

УДК 378.147:[681.5+004.9]

DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2026-1\(226\)-10-13](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2026-1(226)-10-13)



КОРОЛЮК РОСТИСЛАВ ІГОРОВИЧ,

старший викладач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій,
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Rostyslav Koroliuk,

Senior Lecturer, Department of Computer-Integrated
Technologies, Ternopil Ivan Puluj National Technical University,
Ternopil, Ukraine

E-mail: rkorolyuk@gmail.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7700-3774>

ІНТЕГРАЦІЯ МОДЕЛІ «ПЕРЕВЕРНУТОГО НАВЧАННЯ» ТА ІНСТРУМЕНТАРІЮ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ

A Обґрунтовано доцільність інтеграції моделі «перевернутого навчання» та ресурсів неформальної освіти у процес підготовки здобувачів інженерних спеціальностей, зокрема спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Проаналізовано сучасні наукові дослідження щодо застосування *flipped classroom*, хмаро орієнтованих освітніх середовищ і масових відкритих онлайн-курсів у вищій освіті.

Виявлено недостатню розробленість інтегрованого підходу, який поєднує «перевернуте навчання», гнучкий вибір мови програмування та механізми зарахування результатів неформальної освіти.

Запропоновано модель електронного навчального курсу, що забезпечує персоналізацію освітніх траєкторій і підвищує практичну спрямованість підготовки майбутніх інженерів.

Ключові слова: «перевернуте навчання»; неформальна освіта; інженерна освіта; програмування; хмаро орієнтоване середовище

INTEGRATION OF THE "FLIPPED CLASSROOM" MODEL AND INFORMAL EDUCATION TOOLS IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF SPECIALISTS

S The article substantiates the feasibility of integrating the flipped classroom model and informal education resources into the training of students in engineering specialties, particularly Specialty 174 "Automation, Computer-Integrated Technologies and Robotics".

The relevance of the study is determined by rapid technological changes in the field of automation and the growing demand for practical programming skills that cannot be fully developed within traditional classroom-based instruction.

The paper analyzes recent research on flipped learning, cloud-based learning environments, and the integration of Massive Open Online Courses (MOOCs) into higher education. It identifies insufficient methodological support for an integrated approach that combines flipped learning, flexible programming language selection, and the formal recognition of informal learning outcomes.

A model of an electronic learning course is proposed, aimed at personalizing learning trajectories and enhancing the practical orientation of engineering education.

Keywords: "flipped classroom"; informal education; engineering education; programming; cloud-based learning environment

Актуальність проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями.

Сучасний ринок праці в галузі автоматизації та робототехніки вимагає від випускників спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» не лише знань класичних алгоритмів, а й володіння актуальними мовами програмування (Python, Rust, C++, Go (Golang) тощо). Дисципліна «Проектування прикладного програмного забезпечення для автоматизованих систем» є ключовою у формуванні цих компетенцій. Проте швидка зміна технологічного стеку та вимоги роботодавців створюють виклик для традиційної аудиторної системи.

Необхідність адаптації навчання до індивідуальних потреб студента та запитів стейкхолдерів (зокрема в межах дуальної освіти) робить упровадження моделі «перевернутого

навчання» (*flipped classroom*) і визнання результатів неформальної освіти критично важливим завданням для вищої школи.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Проблема модернізації інженерної освіти в умовах цифровізації та переходу до концепції Індустрії 4.0 є предметом активних наукових досліджень у галузі педагогіки вищої школи. Сучасні публікації фокусуються на впровадженні активних педагогічних моделей, розвитку цифрових та хмаро орієнтованих освітніх середовищ, а також інтеграції зовнішніх онлайн-ресурсів у формальний освітній процес [1; 3; 4].

Одним із найпоширеніших підходів у цьому контексті є модель перевернутого навчання (*flipped classroom*), яка передбачає перенесення первинного опрацювання теоретичного матеріалу в позааудиторний простір із

подальшим використанням аудиторного часу для активних форм навчання – розв’язування задач, проєктної діяльності та командної роботи [3; 4; 6]. Систематичні огляди сучасних досліджень засвідчують, що flipped learning сприяє підвищенню залученості студентів і створює умови для формування практико-орієнтованих компетентностей у вищій освіті [5].

Перші узагальнення результатів досліджень перевернутого навчання подано в роботі Bishop і Verleger, де наголошено, що ключовий дидактичний ефект досягається не за рахунок використання відеолекцій, а завдяки активним формам аудиторної взаємодії [4]. Подальший розвиток цього підходу відображено у скопінг-оглядах і систематичних оглядах останніх років, які акцентують на важливості педагогічного дизайну курсу, узгодженості онлайн- та офлайн-компонентів, а також інституційної підтримки викладачів [5; 6; 12].

Доказову базу ефективності flipped classroom суттєво розширюють метааналізи. Зокрема, van Alten та ін. показують позитивний, хоча й помірний, вплив перевернутого навчання на навчальні результати та задоволеність студентів, при цьому ефективність моделі значною мірою залежить від використання формативного оцінювання та достатнього обсягу аудиторної роботи [6]. Аналогічні висновки наведено в метааналізі Strelan тощо, де підтверджено стабільний позитивний ефект flipped classroom у різних галузях і на різних рівнях освіти [7].

Для інженерних спеціальностей особливе значення має відповідність flipped learning компетентнісному підходу, орієнтованому на практичну діяльність, проєктну роботу та розв’язування прикладних задач. Це підтверджується як класичними дослідженнями в інженерній освіті [8], так і сучасними емпіричними роботами, виконаними на матеріалі електротехнічних та інженерних дисциплін [10; 11]. У цих дослідженнях показано, що перевернутий формат навчання не поступається традиційному за рівнем засвоєння матеріалу та може забезпечувати кращі результати за окремими показниками активності й мотивації студентів.

Паралельно з розвитком flipped learning у вищій освіті посилюється тенденція до інтеграції масових відкритих онлайн-курсів (МООС) у змішані та перевернуті моделі навчання. Систематичні огляди свідчать, що МООС можуть ефективно використовуватися як складник університетських курсів за умови методично виваженого впровадження та наявності підтримувальної цифрової інфраструктури [9]. Окрему увагу дослідники приділяють проблемі академічного визнання результатів неформального навчання, зокрема зарахування результатів МООС у формальній освітній програмі [13].

Технологічною основою реалізації перевернутого та змішаного навчання виступають хмаро орієнтовані освітні середовища. Системний підхід до їхнього проєктування та використання в підготовці бакалаврів технічних спеціальностей обґрунтовано в монографії Т. Вакалюк, де показано потенціал хмарних сервісів для забезпечення доступу до навчальних матеріалів, віртуальних лабораторій і засобів моделювання [1].

Отже, аналіз сучасних наукових джерел [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13] засвідчує наявність ґрунтовних досліджень, присвячених flipped learning, хмаро орієнтованим освітнім

середовищам та інтеграції МООС у вищу освіту. Водночас недостатньо дослідженим залишається комплексний підхід до впровадження перевернутого навчання в інженерній підготовці, який би одночасно поєднував педагогічний дизайн курсу, використання зовнішніх онлайн-ресурсів і формалізовані механізми зарахування результатів неформальної освіти.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на наявність значної кількості досліджень щодо методики «перевернутого навчання», низка питань, специфічних для підготовки фахівців галузі 17 «Автоматизація та приладобудування», залишається поза увагою науковців, зокрема:

1. Відсутність гнучких алгоритмів вибору інструментарію в межах однієї дисципліни. Традиційні освітні програми зазвичай жорстко закріплюють одну мову програмування (наприклад, Python). Проте специфіка автоматизованих систем часто потребує знання C++ (для мікроконтролерів), Structured Text (для PLC), Rust (продуктивність і безпека систем) або Java (для вебінтерфейсів управління). Наразі не розроблено методику, яка б дозволяла студенту в межах курсу «Проєктування прикладного програмного забезпечення для автоматизованих систем» обирати індивідуальну траєкторію вивчення мови залежно від вимог конкретного підприємства-партнера (дуальна освіта) без втрати цілісності освітнього процесу.

2. Проблема валідації та конвертації результатів неформальної освіти. Хоча законодавство України передбачає визнання результатів неформальної освіти, залишається невіршеним механізм «безшовної» інтеграції зовнішніх сертифікатів у структуру академічної оцінки. Відсутні чіткі критерії порівняння обсягів навантаження онлайн-курсів (наприклад, з платформ Coursera чи Prometheus) з кредитами ЄКТС, що відведені на вивчення модулів із програмування у технічних ЗВО.

3. Методичний розрив між вивченням синтаксису мови та його прикладним застосуванням в автоматизації. Більшість онлайн-курсів (неформальна освіта) спрямовані на General Programming або Data Science. Невіршеною частиною проблеми є трансформація отриманих студентом теоретичних знань із синтаксису у практичні навички проєктування систем автоматизації в умовах обмеженого аудиторного часу.

4. Адаптація «перевернутого навчання» до дуальної форми здобуття освіти. Відсутні рекомендації щодо синхронізації самостійного вивчення теорії на електронних ресурсах із графіком перебування студента на виробництві, де вибір мови програмування диктується технічним завданням реального проєкту, а не навчальним планом.

Саме ці аспекти зумовлюють необхідність розроблення інтегрованої моделі, яка поєднує методику фліп-класу з інструментами неформальної освіти для здобувачів спеціальності 174 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Результатами дослідження є розкриття змісту та архітектури електронного курсу дисципліни, а саме розробленої моделі електронного навчального курсу (ЕНК) «Проєктування прикладного програмного забезпечення для автоматизованих систем», розгорнутого на базі Atutor.

Проектування курсу базується на принципах «гнучкого контенту» та враховує інтеграцію результатів неформальної освіти.

Структурно-логічна схема курсу включає *наступні компоненти*:

1. *Інваріантний вступний блок.*

Цей блок є обов'язковим для всіх студентів незалежно від обраної мови. Він містить відеолекції та інтерактивні конспекти з методології розробки ПЗ (Agile, Waterfall), основ алгоритмізації, патернів проектування та принципів побудови архітектури автоматизованих систем.

2. *Варіативний блок «Вибір мови програмування».*

Тут реалізовано основний принцип «перевернутого навчання» та вибору траєкторії. Студенту пропонується декілька *напрямів*:

– напрям «Python» (Базовий): орієнтований на аналіз даних у системах керування та розроблення високорівневих скриптів;

– напрям «C++/C#»: для розроблення ПЗ реального часу та роботи з промисловими контролерами;

– напрям «Custom»: вибір будь-якої іншої мови (наприклад, Java або JavaScript для HMI-інтерфейсів тощо), якщо це обумовлено вимогами стекхолдера або роботодавця в межах дуальної освіти.

Методика інтеграції неформальної освіти.

Для кожного напрямку наведено перелік рекомендованих і погоджених ресурсів (наприклад, курси «Python for Everybody» на Coursera, «Основи програмування на Python» на Prometheus тощо).

Студент самостійно опановує синтаксис і базові конструкції мови у позааудиторний час.

Залік неформальної освіти: завантаження дійсного сертифіката у відповідний розділ Atutor зараховує 40% загальної оцінки за дисципліну (модулі, що стосуються теоретичної підготовки та базового кодування).

3. *Практико-орієнтований блок (аудиторна робота).*

Замість традиційних лекцій про синтаксис, аудиторні години використовуються для розв'язання прикладних задач автоматизації:

Кейс 1. Розроблення драйвера обміну даними за протоколом Modbus TCP/IP на обраній мові.

Кейс 2. Створення інтерфейсу оператора (GUI) для візуалізації технологічного процесу.

Кейс 3. Написання алгоритмів інтелектуального оброблення сигналів із давачів.

На заняттях викладач виступає в ролі ментора (консультанта), допомагаючи інтегрувати знання, отримані на онлайн-курсах, у специфічне інженерне середовище.

4. *Контрольно-результуючий блок (Final Project).*

Підсумкова атестація проводиться у формі захисту комплексного проєкту. Студент має продемонструвати прикладне програмне забезпечення для конкретної автоматизованої системи (наприклад, система керування мікрокліматом або роботизованим маніпулятором). Оцінюється не лише працездатність коду, а й обґрунтованість вибору мови програмування та архітектурних рішень відповідно до завдань виробництва.

Така структура дозволяє персоналізувати навчання: студент, що працює на підприємстві за програмою дуальної

освіти, може вивчати саме ту мову, яка використовується на його робочому місці, використовуючи найкращі світові онлайн-ресурси, і при цьому отримувати повноцінне академічне визнання результатів.

Висновки з даного дослідження. У результаті проведеного дослідження обґрунтовано та розроблено інноваційну модель підготовки фахівців зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», що базується на синергії «перевернутого навчання» та неформальної освіти.

Основні висновки полягають у наступному:

1. *Підвищення адаптивності навчання.* Встановлено, що модель фліп-класу дозволяє гнучко адаптувати зміст дисципліни «Проектування прикладного програмного забезпечення для автоматизованих систем» до динамічних вимог Індустрії 4.0. Це забезпечує можливість вивчення будь-якої мови програмування (Python, C++, ST тощо), актуальної для конкретного роботодавця або індивідуальної траєкторії студента.

2. *Легітимізація неформальної освіти.* Розроблений механізм перезарахування сертифікатів провідних онлайн-платформ (Coursera, Udeemy, Prometheus) трансформує неформальну освіту з допоміжного інструменту в офіційний складник навчального плану. Це дозволяє валідувати теоретичні знання студента, здобуті самостійно, та сфокусувати аудиторні години на прикладних інженерних задачах.

3. *Трансформація ролі викладача та студента.* Упровадження методики «перевернутого навчання» змінює парадигму взаємодії: викладач переходить від ролі транслятора синтаксису мов до ролі ментора-архітектора систем, а студент стає активним суб'єктом навчання з високим рівнем відповідальності за власний фаховий розвиток.

4. *Ефективність для дуальної освіти.* Доведено, що інтеграція електронних ресурсів і фліп-класу є оптимальною для здобувачів дуальної форми освіти. Вона дозволяє безшовно поєднувати теоретичну підготовку на виробництві з академічними вимогами університету, забезпечуючи високу якість проектування прикладного ПЗ для реальних автоматизованих систем.

Реалізація запропонованих підходів сприяє формуванню конкурентоспроможного випускника, здатного до швидкого опанування нових технологічних інструментів у професійній діяльності.

Перспективи подальших розвідок. Упровадження моделі «перевернутого навчання» та інтеграція неформальної освіти відкривають нові горизонти для науково-методичних пошуків. Подальші дослідження будуть зосереджені на наступних напрямках:

1. Упровадження штучного інтелекту (ШІ) в адаптивне навчання: Дослідження можливостей інтеграції ШІ-тьюторів в Atutor для автоматизованого супроводу студента під час вивчення мов програмування. Це дозволить надавати миттєвий фідбек на помилки в коді ще на етапі самостійної підготовки (Self-study), розвантажуючи викладача для глибшої менторської роботи.

2. Розроблення цифрової матриці відповідності компетенцій: Створення динамічної системи верифікації, яка автоматично зіставлятиме навчальні результати

(Learning Outcomes) популярних онлайн-курсів (Coursera, edX, LinkedIn Learning) із дескрипторами стандартів вищої освіти спеціальності 174. Це мінімізує суб'єктивізм при перерахуванні результатів неформальної освіти.

3. Гейміфікація та симуляційне навчання: розширення електронного курсу за рахунок використання хмарних симуляторів промислового обладнання (Digital Twins). Це дозволить студентам тестувати написаний на Python або C++ код на віртуальних моделях реальних автоматизованих об'єктів у межах «перевернутого класу», що критично важливо для підготовки до роботи на реальному виробництві.

4. Моніторинг кар'єрної траєкторії в умовах дуальної освіти: проведення лонгitudного дослідження професійного розвитку випускників, які навчалися за цією моделлю. Аналіз того, наскільки вільний вибір мови програмування та навички

самостійного навчання вплинули на їхню адаптивність і швидкість кар'єрного зростання у 2026–2030 роках.

5. Психолого-педагогічні аспекти самомотивації: Дослідження методів підтримки залученості студентів у середовищі змішаного навчання. Визначення оптимального балансу між автономністю студента та контролем з боку викладача для запобігання академічній прокрастинації при роботі із зовнішніми освітніми ресурсами.

6. Стандартизація вимог до сертифікації: Розроблення рекомендацій для партнерів-роботодавців щодо формування переліку «акредитованих» курсів неформальної освіти, які б максимально відповідали стеку технологій конкретного сегмента ринку автоматизації (наприклад, енергетики, агропромислового сектору чи робототехніки).

Список використаних джерел

1. Вакалюк Т. А. Проектування та використання хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики : монографія. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 556 с.
2. Конопляник Л., Мельникова К. Використання технології «перевернутий клас» при навчанні фахової іноземної мови. URL: https://www.researchgate.net/publication/341049448_Vikoristanna_tehnologii_Perevernutij_klas_pri_navcanni_fahovoi_inozemnoi_movi (дата звернення: 20.01.2025).
3. Zainuddin Z., Halili S. H. Flipped Classroom Research and Trends from Different Fields of Study. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2016. Vol. 17, № 3. P. 313–340. DOI: 10.19173/irrodl.v17i3.2274.
4. Bishop J. L., Verleger M. A. The Flipped Classroom: A Survey of the Research. *Proceedings of the 2013 ASEE Annual Conference & Exposition*. 2013. URL: <https://peer.asee.org/the-flipped-classroom-a-survey-of-the-research> (дата звернення: 20.01.2025).
5. O'Flaherty J., Phillips C. The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*. 2015. Vol. 25. P. 85–95. URL: https://www.lth.se/fileadmin/cee/Documents/Flaherty_and_Phillips_2015_Flipped.pdf (дата звернення: 20.01.2025).
6. van Alten D. C. D., Phielix C., Janssen J., Kester L. Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis. *Educational Research Review*. 2019. Vol. 28. Art. 100281. DOI: 10.1016/j.edurev.2019.05.003.
7. Strelan P., Osborn A., Palmer E. The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*. 2020. Vol. 30. Art. 100314. DOI: 10.1016/j.edurev.2020.100314.
8. Mason G. S., Shuman T. R., Cook K. E. Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *IEEE Transactions on Education*. 2013. Vol. 56, № 4. P. 430–435. DOI: 10.1109/TE.2013.2249066.
9. Eradze M., León Urrutia M., Reda V., Kerr R. Blended learning with MOOCs: From investment effort to success: a systematic literature review on empirical evidence. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer. 2019. P. 53–58. DOI: 10.1007/978-3-030-19875-6_7.
10. Baig M. I. et al. Flipped classroom in higher education: a systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023. Vol. 20. Art. 18. DOI: 10.1186/s41239-023-00430-5.
11. Kattel B. Evaluating the effectiveness of flipped learning in an upper-division undergraduate electrical engineering course. *Discover Education*. 2024. Vol. 3. Art. 268.
12. El-Thalji I. Boosting Active Learning Through a Gamified Flipped Classroom: A Retrospective Case Study in Higher Engineering Education. *Education Sciences*. 2025. Vol. 15, № 4. Art. 430. DOI: 10.3390/educsci15040430.
13. Sandeen C. Integrating MOOCs into Traditional Higher Education: The Emerging "MOOC 3.0" Era. *Change: The Magazine of Higher Learning*. 2013. Vol. 45, № 6. P. 34–39. DOI: 10.1080/00091383.2013.842103.

References

1. Vakaliuk, T. A. (2019). *Proiektuvannya ta vykorystannia khmaro oriientovanoho navchalnogo seredovyscha pidhotovky bakalavriv informatyky [Design and use of a cloud-oriented learning environment for training bachelors of computer science]: monohrafiya*. Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka [in Ukrainian].
2. Konoplianyk, L., & Melnykova, K. (2020). *Vykorystannia tekhnologii «perevernutiy klas» pry navchanni fakhovoi inozemnoi movy [Using the "flipped classroom" technology in teaching a professional foreign language]*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/341049448_Vikoristanna_tehnologii_Perevernutij_klas_pri_navcanni_fahovoi_inozemnoi_movi [in Ukrainian].
3. Zainuddin, Z., & Halili, S. H. (2016). Flipped Classroom Research and Trends from Different Fields of Study. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17, 3, 313-340. DOI: 10.19173/irrodl.v17i3.2274.
4. Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The Flipped Classroom: A Survey of the Research. *Proceedings of the 2013 ASEE Annual Conference & Exposition*. Retrieved from <https://peer.asee.org/the-flipped-classroom-a-survey-of-the-research>.
5. O'Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85-95. Retrieved from https://www.lth.se/fileadmin/cee/Documents/Flaherty_and_Phillips_2015_Flipped.pdf.
6. van Alten, D. C. D., Phielix, C., Janssen, J., & Kester, L. (2019). Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28, 100281. DOI: 10.1016/j.edurev.2019.05.003.
7. Strelan, P., Osborn, A., & Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30, 100314. DOI: 10.1016/j.edurev.2020.100314.
8. Mason, G. S., Shuman, T. R., & Cook, K. E. (2013). Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *IEEE Transactions on Education*, 56, 4, 430-435. DOI: 10.1109/TE.2013.2249066.
9. Eradze, M., León Urrutia, M., Reda, V., & Kerr, R. (2019). Blended learning with MOOCs: From investment effort to success: a systematic literature review on empirical evidence. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, 53-58. DOI: 10.1007/978-3-030-19875-6_7.
10. Baig, M. I. et al. (2023). Flipped classroom in higher education: a systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 18. DOI: 10.1186/s41239-023-00430-5.
11. Kattel, B. (2024). Evaluating the effectiveness of flipped learning in an upper-division undergraduate electrical engineering course. *Discover Education*, 3, 268.
12. El-Thalji, I. (2025). Boosting Active Learning Through a Gamified Flipped Classroom: A Retrospective Case Study in Higher Engineering Education. *Education Sciences*, 15, 4, 430. DOI: 10.3390/educsci15040430.
13. Sandeen, C. (2013). Integrating MOOCs into Traditional Higher Education: The Emerging "MOOC 3.0" Era. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 45, 6, 34-39. DOI: 10.1080/00091383.2013.842103.

Дата надходження до редакції авторського оригіналу: 23.01.2026