість навчального фрагменту;
- самодостатність навчального контенту;
- конкретність теми, (вона є вузькоцільовою).

Методика “перегорнутого навчання / класу” є одним із варіантів змішаного навчання. Сутність методики полягає в наступному: особи, що навчаються, самостійно заздалегідь ознайомлюються з теоретичними відомостями щодо предмету вивчення, переглядаючи відеолекції в онлайн-середовищі або опрацьовують матеріал, використовуючи будь-які інші інформаційні ресурси [6], [18], [19]. Аудиторний час використовується для виконання практичних завдань, осмислення навчального матеріалу у ході його обговорення та набуття нових компетентностей шляхом отримання практичного досвіду застосування набутих знань.

Таким чином, як видно з проведеного аналізу, в жодній з наведених публікацій не описаний комплексний підхід до швидкої розробки інтерактивних навчальних засобів, спрямованих, в тому числі, на набуття навичок роботи із програмно-апаратними системами різної складності і придатних до застосування при реалізації концепції micro-Learning.

**Метою статті** є дослідження можливості та доцільності реалізація інтерактивного навчально-методичного комплексу, що втілює концепцію micro-Learning, засобами конструктора інтерактивного контенту H5P.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для опрацювання методичних підходів щодо швидкого розроблення навчальних ресурсів для вивчення програмно-апаратних засобів та систем та визначення доцільності використання таких ресурсів при реалізації концепції micro-Learning в системі підготовки фахівців ДССЗЗІ в якості об'єкта дослідження було обрано міжмережевий екран FortiGate 60E.

Виходячи з логіки майбутнього застосування навчальних ресурсів, що розробляються, можна сформулювати такі вимоги до їх функціоналу:

- фокусування на вузькій цілі – окрема тема, вивчення якої можливе за невеликий проміжок часу (до 20–30 хвилин);

- мультирежимність – підтримка таких режимів використання:
  - методична підтримка – наявність інструкції та довідкового матеріалу по роботі з навчальними ресурсами;
  - вивчення основного теоретичного матеріалу;
  - ознайомлення з додатковими відомостями;
  - формування практичних навичок;
  - самоконтроль;
- інтерактивність – можливість для особи, що навчається самостійно обирати траєкторію вивчення матеріалу та гнучко взаємодіяти із навчальним контентом;
- самодостатність – зміст матеріалу достатній для гарного засвоєння теми;
- універсальність – може використовуватися як окремо, так і в складі навчально-методичних комплексів;
- апаратна незалежність – придатність для застосування на різних пристроях (персональних комп'ютерах, планшети, смартфони).

На основі наведених вимог можливо визначити структуру інтерактивного навчально-методичного комплексу. Він має включати до себе такі компоненти:

1. Інтерактивний навчальний модуль, що містить структурований основний та додатковий теоретичний матеріал і передбачає різноманітні засоби взаємодії особи, що навчається з навчальним контентом.
2. Симулятор програмно-апаратних засобів – модуль, який дозволяє відпрацьовувати практичні навички без використання реальних засобів.
3. Система самоконтролю, яка складається з підсистеми контролю теоретичних знань та підсистеми контролю навичок.
4. Інструкція по використанню навчально-методичного комплексу.

Стосовно більшості з перелічених компонентів навчально-методичного комплексу добре відомі й методології, й інструментальні засоби розробки. Це стосується і таких, відносно нових засобів як конструктор інтерактивного контенту H5P, який спрощує використання можливостей HTML5.0 непрофільними користувачами [20], [21].

Більш цікавим є питання розробки симулятора та підсистеми контролю навичок. Вище було наведено основні технології, що можуть використовуватися для розроблення інтерактивних тренажерів (симуляторів) програмно-апаратних засобів та систем. На першому етапі необхідно серед множини різноманітних програмних засобів, вибрати такий, що якнайкраще задовольняє низці вимог. Основними серед них є такі:

1. Низька вартість як самого програмного забезпечення, так і необхідного ресурсного забезпечення (апаратного, програмного, персоналу).
2. Низька “вартість входження” (витрати фінансових та часових ресурсів для підготовки користувачів).
3. Можливість локального використання (веб та хмарні платформи можуть бути небажаними через обмеження на інформацію в процесі розроблення симуляторів).
4. Інваріантність використання розроблених тренажерів (як окремо, так і в складі навчально-методичних комплексів).

Безумовно, сформульовані вимоги можуть бути деталізовані та представлені у вигляді ієрархічної декомпозиції показників вибору.

Виходячи з вищенаведеного, задача вибору програмних засобів для розроблення інтерактивних тренажерів (симуляторів) програмно-апаратних засобів та систем належить до класу задач багатокритеріального вибору на просторі альтернатив. Для розв'язання задач даного типу традиційно використовуються експертні методи, одних з яких є добре відомий метод аналізу ієрархій Т. Сааті [22]. Цей метод вже використовувався для розв'язання задачі раціонального вибору системи управління навчальним процесом для підрозділу дистанційного навчання [23].

Розглянемо загальну постановку задачі раціонального вибору інструментальних засобів для розроблення симулятора програмно-апаратних засобів.

Нехай заданий граничний обсяг фінансування  $F^*$ . Існує множина варіантів інструментальних засобів:

$$V = \{v_n\}, \quad n = \overline{1, N}, \quad (1)$$

де  $N$  – кількість варіантів інструментальних засобів, що розглядається.

Причому вартість будь-якого з цих варіантів не перевищує граничного обсягу фінансування:

$$F(v_n) \leq F^* .$$

Також задана множина показників якості інструментальних засобів, які найповніше характеризуватимуть їх придатність для розроблення інтерактивних тренажерів (симуляторів) програмно-апаратних засобів та систем:

$$P = \{p_i\}, \quad i = \overline{1, I} . \quad (2)$$

Необхідно вибрати раціональний за усією сукупністю показників варіант:

$$v_n \in V, \quad |C(v_n) = \max_P . \quad (3)$$

де  $C(v_n)$  – інтегральний показник, що характеризує придатність  $n$ -го варіанту.

Метод аналізу ієрархій (МАІ) являє собою систематичну процедуру для ієрархічного подання елементів, що визначають сутність будь-якої проблеми. МАІ передбачає декомпозицію проблеми на усе більш прості складові частини і подальшу обробку по парних порівняннях послідовностей суджень особи, що приймає рішення. У результаті може бути виражений відносний ступінь (інтенсивність) взаємодії елементів в ієрархії. Ці судження потім представляються чисельно. МАІ включає процедури синтезу множинних суджень, одержання пріоритетності критеріїв (так визначаються показники в термінології МАІ) і знаходження альтернативних рішень.

Алгоритм розв'язання сформульованої вище задачі вибору раціонального варіанту інструментальних засобів матиме наступний вигляд.

1. Сформувати ієрархічну систему показників, які найповніше характеризуватимуть придатність інструментальних засобів для розроблення симулятора:

$$P = \langle (p_{ij}, r_{ij-1}, r_{ij+1}) \rangle, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (4)$$

де  $r_{ij\pm 1}$  – відношення порядку для показника  $p_{ij}$ , причому:

$r_{ij\pm 1} = 1$  якщо показник зв'язаний відношенням порядку з показником верхнього (нижнього) рівня ієрархії, інакше  $r_{ij\pm 1} = 0$ ;

$I$  – максимальна кількість показників, що характеризують інструментальний засіб на 1 рівні ієрархічної моделі;

$J$  – глибина (кількість рівнів) ієрархії.

Крім того, показники відрізняються між собою за важливістю.

2. Задати вектор відносної важливості показників:

$$\Omega = \{\omega_{ij}\}, \quad \sum_{i=1}^I \omega_{ij} = 1 .$$

3. Здійснити оцінку придатності усіх варіантів інструментальних засобів із (1) для розроблення комп'ютерного симулятора програмно-апаратних засобів за всіма показниками із (2):

$$o_{ij}^n = o(v_n, p_{ij}) .$$

4. Знайти інтегральні оцінки придатності усіх варіантів інструментальних засобів із (1):

$$O_n = f(o_{ij}^n) .$$

При застосуванні МАІ  $O_n \equiv C(v_n)$ .

5. Сформувати вектор раціональних рішень як лексикографічно упорядковану множину зважених за оцінками варіантів:

$$V_p = \{\langle v_n, O_n \rangle\} . \quad (5)$$

Право остаточного вибору належить особі, що приймає рішення.

Для інформаційної підтримки і зменшення суб'єктивної складової при виборі програмних інструментальних засобів для розроблення симулятора програмно-апаратних засобів можна застосувати методологію, що базується на специфічній моделі якості, розробленій саме для даного виду програмного забезпечення (рис. 1). Зменшення ризику прийняття помилкового рішення може бути досягнуто за рахунок використання експертних технологій, які дозволяють формалізувати якісні і кількісні оцінки. Специфіка процесу розроблення, в якому передбачено використання інструментального програмного забезпечення, може бути врахована налаштуванням моделі якості шляхом визначення вагових коефіцієнтів її складових у відповідності до важливості для даного застосування. Це дозволить користувачам за обраними ними критеріями обирати найбільш ефективно програмне забезпечення.

В ході проведених досліджень за основу було взято модель показників якості програмного забезпечення з міжнародного стандарту ISO/IEC 25010 [24]. Стандартна модель якості з погляду мети даної роботи є надлишковою та не повністю відповідає задачі дослідження. Вона була модифікована з урахуванням сформульованих вище вимог до інструментальних засобів для розроблення інтерактивних тренажерів (симуляторів) програмно-апаратних засобів та систем. У результаті одержано модифіковану ієрархічну модель якості як основу для розв'язання задачі багатокритеріального вибору шляхом проведення експертизи (рис. 1).

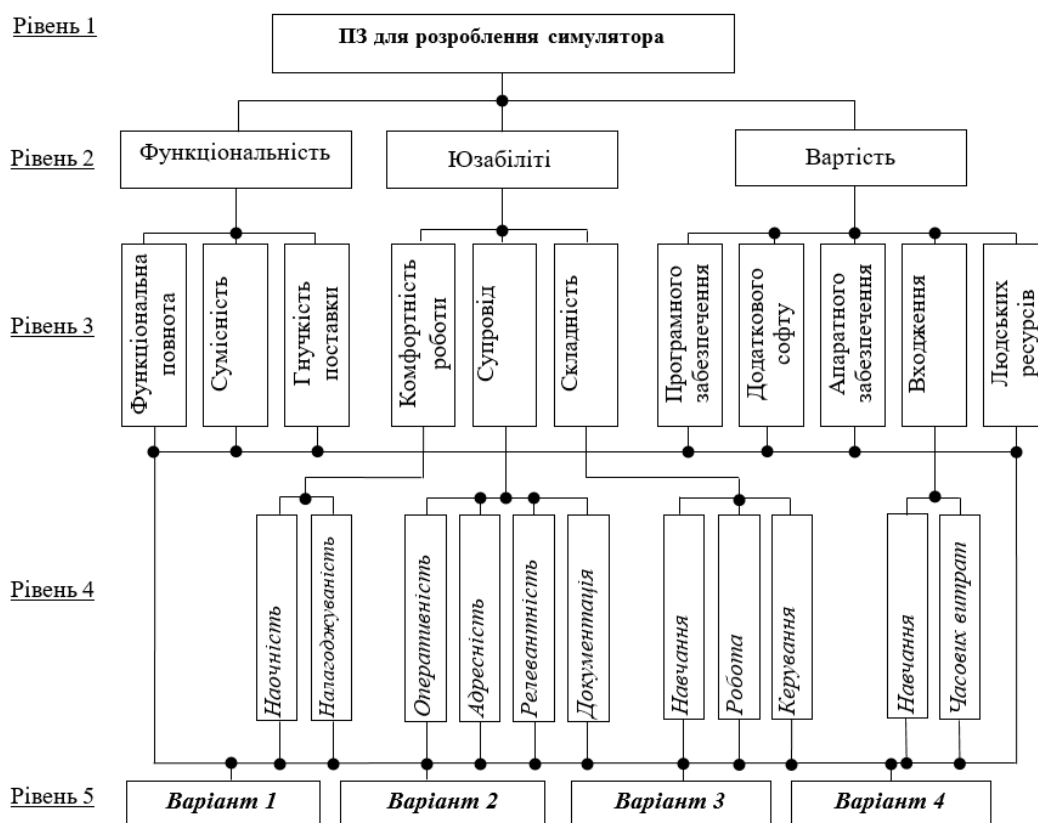


Рисунок 1 – Ієрархічна декомпозиція показників вибору

Метою проведення експертизи (Рівень 1 моделі) є вибір програмного забезпечення для розроблення інтерактивних тренажерів (симуляторів) програмно-апаратних засобів та систем.

Нижній рівень моделі, згідно з МАІ, утворюють варіанти інструментальних засобів. При їх виборі для розроблення інтерактивного симулятора міжмережевого екрану FortiGate 60E були розглянуті такі варіанти технологій:

Варіант 1 – H5P;

Варіант 2 – тривимірне моделювання;

Варіант 3 – віртуальна реальність;

Варіант 4 – доповнена реальність.

У результаті проведення експертизи за МАІ одержані такі відносні оцінки варіантів технологій (рис. 2):

Варіант 1 – 0,5440 (54,40 %);

Варіант 2 – 0,2760 (27,60 %);

Варіант 3 – 0,1130 (11,30 %);

Варіант 4 – 0,0670 (6,70 %).

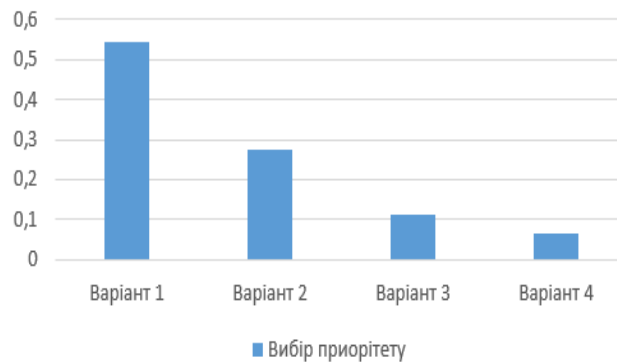


Рисунок 2 – Відносна оцінка інструментальних засобів для розроблення симулятора міжмережевого екрана FortiGate 60E

Таким чином, для швидкої розробки інтерактивних навчальних засобів, спрямованих, в тому числі, на набуття навичок роботи із програмно-апаратними системами різної складності і придатних до застосування при реалізації концепції *micro-Learning* як базового інструментального засобу доцільно використовувати конструктор інтерактивного контенту H5P.

В якості експерименту H5P використаний при створенні навчально-методичного комплексу “Міжмережевий екран Fortinet FG 60E”. Зазначений комплекс реалізує методологію *micro-Learning* та призначений для самостійного вивчення фахівцями механізмів забезпечення безпеки інформації в міжмережевих екранах FortiGate 60E. Інтерактивний мікромодуль передбачає 4 режими використання: навчання, самоперевірки, симулятора та методичної підтримки, за допомогою яких є можливість самостійно навчитися налаштовувати FortiGate 60E. Інтерфейс мікромодуля надає можливість нелінійної взаємодії користувача з навчальним контентом, актуалізує процес навчання та покращує запам’ятовування.

При створенні симулятора програмно-апаратних систем засобами H5P можуть бути використані різні види інтерактивностей. Основними серед них є:

- презентація (Course Presentation);
- пошук вірних точок – об’єктів на зображенні за допомогою кліка миші (англ. Find Multiple Hotspots – для декількох точок, англ. Find the Hotspot – для однієї точки);
- гармошка (англ. Accordion);
- мультирозміщення кількох матеріалів H5P в рамках одного компонента (англ. Column).

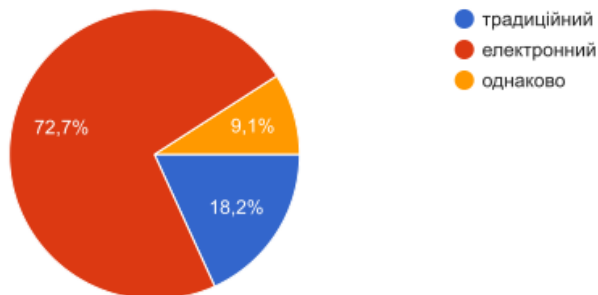
Навчально-методичний комплекс в ході педагогічного експерименту був використаний при вивченні дисципліни “Технології захисту від шкідливого програмного забезпечення”. На рис. 3 наведені діаграми розподілу порівняльних оцінок щодо ефективності навчання та зручності представлення навчального контенту. Діаграми побудовані на основі зворотного зв’язку з учасниками експерименту.

На окремі складові розробленого інтерактивного навчально-методичного комплексу одержане свідоцтво про реєстрацію авторського права:

- інтерактивний навчальний модуль “Міжмережевий екран Fortinet FG-60E” [21];
- симулятор апаратно-програмного пристрою FortiGate 60E” [25].

Який, на Вашу думку, формат подачі навчального контенту більш ефективний (на прикладі інтерактивного навчального мікромодуля “Міжмережевий екран Fortinet-60E”)?

22 відповіді



Який формат подачі навчального контенту більш зручний для навчання?

22 відповіді

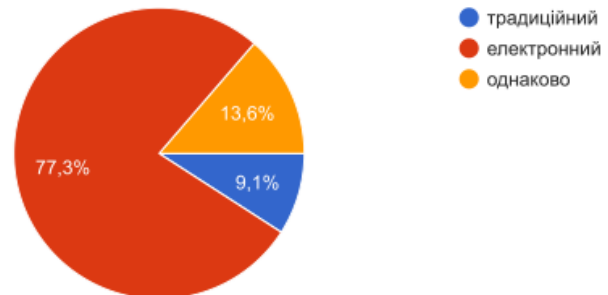


Рисунок 3 – Діаграми порівняльної оцінки ефективності навчання та зручності представлення навчального контенту за традиційною та електронною формами навчання

**Висновки.** Запропонований підхід щодо розробки комп’ютерних симуляторів програмно-апаратних систем на основі Н5Р продемонстрував ряд суттєвих переваг при застосуванні в ході підготовки фахівців сектору безпеки та оборони. Головними серед них є: швидкість розробки та дуже низькі ресурсні вимоги (фінансові, людські, програмно-апаратні).

Таким чином, для швидкої розробки інтерактивних навчальних засобів, спрямованих, в тому числі, на набуття навичок роботи із програмно-апаратними системами різної складності і придатних до застосування як у складі навчально-методичних комплексів, так і при реалізації концепції micro-Learning доцільно використовувати конструктор інтерактивного контенту Н5Р.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Президент України. (2021, Жовт. 22). *Указ № 544/2021 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 22 жовтня 2021 року “Про Концепцію реформування Державної служби спеціального зв’язку та захисту інформації України”*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/544/2021#Text>. Дата звернення: Серп. 12, 2022.
- [2] J. J. Walcutt, and S. Schatz, *Modernizing Learning: Building the Future Learning Ecosystem*. Washington, DC, USA: Government Publishing Office, 2019. [Online]. Available: <https://adlnet.gov/assets/uploads/Modernizing%20Learning.pdf>. Accessed on: Aug. 12, 2022.
- [3] J. Plifka, *Blended Learning: the Army’s future in education, training, and development / Strategy Research Project*. Washington, DC, USA: Department of Army Civilian, 2011. [Online]. Available: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a560138.pdf>. Accessed on: Sept. 13, 2022.
- [4] В. Кухаренко та ін., *Теорія та практика змішаного навчання: монографія*. Харків, Україна: “Міськдрук”, 2016.
- [5] L. Giurgiu, “Microlearning an evolving elearning trend,” *De Gruyter Open: Scientific Bulletin*, vol. XXII, no. 1 (43), pp. 18-23, 2017. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/318657319\\_Microlearning\\_an\\_Evolving\\_Elearning\\_Trend](https://www.researchgate.net/publication/318657319_Microlearning_an_Evolving_Elearning_Trend). Accessed on: June 29, 2022.
- [6] G. Isaksen, “Implementation of a “true” flipped classroom concept at the Norwegian Defense University College,” in *Proc. Interservice / Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, 2019, Paper no. 19116, 12 p. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11250/2633062>. Accessed on: July 12, 2022.



- [7] J. Holmes, "A Guide to The Different Types of eLearning". [Online]. Available: <https://www.knowledgeanywhere.com/resources/article-detail/a-guide-to-the-different-types-of-elearning>. Accessed on: Sept. 10, 2022.
- [8] S. Tamm, "All 10 Types of E-Learning Explained". [Online]. Available: <https://e-student.org/types-of-e-learning>. Accessed on: Sept. 3, 2022.
- [9] О. Чалий, І. Кривенко, та К. Чалий, "Організація інтерактивного дистанційного навчання з інформатичних дисциплін для майбутніх фахівців галузі охорони здоров'я в умовах карантину" у *Екстрене дистанційне навчання в Україні: монографія*, В. Кухаренко, В. Бондаренко, Ред. Харків, Україна: Міська друкарня, 2020, с. 318-327.
- [10] Інтерактивні методи навчання. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://sites.google.com/site/nmcmuk/naukova-dialnist/interaktivni-metodi-navcanna>. Дата звернення: Серп. 03, 2022.
- [11] H5P. [Online]. Available: <https://h5p.org/>. Accessed on: Sept. 21, 2022.
- [12] M. Correia, "Developing Airmen and Guardians with Games for Enhanced Readiness (DAGGER)," на 5 Міжнародній науково-практичній конференції *Проблеми впровадження дистанційного навчання в освітньому процесі вищих військових навчальних закладів та можливі шляхи їх вирішення*, Київ, 2022. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://adlconf.nuou.org.ua/sessions/recorded>. Дата звернення: Верес. 21, 2022.
- [13] Best 3D Modeling Software of 2021 (Some are Free). [Online]. Available: <https://all3dp.com/1/best-free-3d-modeling-software-3d-cad-3d-design-software>. Accessed on: July 1, 2022.
- [14] B. L. McGee, and L. Jacka, "Virtual reality in Education. Broken promises or new hope?," in *Proc. 38 International Conference of Innovation, Practice and Research in the Use of Educational Technologies in Tertiary Education*, 2021, pp. 74-80. [Online]. Available: <https://2021conference.ascilite.org/wp-content/uploads/2021/11/ASCILITE-2021-Proceedings-McGee-Jacka.pdf>. Accessed on: June 2, 2022.
- [15] Що таке доповнена реальність? [Електронний ресурс]. Доступно: <https://teach-hub.com/scho-take-dopovnena-realnist>. Дата звернення: Лип. 18, 2022.
- [16] L. Mekacher, "Education 4.0: Hybrid Learning and Microlearning in a Smart Environment", *PUPIL: International Journal of Teaching, Education and Learning*, vol. 6, iss. 1, pp. 127-141, Mar. 2022, doi: <https://doi.org/10.20319/pijtel.2022.61.127141>.
- [17] В. Кухаренко, "Мікро кваліфікація у системі підготовці викладачів," на 5 Міжнародній науково-практичній конференції *Проблеми впровадження дистанційного навчання в освітньому процесі вищих військових навчальних закладів та можливі шляхи їх вирішення*, Київ, 2022. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://adlconf.nuou.org.ua/sessions/recorded>. Дата звернення: Верес. 21, 2022.
- [18] G. Isaksen, "How PBL and Flipped Classroom Gave Remarkable Results in Higher Military Education Course", in *Proc. Interservice / Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, 2019 Paper no. 20238, 13 p. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/44539119/How\\_PBL\\_and\\_Flipped\\_Classroom\\_Gave\\_Remarkable\\_Results\\_in\\_Higher\\_Military\\_Education\\_Course](https://www.academia.edu/44539119/How_PBL_and_Flipped_Classroom_Gave_Remarkable_Results_in_Higher_Military_Education_Course). Accessed on: Jul. 13, 2022.
- [19] B. Prevalla, and H. Uzunboylu, "Flipped Learning in Engineering Education", *TEM Journal*, vol. 8, no 2, pp. 656-661, May, 2019, doi: <https://dx.doi.org/10.18421/TEM82-46>.
- [20] С. О. Данілевська, В. В. Рябцев, та Є. В. Кирилова, "Комп'ютерна програма "Інтерактивний навчальний модуль "Безпека бездротових мереж", *свід. про реєстр. авт. права на твір № 110109*, Груд. 12, 2021.
- [21] І. О. Зюзін, В. В. Рябцев, та Є. В. Кирилова, "Комп'ютерна програма "Інтерактивний навчальний модуль "Міжмережевий екран Fortinet FG-60E", *свід. про реєстр. авт. права на твір № 111005*, Січ. 12, 2022.
- [22] Т. Саати. *Принятие решений. Метод анализа иерархий*. Москва : Радио и связь, 1993.
- [23] О. Ю. Пермяков, Ю. В. Кравченко, О. В. Василенко, В. В. Рябцев, В. А. Савченко, М. Г. Тищенко, В. В. Машталір, О. Г. Оксіюк, та Ю. В. Волосюк, "Спосіб оцінки якості системи керування навчальним процесом", *МПК (2011.01), G06F 9/00. № 61885*, Лип. 25, 2011.

- [24] International Organization for Standardization, (2011, March 3). *ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models*. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/35733.html>. Accessed on: May 03, 2022.
- [25] І. О. Зюзін, В. В. Рябцев, та Є. В. Кирилова, “Комп’ютерна програма “Симулятор апаратно-програмного пристрою FortiGate 60E”, свід. про реєстр. авт. права на твір № 113522, Черв. 29, 2022.

Стаття надійшла до редакції 25.09.2022.

## REFERENCE

- [1] President of Ukraine. (2021, Oct. 22). *Decree no. 544/2021 On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated Oct. 22, 2021 “On the Concept of Reforming the State Service of Special Communications and Information Protection of Ukraine”*. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/544/2021#Text>. Accessed on Aug. 12, 2022.
- [2] J. J. Walcutt, and S. Schatz, *Modernizing Learning: Building the Future Learning Ecosystem*. Washington, DC, USA: Government Publishing Office, 2019. [Online]. Available: <https://adlnet.gov/assets/uploads/Modernizing%20Learning.pdf>. Accessed on: Aug. 12, 2022.
- [3] J. Plifka, *Blended Learning: the Army’s future in education, training, and development / Strategy Research Project*. Washington, DC, USA: Department of Army Civilian, 2011. [Online]. Available: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a560138.pdf>. Accessed on: Sept. 13, 2022.
- [4] V. Kukhareenko et al., *Theory and practice of blended learning: monograph*. Kharkiv, Ukraine: Miskdruk, 2016.
- [5] L. Giurgiu, “Microlearning an evolving elearning trend,” *De Gruyter Open: Scientific Bulletin*, vol. XXII, no. 1 (43), pp. 18-23, 2017. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/318657319\\_Microlearning\\_an\\_Evolving\\_Elearning\\_Trend](https://www.researchgate.net/publication/318657319_Microlearning_an_Evolving_Elearning_Trend). Accessed on: June 29, 2022.
- [6] G. Isaksen, “Implementation of a “true” flipped classroom concept at the Norwegian Defense University College,” in *Proc. Interservice / Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, 2019, Paper no. 19116, 12 p. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11250/2633062>. Accessed on: July 12, 2022.
- [7] J. Holmes, “A Guide to The Different Types of eLearning”. [Online]. Available: <https://www.knowledgeanywhere.com/resources/article-detail/a-guide-to-the-different-types-of-elearning>. Accessed on: Sept. 10, 2022.
- [8] S. Tamm, “All 10 Types of E-Learning Explained”. [Online]. Available: <https://e-student.org/types-of-e-learning>. Accessed on: Sept. 3, 2022.
- [9] O. Chalyy, I. Kryvenko, and K. Chalyy, “Organization of interactive distance learning in informatics disciplines for future health care specialists in quarantine conditions”, in *Emergency distance learning in Ukraine: monograph*, V. Kukhareenko, V. Bondarenko, Eds. Kharkiv, Ukraine: Miska drukarnya, 2020, p. 318-327.
- [10] Interactive learning methods. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/nmcmkyk/naukova-dialnist/interaktivni-metodi-navcanna>. Accessed on: Sept. 03, 2022.
- [11] H5P. [Online]. Available: <https://h5p.org/>. Accessed on: Sept. 21, 2022.
- [12] M. Correia, “Developing Airmen and Guardians with Games for Enhanced Readiness (DAGGER),” in *Proc. 5 International Scientific and Practical Conference Challenges of adl implementation in the educational process of higher military educational institutions and possible ways of their solution*, Kyiv, 2022. [Online]. Available: <https://adlconf.nuou.org.ua/sessions/recorded>. Accessed on: Sept. 21, 2022.
- [13] Best 3D Modeling Software of 2021 (Some are Free). [Online]. Available: <https://all3dp.com/1/best-free-3d-modeling-software-3d-cad-3d-design-software>. Accessed on: July 1, 2022.

- [14] B. L. McGee, and L. Jacka, “Virtual reality in Education. Broken promises or new hope?”, in *Proc. 38 International Conference of Innovation, Practice and Research in the Use of Educational Technologies in Tertiary Education*, 2021, pp. 74-80. [Online]. Available: <https://2021conference.ascilite.org/wp-content/uploads/2021/11/ASCILITE-2021-Proceedings-McGee-Jacka.pdf>. Accessed on: June 2, 2022.
- [15] What is augmented reality? [Online]. Available: <https://teach-hub.com/scho-take-dopovnena-realnist>. Accessed on: July 18, 2022.
- [16] L. Mekacher, “Education 4.0: Hybrid Learning and Microlearning in a Smart Environment”, *PUPIL: International Journal of Teaching, Education and Learning*, vol. 6, iss. 1, pp. 127-141, Mar. 2022, doi: <https://doi.org/10.20319/pijtel.2022.61.127141>.
- [17] V. Kukhareno, “Micro qualification in the teacher training system”, in *Proc. 5 International Scientific and Practical Conference Challenges of adl implementation in the educational process of higher military educational institutions and possible ways of their solution*, Kyiv, 2022. [Online]. Available: <https://adlconf.nuou.org.ua/sessions/recorded>. Accessed on: Sept. 21, 2022.
- [18] G. Isaksen, “How PBL and Flipped Classroom Gave Remarkable Results in Higher Military Education Course”, in *Proc. Interservice / Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, 2019 Paper no. 20238, 13 p. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/44539119/How\\_PBL\\_and\\_Flipped\\_Classroom\\_Gave\\_Remarkable\\_Results\\_in\\_Higher\\_Military\\_Education\\_Course](https://www.academia.edu/44539119/How_PBL_and_Flipped_Classroom_Gave_Remarkable_Results_in_Higher_Military_Education_Course). Accessed on: Jul. 13, 2022.
- [19] B. Prevalla, and H. Uzunboylu, “Flipped Learning in Engineering Education”, *TEM Journal*, vol. 8, no 2, pp. 656-661, May, 2019, doi: <https://dx.doi.org/10.18421/TEM82-46>.
- [20] S. Danilevska, V. Riabtsev, and Y. Kyrylova, “Computer program “Interactive educational module “Security of wireless networks”, *cert. about the register author rights to the work no. 110109*, Dec. 12, 2021.
- [21] I. Zyuzin, V. Riabtsev, and Y. Kyrylova, “Computer program “Interactive educational module “Fortinet FG-60E network screen”, *cert. about the register author rights to the work no. 111005*, Jan. 12, 2022.
- [22] T. Saati. *Making decisions. Hierarchical analysis method*. Moscow : Radio and Communication, 1993.
- [23] O. Permiakov, Y. Kravchenko, O. Vasylenko, V. Riabtsev, V. Savchenko, M. Tyschenko, V. Mashtalir, O. Oksiuk, and Y. Volosiuk, “Quality estimation method for academic activity control system”, *U.A. Patent Appl. MPK (2011.01), G06F 9/00. № 61885*, Jul. 25, 2011.
- [24] International Organization for Standardization, (2011, March 3). *ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models*. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/35733.html>. Accessed on: May 03, 2022.
- [25] I. Zyuzin, V. Riabtsev, and Y. Kyrylova, “Computer program “Simulator of the hardware and software device FortiGate 60E”, *cert. about the register author rights to the work no 113522*, June 29, 2022.

OLEKSANDR PUCHKOV,  
VIACHESLAV RIABTSEV,  
VASYL KULIKOV

## **IMPLEMENTATION OF THE INTERACTIVE EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL COMPLEX OF MICRO-LEARNING CONCEPT USING H5P**

The deep transformation of the security and defense sector of Ukraine in the context of Euro-Atlantic integration conditions the harmonization of key areas of activity with NATO standards and procedures. This also applies to the system of education and training of specialists of the State Service for Special Communications and Information Protection of Ukraine. This process is complicated by the contradiction between the need to increase the efficiency of the mentioned

system on the one hand, and the requirement of strict economy of resources (financial, human, time) on the other hand, which exists against the background of Russia's war against Ukraine. The resolution of the mentioned contradiction is possible due to the wide implementation of the model of continuous lifelong learning based on modern technologies of e-Learning and Blended learning. Implementation of this task involves constant training of specialists in formal, informal and alternative education, self-motivation for educational activities through open access, optimal use of resources, comfort of all participants in the educational process. In turn, this leads to new requirements regarding the organization and content of educational contents (electronic educational resources): adaptability of the educational environment; implementation of flexible learning trajectories; interactivity of educational content. A significant problem of electronic training of technical specialists is their study of complex software and hardware systems, which involves the formation of skills and operating skills. This is due to the increasing complexity of software and hardware devices and systems and their cost, as well as the fact that the full use of these devices and systems in the training mode is often not possible or not advisable due to various reasons. Thus, there is a need to develop electronic educational tools that, along with theoretical information, simulate the operation of hardware and software devices and systems in order to increase the effectiveness of their study (computer simulators). The article discusses the main types of e-learning. The basic components of the concept of micro-Learning are defined. The composition of the educational and methodological complex implementing this concept is described. Existing approaches to the development of computer simulators are analyzed. Formulated requirements for appropriate tools. The choice as a tool for the designer of interactive content H5P is justified. The implementation of the interactive educational and methodological complex is shown on the example of the training module "Fortinet FG-60E firewall". Feedback information regarding the use of the developed complex in the educational process is provided.

**Keywords:** e-Learning, Blended Learning, micro-learning, interactive learning tools, simulator of software and hardware systems, H5P.

**Пучков Олександр Олександрович**, кандидат філософських наук, професор, начальник, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна, ORCID 0000-0002-8585-1044, iszzi@iszzi.kpi.ua.

**Рябцев Вячеслав Віталійович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кібербезпеки і застосування інформаційних систем і технологій, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна, ORCID 0000-0001-8331-0132, viacheslav.riabtsev@gmail.com.

**Куліков Василь Михайлович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кібербезпеки і застосування інформаційних систем і технологій, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна, ORCID 0000-0002-1015-5802, k.v.m@i.ua.

**Puchkov Oleksandr**, candidate of philosophy science, professor, head of Institute of special communications and information protection, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine.

**Riabtsev Viacheslav**, candidate of engineering sciences, associate professor, associate professor at the cybersecurity and application of information systems and technology academic department, Institute of Special Communication and Information Security of National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine.

**Kulikov Vasyl**, candidate of engineering sciences, associate professor, associate professor at the cybersecurity and application of information systems and technology academic department, Institute of Special Communication and Information Security of National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine.