



Інформаційно-комунікаційні технології в освіті

УДК 378.14.015.62

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17291324>

Адаптивні навчально-тестові комп'ютерні програми в системі інженерної STEAM-освіти в Україні

Сліденко Віктор Михайлович

доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-9313-331X>

Поліщук Валентина Омелянівна

старша викладачка кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна, [https:// orcid: 0000-0001-9116-7962](https://orcid.org/0000-0001-9116-7962)

Замараєва Оксана Вікторівна

інженер-дослідник науково-дослідного Центру енергоощадних імпульсно-хвильових конструкцій, технологій та навчальних систем Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна, <https://orcid.org/0009-0004-2961-7730>

Прийнято: 15.09.2025 | Опубліковано: 30.09.2025

***Анотація:** STEAM-підхід в навчальному процесі сприяє формуванню у студентів інженерного мислення з елементами креативності, а також комплексного бачення проблем і нестандартних способів їх розв'язання з можливістю синтезу нової інформації. Такий підхід особливо важливий*



сьогодні, за умов воєнного стану в Україні, коли формування креативності в майбутніх інженерів, творчого підходу для створення зразків нової техніки, є актуальною задачею. **Метою статті** є обґрунтування розробки та впровадження адаптивних навчально-тестових комп'ютерних програм (НТКП), як способу впровадження STEAM-освіти у навчальний процес з метою стимулювання креативності студентів з урахуванням індивідуальних спроможностей студентів та їх розвитку. **Методи.** Методологічну основу дослідження становлять системний підхід, використання методів теоретичного аналізу наукових джерел, систематизації даних і порівняльного узагальнення для оцінки перспектив впровадження адаптивних навчально-тестових технологій в освітній процес. **Результати.** Наведено особливості формування креативної компетентності за умов використання платформи дистанційного навчання «Сікорський», як відкритого віртуального навчального середовища КПІ ім. Ігоря Сікорського, яке надає адміністраторам, викладачам та студентам широкі можливості щодо застосування сучасних технологій дистанційного навчання. Особливо актуальними є методи з застосуванням інтерактивних технологій з доступом студентів до професійних науково-конструкторських розробок Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського та реалізації STEAM-освіти через впровадження адаптивних НТКП. Властивість адаптивності забезпечується програмованою реакцією НТКП на активність та коректність відповідей студента відносно тестових завдань. Навчальні функції забезпечуються можливістю повторних запусків програми з рандомізацією запитань, аналізом відповідей та рекомендаціями ефективних джерел інформації. Тестові завдання сформульовані так щоб не допускати двозначного тлумачення і сприяти формулюванню правильної відповіді.

Висновки. Розробка та впровадження адаптивних НТКП в системі інженерної STEAM-освіти в Україні, зумовлені запровадженням



дистанційного навчання, викликами воєнного часу, необхідністю підвищення ефективності та безперервності освітнього процесу.

Запровадження НТКП дозволяє поєднувати навчальні функції з функціями поточного контролю знань. Постановка завдань творчого характеру сприяє розвитку логічного та інженерного креативного мислення з елементами синтезу інформації, що необхідно для розробки та впровадження в практику нових конструкцій та технологій.

Ключові слова: STEAM-освіта, інженерне мислення, адаптивність, креативність, навчально-тестові програми, компетентнісний підхід.

Adaptive educational and testing computer programs in the system of engineering STEAM education in Ukraine

Slidenko Viktor Mykhailovych

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation of Electrical and Mechatronic Complexes, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-9313-331X>

Valentyna Omelyanivna Polishchuk

Senior Lecturer, Department of Automation of Electrical and Mechatronic Complexes, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine, [https:// orcid: 0000-0001-9116-7962](https://orcid.org/0000-0001-9116-7962)

Zamarayeva Oksana Viktorivna

Post-research engineer at the Center for Energy Saving Impulse Structures, Technology and Initial Systems, Kiev Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky, Kiev, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0004-2961-7730>



Abstract: *The STEAM approach in the educational process contributes to the formation of students' engineering thinking with elements of creativity, as well as a comprehensive vision of problems and non-standard ways of solving them with the possibility of synthesizing new information. This approach is especially important today, given martial law in Ukraine, when the development of creativity in future engineers and a creative approach to the development of new technology prototypes is a crucial task. The **purpose** of the article is to substantiate the development and implementation of adaptive Computer-based Learning and Testing Softwares (CBLTSs) as a way of introducing STEAM education into the educational process in order to stimulate students' creativity, taking into account their individual abilities and development. **Methods.** The methodological basis of the study consists of a systematic approach, the use of methods of theoretical analysis of scientific sources, systematization of data, and comparative generalization to assess the prospects for introducing adaptive teaching and testing technologies into the educational process.*

Results. *The article presents the peculiarities of creative competence formation using the «Sikorsky» distance learning platform, an open virtual learning environment of National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (Igor Sikorsky KPI), which provides administrators, teachers, and students with ample opportunities to apply modern distance learning technologies. Methods involving interactive technologies are particularly relevant, giving students access to professional scientific and engineering developments at Igor Sikorsky KPI and implementing STEAM education through the introduction of adaptive CBLTSs. Adaptability is ensured by the programmable response of the CBLTS to the student's activity and accuracy of answers to test questions. Educational functions are provided by the ability to restart the program with randomized questions, analysis of answers, and recommendations for effective sources of information. Test tasks are formulated in such a way as to prevent ambiguous interpretation and facilitate the formulation of the correct answer.*



Conclusions. *The development and implementation of adaptive CBLTSs in the STEAM engineering education system in Ukraine are driven by the launch of distance learning, wartime challenges, and the need to improve the efficiency and continuity of the educational process. The introduction of CBLTSs allows combining educational functions with the functions of ongoing knowledge assessment. Setting creative tasks fosters the development of logical and engineering creative thinking with elements of information synthesis, which is necessary for the development and implementation of new designs and technologies.*

Keywords: *STEAM education, engineering thinking, adaptability, creativity, Computer-based Learning and Testing Softwares (CBLTSs), competency-based approach.*

Постановка проблеми. Світова федерація інженерних організацій (WFEO), Міжнародна асоціація неперервної інженерної освіти (IACSEE) та інші міжнародні об'єднання вивчають питання динаміки інтеграційних процесів у галузі освіти для забезпечення якості підготовки інженерів, здійснюють координацію міжнародних наукових розробок у сфері інженерії, штучного інтелекту тощо. Цей напрямок задекларований і в Національній доктрині розвитку освіти в Україні [1].

У 2020 році Кабінет Міністрів України видав розпорядження №960-р «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)». На сьогодні здійснюється переосмислення філософії STEM-компонентів (наука, технології, інженерія, математика) й оновлення цього напрямку через запровадження моделі STEAM-освіти із мистецькою складовою (A – art), що відкриває нові можливості для розвитку творчих здібностей людини [2]. STEAM-підхід поєднує логічне та інженерне мислення з елементами креативності, що сприяє формуванню комплексного бачення проблем і ефективних способів їх розв'язання. Такий підхід особливо



актуальний сьогодні, коли перед Україною постають задачі активного опору російській агресії, значного підвищення технічного рівня техніки, що конче необхідно для звільнення від окупації тимчасово захоплених агресором територій. Перед науковцями та інженерами постає все більше складних технічних завдань. За таких умов формування в майбутніх інженерів, творчого підходу, фантазії, готовності для прийняття нестандартних рішень та креативного синтезу інформації, яка відображається в нових конструкціях та технологіях, є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах, таких як "STEAM-освіта – перспективи розвитку STEM та STEAM" І. В. Антоненко [3]. О.М. Шевченко, Н.В. Андрущенко, Е.П. Сірик [4] та А.А. Асманкіна, Т.Г. Сотнікова [5], розглядається роль цифрових технологій та інноваційних методик у впровадженні STEAM-освіти. Питання особливостей особистісно-орієнтованого підходу до організації навчального процесу при підготовці майбутніх інженерів у технічних закладах вищої освіти відображені в наукових роботах таких науковців як О.Е. Коваленко, Н.О. Брюханова [6], М.І. Лазарєв, Г.М. Мосієнко, А.І. Тарасюк [7. 8], С.О. Сисоєва [9], В.В. Ягупов, В.І Свистун [10], Р.М. Горбатюк, Ю.Ю. Козак [11, 12] та в багатьох інших. Вони вважають, що для підготовки конкурентоздатного інженера на сучасному ринку праці важливим є креативне мислення у процесі синтезу інформації та прийняття новітніх інженерних рішень.

Важливим при підготовці сучасного інженера є формування творчого графічного мислення. Як відомо, фізіологічно людина влаштована так, що зорове сприйняття є основним каналом отримання знань про світ. Через зір ми сприймаємо близько 90% інформації. Результати багатьох досліджень показують, що продуктивність праці людини, яка використовує візуальну інформацію, на 17% вища. В роботах О.В. Волошиної, О.М. Джеджули та інших [13, 14] зазначено, що відсутність належної графічної компетентності



може призвести до помилок у проєктуванні, помилкової інтерпретації даних, зниженні конкурентоспроможності конструкцій та технологій.

Нині є багато інструментів для розвитку графічної компетентності, які реалізуються засобами сучасних цифрових технологій і адаптивних навчальних платформ для персоналізації дистанційного навчання та формування наукових компетенцій в умовах дистанційного навчання, що відображено в роботах: В.Ю. Биков, О.Ю. Буров [15], В.І. Кобаль, Г.Б. Кравець, М.В. Цинова [16].

Розробка і застосування адаптивних методів навчання передбачає глибоке розуміння когнітивних процесів. Дослідники наголошують, що сучасні інноваційні підходи до впровадження технологій в освіту орієнтовані на створення гнучких і адаптивних цифрових платформ, які забезпечують персоналізацію освітнього процесу з застосуванням штучного інтелекту (ШІ) [17].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Активне впровадження інноваційних підходів у сучасну освітню практику, питання впливу графічної компетентності в межах STEAM-освіти, з використанням різноманітних форм дистанційного навчання, впливу на творчі спроможності студентів залишається недостатньо ефективним. Важливим є формування творчої складової з урахуванням реальних спроможностей студентів на прикладах реальних наукових робіт студентів і викладачів. Не всі аспекти впровадження STEAM-освіти в практику підготовки, наприклад, інженера-конструктора, мають належне методичне обґрунтування. Зокрема, відсутня система поступового модульного нарощування графічної компетентності, яка б підтверджувала безпосередній зв'язок між використанням STEAM-технологій та підвищенням рівня творчої активності пов'язаної з креативним синтезом знань в процесі створення новітніх конструкцій та технологій, що особливо актуально сьогодні для України в умовах зовнішньої агресії.



Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті – обґрунтування розробки та впровадження адаптивних навчально-тестових комп'ютерних програм, як способу впровадження STEAM-підходів у навчальний процес з метою стимулювання креативності студентів з урахуванням індивідуальних спроможностей та їх розвитку.

Для досягнення цієї мети сформульовано такі завдання: – врахувати основні психологічні та педагогічні виклики, з якими стикаються студенти в процесі дистанційного навчання; – обґрунтувати структуру та функції адаптивної навчально-тестової комп'ютерної програми (НТКП) як способу впровадження особистісного аналізу та креативного синтезу інформації в процесі реалізації STEAM-освіти; – навести аналіз особливостей та результатів практичного застосування адаптивної НТКП в навчально–науковому Інституті енергозбереження та енергоменеджменту Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського.

Виклад основного матеріалу дослідження. В формуванні креативної компетентності за умов дистанційного навчання, з урахуванням соціальних змін та викликів військового стану, актуальне застосуванням засобів особистісно-орієнтованого підходу у процесі підготовки майбутніх інженерів до умов реального сучасного виробництва. Особливо актуальними є методи з застосуванням інтерактивних технологій з доступом студентів до професійних науково-конструкторських розробок Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського [18] та реалізації STEAM-освіти через спеціалізовані платформи, наприклад, платформу «Сікорський», яка надає адміністраторам, викладачам та студентам широкі можливості щодо застосування сучасних технологій дистанційного навчання [19].

Одним з напрямків розвитку якісної дистанційної STEAM-освіти є впровадження особистісного аналізу та креативного синтезу інформації за допомогою адаптивних навчально-тестових комп'ютерних програм (НТКП), які



розроблені Центром енергоощадних імпульсно-хвильових конструкцій, технологій та навчальних систем Інституту енергозбереження та енергоменеджменту (надалі Центром ІЕЕ) КПІ ім. Ігоря Сікорського.

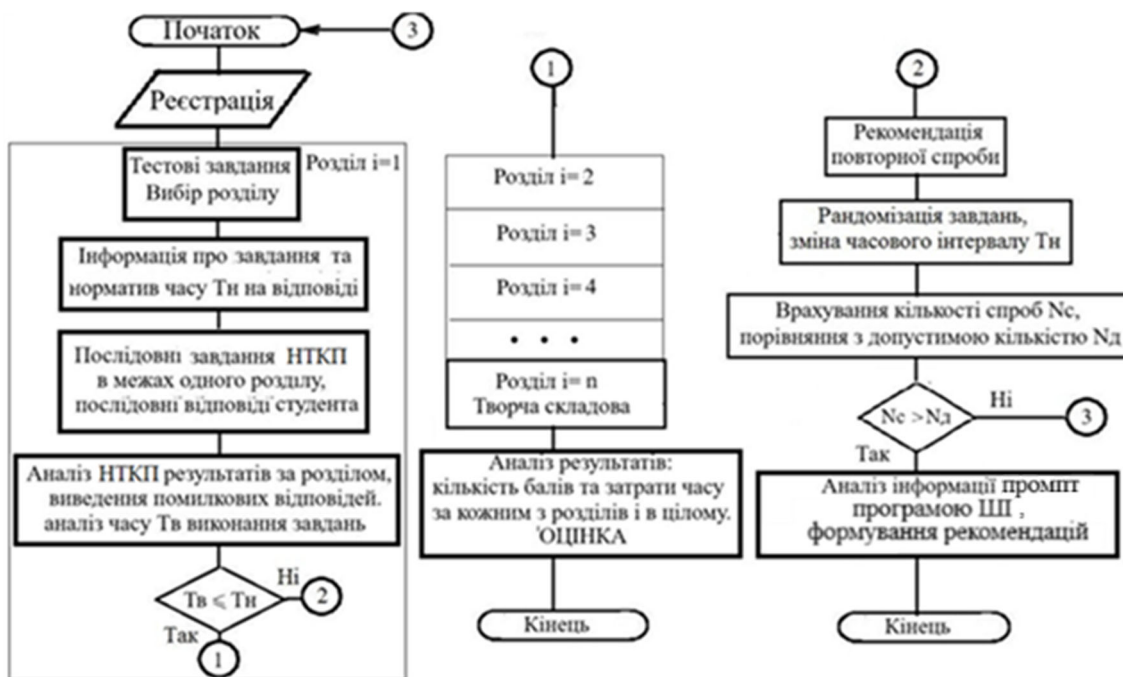
Адаптивні НТКП розроблені з забезпеченням узгодженості завдань тесту, як між собою (внутрішня узгодженість), так і з іншими тестами (зовнішня узгодженість). Властивість адаптивності забезпечується програмованою реакцією комп'ютерної програми на активність та коректність відповідей студента відносно тестових завдань. Навчальні функції забезпечуються можливістю повторних запусків програми з рандомізацією запитань, аналізом відповідей та рекомендаціями ефективних джерел інформації. Тестові завдання сформульовані так щоб не допускати двозначного тлумачення і сприяти формулюванню правильної відповіді за виключенням спеціальних завдань, призначених для розвитку творчих компетентностей студента. Контрольована кількість правильних відповідей охоплює наперед визначені викладачем діапазони в заданому часовому інтервалі, які відповідають оцінкам продемонстрованого рівня тестових завдань.

На рис.1 наведена типова структурна схема алгоритму реалізації адаптивної НТКП.

Адаптивна НТКП складається з розділів для виконання тестових завдань та аналітичного розділу оцінки інформаційної спроможності студента з можливістю повторного запуску програми або застосування програми штучного інтелекту (ШІ) для формування рекомендації літературних джерел, необхідних для розв'язку тестових завдань.

Рисунок 1

Структурна схема алгоритму реалізації адаптивної НТКП



Джерело: власна розробка авторів

Так в першому розділі адаптивної НТКП проводиться реєстрація студента та ознайомлення з інформацією відносно завдань тесту.

При виконанні тестових завдань в кожному розділі контролюється час відповідей та правильність відповідей. В кінці розділу виводиться результат виконання тестових завдань за розділом та оцінюється час T_{vi} - затрачений на відповіді відносно нормованого часу T_{ni} . При значенні $T_{vi} \leq T_{ni}$ - виконання тесту продовжується з переходом до наступного розділу, а економія часу ΔT_i враховується в наступному розділі, так що $T_{ni+1} = T_{ni} + \Delta T_i$. Інакше – програма, після рекомендації повторного запуску і рандомізації завдань, завершує роботу. В кожному наступному розділі контроль часу проводиться аналогічно і при досягненні останнього розділу пропонується завдання яке має кілька варіантів відповіді і вимагає творчого підходу. Кількість спроб N_c повторного запуску НТКП обмежується допустимою величиною N_d і якщо $N_c > N_d$, то тоді програма, на основі аналізу результатів виконання тестових завдань, формує



рекомендації відносно підвищення рівня знань за темою, а також допускається аналіз і вибір рекомендацій з застосуванням ШІ. НТКП відповідає розпорядженню Кабінету Міністрів України №1556-р, від 02 грудня 2020 р, в якому ухвалено Концепцію розвитку штучного інтелекту на період до 2030 року. Одним з пріоритетних напрямів реалізації даної Концепції є впровадження технологій ШІ у сфері освіти, науки, що, перш за все, вимагає приведення законодавства в галузі використання технологій ШІ у відповідність з міжнародними нормативно-правовими актами. Це свідчить, що сучасні умови цифровізації суспільства диктують зміну пріоритетів і в галузі освіти [20]. Рекомендованими програмами ШІ для НТКП є ChatGPT, Perplexity AI, Claude.ai та Gemini, які демонструють ефективність у обробці та створенні файлів, а також можливість обробки інформації з мережі Інтернет [21]. Відносно застосування чат-бота DeepSeek, то слід зазначити, що його основна перевага – висока швидкість генерації, при якій відповіді з'являються помітно швидше, ніж у ChatGPT. Крім того, доступ до найпотужнішої версії чат-бота повністю безкоштовний; відсутність цензури – користувачі можуть обговорювати з чат-ботом теми, які можуть бути обмежені в Gemini і ChatGPT. Проте широке застосування DeepSeek є неоднозначним, оскільки він вразливий до кіберзагроз, легше піддається зламу порівняно з іншими моделями і, головне, існує ризик витоку даних. Тому уряди низки країн заборонили використання DeepSeek з міркувань безпеки [22].

Важливим для застосування програм ШІ є формування НТКП промпт, тобто системи запитань або інструкцій, які необхідно поставити програмі ШІ. Основними критеріями для формування НТКП промпт є часові інтервали на відповіді, порядок рандомізації запитань та рекомендовані джерела інформації для підвищення результативності тестування.

Проекти НТКП розроблені на C# в Visual studio пропонуються студентам з можливістю використовувати виконавчих файлів в зручних для студента



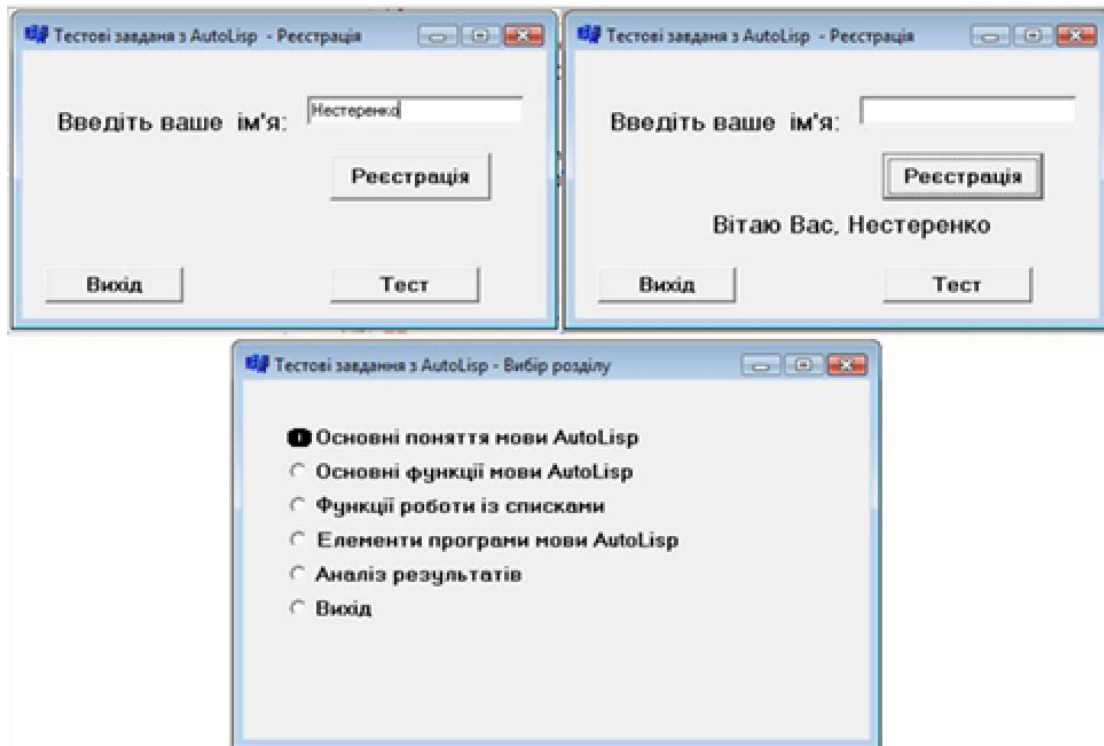
умовах. При досягненні потрібного результату тест зараховується з оцінкою, в залежності від кількості правильних відповідей та часу затраченого на виконання завдань.

На рис.2 наведено приклад в початковій фазі реалізації НТКП розробленої Центром ІЕЕ і призначеної для розвитку просторово-алгоритмічного мислення при вивченні розділів і одночасним тестуванням знань з програмування графічною мовою AutoLISP в Autocad — системі автоматизованого проєктування (САПР), яка розроблена американською компанією Autodesk. Зазначимо, AutoLISP — діалект мови програмування LISP, створений для використання з повною версією AutoCAD. Як відомо, LISP (List Processing) – це мова програмування, яка знайшов своє застосування в області штучного інтелекту. Його потужна система макросів і динамічна типізація роблять його ідеальним для створення інтелектуальних систем. Попри свою довгу історію, LISP залишається популярним в академічних та дослідницьких сферах. Засоби програмування AutoLISP ідентичні, або дуже близькі до своїх аналогів на LISP. Включенням у макровизначення меню функцій AutoLISP можна перетворити меню AutoCAD на інтелектуальний засіб автоматизації проєктування.

В цьому конкретному випадку творча складова відображена в четвертому розділі, в якому постановлені завдання по виконанню програмування інженерного розрахунку параметрів елемента конструкції з параметризацією його зображення. Застосування такої адаптивної НТКП сприяє підвищенню рівня алгоритмічно-просторового мислення студента з виконанням параметризованих геометричних об'єктів, що сприяє розвитку його графічної компетентності в області проєктування елементів конструкцій електротехнічних та мехатронних комплексів.

Рисунок 2

Початкова фаза діалогу адаптивної НТКП

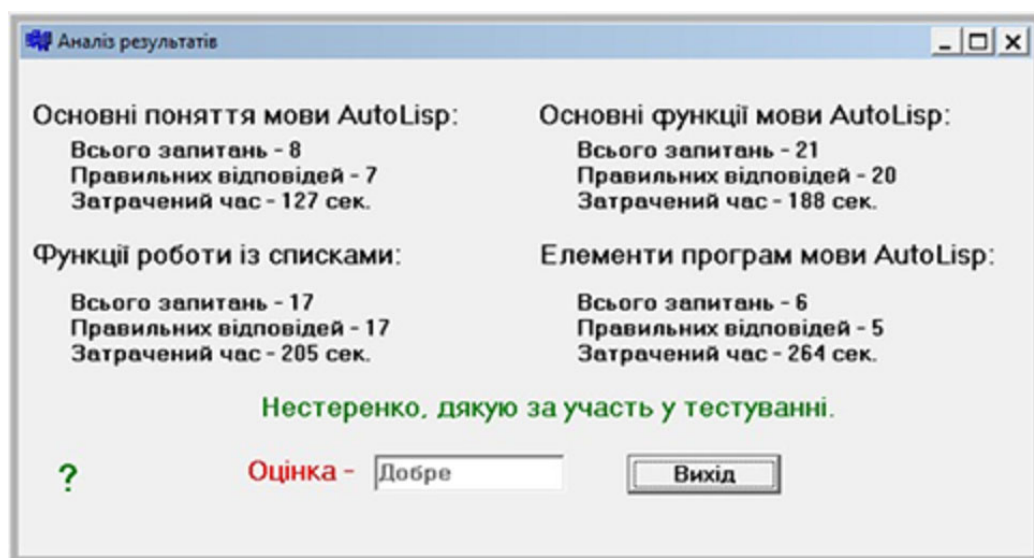


Джерело: власна розробка авторів

На рис.3 наведено кінцева фаза виконання НТКП з аналізом помилок та оцінкою.

Рисунок 3

Кінцева фаза виконання НТКП



Джерело: власна розробка авторів



Висновки. Розробка та впровадження адаптивних навчально-тестових комп'ютерних програм в системі інженерної STEAM-освіти в Україні, зумовлені запровадження дистанційного навчання, викликами воєнного часу, стали не лише альтернативою традиційній освіті, а й важливим інструментом підвищення її ефективності та безперервності освітнього процесу. Такий підхід відкриває нові можливості для гнучкості, індивідуалізації навчання, з урахуванням та розвитком особистісних спроможностей, розширення доступу до різноманітних ресурсів і розвитку цифрових компетентностей, що є важливими в умовах цифровізації суспільства. Запровадження адаптивної НТКП в системі STEAM освіти поєднує навчальні функції з функціями поточного контролю знань, що, разом з постановкою завдань творчого характеру, сприяє розвитку логічного та інженерного креативного мислення з елементами синтезу інформації, сприяє формуванню комплексного бачення проблем і нестандартних способів їх розв'язання, що необхідно для розробки та впровадження в практику нових конструкцій та технологій.

Список використаних джерел

1. Указ Президента України. Про Національну доктрину розвитку освіти. *Указ № 347/2002 від 17 квітня 2002 року.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002>
2. Кузьменко Г. В. Від STEM – до STEAM-освіти: ключові аспекти на прикладі ініціатив уряду США. *Освіта та розвиток обдарованої особистості.* 2020. № 4(79). С. 18–24. URL: <https://otr.iod.gov.ua/images/pdf/2020/4/5.pdf>
3. Антоненко І. В. STEAM-освіта – перспективи розвитку. *STEM та STEAM: науково-практичні тенденції розвитку цифровізації в умовах євроінтеграції: матер. всеукр. наук.-пед. підвищення кваліфікації (Львів–Торунь, 4 грудня – 14 січня 2024 р.).* Львів–Торунь : Liha-Pres, 2024. С. 5–7.



URL:

https://cuesc.org.ua/images/informlist/Макет%20advanced_training_STEM.pdf

4. Шевченко О. М., Андрущенко Н. В., Сірик Е. П. Роль STEAM-освіти у формуванні креативності й інноваційного мислення здобувачів освіти. *Наукові інновації та передові технології*. 2023. № 7(21). С. 486–496. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/44354>

5. Асманкіна А. А., Сотнікова Т. Г. Значення FabLab'ів на базі ВНЗ у STEM та STEAM освіті. *STEM та STEAM: науково-практичні тенденції розвитку цифровізації в умовах євроінтеграції: матер. всеукр. наук.-пед. підвищення кваліфікації (Львів–Торунь, 4 грудня – 14 січня 2024 р.)*. Львів–Торунь : Liha-Pres, 2024. С. 8–12. URL: https://cuesc.org.ua/images/informlist/Макет%20advanced_training_STEM.pdf

6. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О. Моделювання освітньої та професійної підготовки фахівця: навч.-метод. комплекс. Харків : УПА, 2017. 105 с.

7. Лазарєв М. І., Мосієнко Г. М., Тарасюк А. І. Аналіз електротехнічної складової професійної діяльності інженерів машинобудівного профілю. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків : Укр. інж.-пед. акад., 2015. Вип. 48–49. С. 91–102.

8. Лазарєв М. І., Мосієнко Г. М., Тарасюк А. І. Структура професійно орієнтованого змісту навчання електротехніки майбутніх інженерів-механіків. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків : Укр. інж.-пед. акад., 2016. Вип. 52–53. С. 118–127.

9. Сисоєва С. О. Педагогічні технології: коротка характеристика сутнісних ознак. *Педагогічний процес: теорія та практика*. 2006. С. 127–131.

10. Ягупов В. В., Свистун В. І. Компетентнісний підхід до підготовки фахівців у системі вищої освіти. *Наукові записки. Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота*. Т. 71. 2007. С. 3–8.



11. Горбатюк Р. М., Козак Ю. Ю. Педагогічні умови формування графічної компетентності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю в педагогічних університетах. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*. 2018. Т. 6, № 3. С. 33–47. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/20862/1/Gorbatuk14.pdf>

12. Горбатюк Р. М., Волкова Н. В., Ожга М. М., Загородній Р. І., Бурега Н. В. Формування графічної компетентності у майбутніх педагогів професійного навчання засобами CAD/CAE-систем. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2024. № 13. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14436863>

13. Волошина О. В., Бурлака Н. І., Пінаєва О. Ю. Графічна компетентність як складова професійної підготовки майбутніх фахівців у закладах вищої освіти. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2024. № 13. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14631319>

14. Джеджула О. М., Ордіховський В. О. Графічна культура як складова професійної компетентності майбутнього інженера. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців*. 2009. № 21. С. 363–366. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-5-105-22>

15. Биков В. Ю., Буров О. Ю. Цифрове навчальне середовище: нові технології та вимоги до здобувачів знань. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців, методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2020. Вип. 55. С. 11–22.

16. Мізюк В. А., Хижняк А. В., Хренова В. В. Використання адаптивних навчальних платформ для персоналізації дистанційного навчання. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 14. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14605125>

17. Мисюк О. Ю., Постова С. А., Черняк Ю. Г. Персоналізація STEM-навчання за допомогою ІІІ: адаптивні платформи. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 16. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15109471>



18. Денисюк С. П., Ган А. Л., Данілін О. В. та ін. *Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту. 25 років становлення та розвитку: науково-інформаційне видання*. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 419 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/63165>
19. Sikorsky-distance: Платформа дистанційного навчання. URL: <https://www.sikorsky-distance.org/>
20. Мельник Ю., Тодорова С., Шевченко Г. Філософія штучного інтелекту у вищій освіті. *Humanities Studies*. 2024. Вип. 19(96). С. 126–134. DOI: <https://doi.org/10.32782/hst-2024-19-96-14>
21. 22 найкращі додатки ШІ в 2025 році. URL: <https://www.getguru.com/uk/reference/best-ai-apps/>
22. Швидкий, безкоштовний, китайський, вразливий. Що треба знати про DeepSeek. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/deepseek-what-need-to-know/>