

УДК 378.147:004

DOI: [10.35619/pse.vi4.73](https://doi.org/10.35619/pse.vi4.73)

Микола БІЛЕЦЬКИЙ

здобувач PhD зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки
Рівненського державного гуманітарного університету,
м. Рівне, Україна

ORCID: 0009-0008-9844-2769

e-mail: biletzkyi.mykola24@rshu.edu.ua

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ-ПРОГРАМІСТІВ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД

Анотація. У статті здійснено огляд основних чинників стрімкого розвитку інформаційних технологій у світі. Показано позиції провідних українських університетів згідно з рейтингом EduRank. Обґрунтовано необхідність оновлення та реформування освітніх програм та підходів до підготовки інженерів-програмістів. Проведено огляд досліджень українських дослідників з впровадження інноваційних підходів до викладання фахових ІТ-дисциплін, імплементації зарубіжного досвіду підготовки інженерів-програмістів в українських закладах вищої освіти.

Визначено кращі заклади вищої освіти Європи з підготовки інженерів-програмістів, проаналізовано їхні освітні програми та особливості підготовки таких фахівців. Окреслено основні тренди підготовки інженерів-програмістів у дібраних закладах. Виділено ключові особливості організації освітнього процесу. Вказано на необхідності структурування, стандартизації підготовки інженерів-програмістів; модернізації навчальних планів та освітніх програм із урахуванням швидкої зміни технологій; оцінки ефективності імплементації інноваційних підходів вивчення фахових дисциплін в закладах вищої освіти України, з подальшим упровадженням успішних кейсів із зарубіжних закладів.

Ключові слова: інженер-програміст, інноваційний підхід, освітня програма, зарубіжний досвід, фахові дисципліни, заклад вищої освіти.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток інформаційних технологій на початку XXI століття кардинально змінив наше життя та істотно вплинув на всі аспекти людської життєдіяльності: охорона здоров'я, військова справа, сфера розваг, діловодство та комунікації. Навіть попри зменшення темпу подвоєння кількості транзисторів згідно з законом Мура, у світі технологій відбулося кілька подій, що сприяли стрімкому впровадженню цифрових технологій у повсякденне життя людей. Як приклад можна навести глобалізацію мережі інтернет, появу сенсорних смартфонів, грандіозний успіх соціальних мереж, складні виклики, що постали перед світовою спільнотою внаслідок глобальної пандемії COVID-19. Нині ми стоїмо на порозі нових змін, що пов'язані зі стрибком у дослідженні та впровадженні штучного інтелекту, насамперед розробкою мовних моделей типу ChatGPT, Gemini, Copilot тощо, асистентів штучного інтелекту, суттєве вдосконалення технологій машинного зору та інших продуктів на базі нейронних

мереж. Водночас, розробки ведуться і в оборонному секторі через потужну геополітичну турбулентність та мілітаризацію світу.

Основою успіху в ІТ-сфері є кваліфіковані фахівці, тому їхня підготовка займає ключові позиції для розвитку цілої галузі. Згідно з рейтингом EduRank в сфері «computer science» (комп'ютерні науки), топ-3 українські вузи займають: Національний університет «Львівська політехніка» – 386 місце в Європі та 878 в світі, НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» – 472 в Європі та 1167 у світі, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» – 531 та 1332 місця відповідно [1]. Згідно з вищезгаданим рейтингом, позиції українських закладів вищої освіти (ЗВО) доволі низькі, що негативно впливає на конкурентоздатність випускників на світовому ринку праці. Оцінка базувалася на трьох ключових факторах, а саме: 45% – наукові публікації в сфері «комп'ютерні науки» та їх цитованість, 45% – кількість сторінок, що мають посилання на сторінку університету та «якість посилань», 10% – кількість переглядів сторінок відомих випускників та діячів навчального закладу на всіх 43-ох мовних версіях «Вікіпедії» [1].

Мета статті – здійснити аналіз освітніх програм та методик підготовки інженерів-програмістів в кращих ЗВО Європи та світу, виокремити підходи, тренди та особливості, що можуть покращити рівень підготовки інженерів-програмістів в коротко-строковій та середньо-строковій перспективах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Педагоги та фахівці ІТ-галузі присвятили велику кількість досліджень розробці методик викладання фахових дисциплін, організації освітнього процесу, аналізу закордонного досвіду викладання ІТ-дисциплін, оскільки питання якісної підготовки здобувачів освіти особливо актуальне в Україні. В сферу інтересів дослідників входить аналіз закордонного досвіду викладання конкретних дисциплін, вибір першої мови програмування, співвідношення теорія/практика, аудиторна/самостійна робота, впровадження новітніх підходів в українських ЗВО тощо.

Підготовка майбутніх інженерів-програмістів є предметом дослідження багатьох українських науковців, а саме: А. Власюка, М. Дудки, П. Грицюка, І. Мендзєбровського, Т. Морозової, В. Осадчого, В. Седова, С. Семерікова, П. Малежика, І. Бардуса та інших.

Проблему підготовки фахівців за спеціальністю «Інженерія програмного забезпечення» розглянули у роботі О. Нестеренко, С. Проскура [7]. Автори проаналізували програми підготовки у провідних вітчизняних ЗВО на відповідність міжнародними стандартам, запропонували методику оцінки освітніх програм та акцентували увагу на необхідності вдосконалення освітніх процесів та підвищення якості освіти з програмної інженерії. У статті Ю. Прокоп, О. Трофименко, А. Толочков, Я. Дубовой проведено комплексний аналіз базових курсів програмування CS1 та CS2 в українських ЗВО та встановлено деякі розбіжності з підходами до викладання цих курсів у

закордонних освітніх закладах, зокрема щодо вибору першої мови програмування та змістового наповнення цих курсів[8]. Впровадженню сучасних методик в освітній процес присвятили дослідження І. Гарко, М. Пирог, В. Міронова [4]. У ньому автори представили імплементацію гнучкої методології розробки програмного забезпечення Agile процес навчання здобувачів вищої освіти, розглянуто переваги Agile-методології над класичною схемою навчання. Впровадженню проектно-орієнтованого навчання присвячена робота І. Гордєєва, В. Молоканова. В ній автори провели експериментальну оцінку можливостей застосування проектно-орієнтованого навчання для набуття здобувачами фахових компетентностей [10].

Не обійшли увагою дослідники і досвід зарубіжних ЗВО. У статті [5], автор провів аналіз досвіду провідних країн східної Азії, а саме: Китаю, Японії та Південної Кореї, підготовки інженерів з тестування програмного забезпечення. У ній акцентується увага на необхідності ширшої інтеграції тестування програмного забезпечення у навчальні програми, впровадженню тестування як важливого компонента ширших програм з інженерії програмного забезпечення, а також важливості інтеграції провідних компаній з розробки програмного забезпечення в освітній процес, для більшої гнучкості навчальних програм в умовах динамічного розвитку ІТ-сфери. Проблему впровадження інноваційних підходів під час вивчення об'єктно-орієнтованого програмування у закордонних ЗВО було розглянуто у роботі С. Конюхов Л. [6], зокрема проектного підходу та впровадження ігрових елементів (гейміфікація). Український та закордонний досвід використання методики «перевернутого навчання» дослідили К. Ялова, К. Яшина [11].

Перелічені вище роботи акцентують увагу на проблемних аспектах викладання фахових дисциплін під час підготовки інженерів-програмістів, а також на впровадженні різноманітних методик організації освітнього процесу та структуруванню навчальних курсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для ключових особливостей підготовки інженерів-програмістів розглянемо навчальні програми кращих європейських ЗВО освіти з погляду структури освітнього процесу, використання інноваційних методів викладання та віднайдемо певні особливості та закономірності.

Imperial College London – №1 в Європі, №13 в світі (Англія, Лондон). Програма підготовки з курсу *Computing (Soft ware engineering)* розрахована на 4 роки для отримання ступеня магістра. Протягом першого року студенти вивчають «Основи баз даних», «Основи обчислювальних систем» та «Програмування», а також кілька дисциплін пов'язаних з математичними науками – «Лінійна алгебра», «Математичний аналіз», «Графи та алгоритми», «Дискретна математика». Усі дисципліни обов'язкові. Другий рік містить виключно дисципліни, пов'язані з комп'ютерними науками – «комп'ютерні

мережі», «операційні системи», «компілятори», «дизайн програмного забезпечення» та інші. Одна з двох дисциплін дається на вибір – «Символьна логіка» та «Методи обчислень». Крім цього, додається більше практичних завдань та груповий проєкт. 3-й рік дає студенту повну свободу вибору своєї майбутньої професії – всі дисципліни поділені на дві групи, з яких він обирає 6 дисциплін, при чому мінімум дві з першої групи. Це пояснюється тим, що дисципліни 1-ої групи є більш загальними. Це «Теорія і практика паралельного програмування», «Розподілені системи», «Мережеві системи» та інші. Дисципліни другої групи є більш вузькоспеціалізованими. Для прикладу «Комп'ютерний зір», «Робототехніка», «Графіка», «Машинне навчання» тощо. Також під час навчання передбачена виробнича практика на підприємстві. Протягом 4-ого року студенти також проходять виробничу практику та здають індивідуальний проєкт. Для вивчення пропонуються 29 дисциплін, поділених на 3 групи, з яких можна обрати сім. У першій групі представлені 5 дисциплін пов'язаних з кібербезпекою та надійністю комп'ютерних систем, з яких потрібно обрати мінімум дві. У другій групі на вибір даються 22 дисципліни, що представляють собою продовження вузькоспеціалізованих курсів з 3-ого навчального року, наприклад, «Глибоке навчання», «Робототехніка», «Модальна логіка для стратегічного вибору в ШІ», курси по машинному навчанню, blockchain, обробці природньої мови та інші. У третій групі передбачені курси з викладання комп'ютерних наук в школі та курси з інших напрямків, наприклад гуманітарні науки, економіка, природничі чи мистецькі, але не більше 2-ох курсів на вибір.

Варто відмітити, що перші два роки 75% часу виділяється на індивідуальне вивчення і лише 20% – на лекції та 5% на лабораторні заняття. Стосовно оцінювання, то протягом першого року 84% оцінки залежить від іспитів, 10% – від курсового проєкту і лише 6% припадає на виконання практичних завдань. Протягом навчання, ця пропорція змінюється і вага практичних занять суттєво зростає, до 50% на 3-ій рік. Вплив курсового проєкту на сумарну оцінку майже незмінний і складає близько 10%.

Очевидним є те, що максимальний фокус уваги студентів спрямований виключно на фахові дисципліни з додатковим вивченням дисциплін, не пов'язаних з ІТ аж на останньому курсі, що суттєво відрізняється від українських закладів вищої освіти, де непрофільні предмети рівномірно розподілені за навчальними роками. Також вже на 2-ому курсі виконується груповий проєкт, що розвиває вміння працювати в команді, комунікувати та розподіляти обов'язки. Вагома частина навчання припадає на самостійне вивчення та індивідуальну роботу. У структурі курсу вивчаються передові технології, пов'язані з машинним навчанням, ШІ, blockchain та робототехніка. Під час викладання використовуються такі підходи, як інтерактивні семінари, робота над груповими проєктами, інтеграція дослідницьких проєктів в освітній процес [2].

Delft University of Technology – №2 в Європі, №16 в світі (Делфт, Нідерланди). Напрямок підготовки «Комп'ютерні науки» пропонує бакалаврську програму «Комп'ютерні науки та інженерія» тривалістю 3 роки та магістерську «Комп'ютерні науки» розраховану на 2 роки.

У бакалаврській програмі дисципліни поділені на 8 груп, а саме: математика, системи, моделі, програмування, дані та ШІ, мультимедіа, додаткові курси, вибіркові курси. На першому курсі вивчаються математичні дисципліни («Математичний аналіз», «Лінійна алгебра», «Теорія ймовірності та математична статистика»), «Вступ до програмування», «Тестування застосунків», «Комп'ютерні мережі», «Веб-технології та бази даних», «Управління даними та інформацією», «Алгоритми та структури даних», «Комп'ютерна логіка», а також студенти здають курсовий проєкт, який може бути як індивідуальним завданням так і груповим проєктом, залежно від специфіки дисципліни, обраної теми та складності завдання. Всі предмети є обов'язковими, вибір не передбачений. Другий курс поглиблює знання з дисциплін, що вивчались протягом першого року навчання та додає нові дисципліни. Вивчаються «Методи розробки програмного забезпечення», «Алгоритми», «Концепти мов програмування», «Комп'ютерна графіка», «Машинне навчання», «Автомати та теорії обчислень». Крім цього, студенти обирають 3 дисципліни з 9-ти на вибір, для поглиблення знань з груп «Мультимедіа», «Системи» та «Дані та ШІ». У кінці курсу передбачений курсовий проєкт. На останньому, 3-ому курсі студенти повністю обирають дисципліни на свій розсуд з груп «додаткові курси» та «вибіркові курси». Зазвичай, «додаткові курси» передбачають вивчення гуманітарних наук, економіки, природничих наук та інших дисциплін, що викладаються в університеті поза напрямом «комп'ютерні науки». «Вибіркові курси» подібні до тих, що давалися на вибір на 2-ому році навчання і дозволяють розвинути знання в бажаній сфері. Програма підготовки завершується дослідницьким проєктом. На самостійну роботу відведено близько 60% часу.

Програма підготовки магістрів практично повністю вибіркова і близько 70% часу відведено на індивідуальне навчання. На першому курсі є 3 обов'язкових дисципліни, це «Архітектура програмного забезпечення», «Відповідальні комп'ютерні науки» (акцент на етиці, конфіденційності, інклюзивності та стійкості в розробці технологій), «Дослідницький курс» (вивчення методів проведення наукових досліджень). На вибір студентам пропонують обрати дві з дев'яти «тем», кожна складається з 3-ох дисциплін для глибокого вивчення обраної спеціальності: «Алгоритми», «Комп'ютерна графіка», «Комп'ютерні системи», «Кібербезпека», «Розподілені системи», «Управління даними», «Машинне навчання», «Мови програмування» та «Розробка програмного забезпечення». Другий курс дає можливість працювати в кількох напрямках:

- вивчення дисциплін, пов'язаних з веденням підприємницької діяльності, управління та створенням стартапів;
- поглиблені курси вивчення ІТ-дисциплін або педагогічні програми;
- участь в міждисциплінарному проєкті для вирішення реальних завдань в команді однодумців з різних факультетів та напрямків підготовки.

Протягом трьох семестрів надається можливість виконати проєкт, спрямований на розв'язання дослідницького завдання, що викликає інтерес або інженерного виклику, орієнтованого на практичне застосування, можливо у співпраці з промисловим партнером під наглядом керівника.

Проаналізувавши, можна виокремити фокусування на проєктно-орієнтованому навчанні та широкій варіативності та гнучкості у виборі дисциплін на бакалаврській та магістерській програмах підготовки. Також в університеті викладають на нідерландській мові, хоча окремі дисципліни можуть викладатися англійською [3].

Технічний університет Мюнхена–№3 в Європі, №17 в світі (Мюнхен, Німеччина). Сфера інформаційних технологій представлена напрямом підготовки «Інформатика» для бакалаврів та «Розробка програмного забезпечення» для магістрів тривалістю 3 роки для бакалаврів та 2 роки для магістрів.

Навчальна програма в технічному університеті Мюнхена на бакалаврській програмі «Інформатика» чітко виражена – вибіркові дисципліни з'являються лише на 3-ому році навчання. Навчальна діяльність розділена за трьома основними векторами діяльності:

- вивчення комп'ютерних наук;
- вивчення математичних наук;
- стажування, проєктна діяльність, участь в інтерактивних семінарах та конференціях;
- вивчення міждисциплінарних та прикладних дисциплін.

В перші 2 роки студенти зобов'язані обрати на свій розсуд міждисциплінарних дисциплін на 6 кредитів. Серед дисциплін – «Економіка, менеджмент, підприємницька діяльність», «Право», «соціальні навички», «Комунікація та мовні навички» та «Соціальні ефекти та етичні аспекти технологій». Всі курси орієнтовані на ІТ-специфіку. Прикладну дисципліну студенти вивчають з 3-ого по 6-ий семестр, сумарно 21 кредит. Ці дисципліни представляють собою роботу над практичними заняттями в галузі комп'ютерних наук в обраній студентом сфері людської діяльності. До них належить:

- економіка;
- медицина;
- математика;
- електрична інженерія;
- механічна інженерія.

Після вибору сфери, студенти працюють над реальними проектами, отримують навички формулювання завдань з сфери ІТ технічною мовою, відповідно до обраної прикладної сфери.

На першому році навчання студенти опановують вступні дисципліни до комп'ютерних наук, архітектури комп'ютерів, розробки програмного забезпечення, основи алгоритмів ШІ, функціональне програмування. З математичних наук увагу приділяють «Дискретній математиці» та «Лінійній алгебрі». Практичну частину першого року навчання складають «Практичний курс з програмування» та «Практичний курс основ комп'ютерної архітектури». На другому курсі студенти вивчають «Основи баз даних», «Основи операційних систем», «ІТ-безпека» та «Основи комп'ютерних мереж та розподілених систем». Серед математичних наук вивчають «Математичний аналіз для комп'ютерних наук» та «Дискретну теорію ймовірності». Також, на другому році студенти беруть участь в наукових семінарах та конференціях. Протягом третього року навчання, студенти вивчають «Методи обчислень» та дисципліни з циклу «Комп'ютерні науки» на вибір, а також проходять навчальну практику на підприємстві та готують бакалаврську дипломну роботу.

Своє навчання студенти можуть продовжити на магістерській програмі підготовки «Розробка програмного забезпечення», тривалістю 2 роки. Особливістю навчання на цій програмі, є тісна співпраця з бізнесом та провідними технологічними компаніями Німеччини. До програми залучені «BMWGroup», «Siemens», «Oraclelabs», «MSGsystems» та інші. Партнери програми:

- надають можливість працювати над практичним проектом індивідуально чи в команді безпосередньо в офісі компанії, під керівництвом її відповідного спеціаліста;

- проводять гостьові лекції в форматі колоквиуму;

- забезпечують менторський нагляд при роботі над дипломним проектом.

У програму навчання входять виключно профільні дисципліни. Базові викладаються для всіх, серед яких «Розробка програмного забезпечення», «Формальні методи», «Системи баз даних». Починаючи з другого семестру студенти обирають деякі спеціалізовані курси як «Взаємодія людина-комп'ютер», «Розподілені системи» та продовжують поглиблене вивчення базових дисциплін. Навчання завершується магістерською дисертацією, можливе залучення в дослідницьку роботу університету та написання наукових праць. Протягом канікул, студенти залучені до коротких курсів та тренінгів з *softskills* та проходять стажування в компаніях-партнерах.

Особливістю цих програм підготовки є менша варіативність і свобода вибору, порівняно з відповідними програмами в оглянутих раніше ЗВО. Математичні дисципліни вивчаються послідовно протягом усього навчання на бакалавраті, непрофільні дисципліни протягом перших двох років. Технічний

університет Мюнхена активно впроваджує інтерактивні методи навчання, включаючи симуляції, групові проекти, активно залучує бізнес в освітній процес, а студентів – у виробничий процес компаній-партнерів. Активно використовуються сучасні педагогічні підходи, як парне програмування, інтерактивні семінари, проектно-орієнтоване навчання [9].

Висновки і перспективи подальших розвідок. Здійснений аналіз програм підготовки інженерів-програмістів не дає чітких інструкцій успішного навчання студентів, проте дозволяє простежити певні тренди, зокрема:

1. *Фокус на комп'ютерних та математичних науках.* У навчальних програмах всіх 3-ох закладів вищої освіти дисципліни з комп'ютерних та математичних наук складають до 90% від усіх дисциплін. Математичні дисципліни здебільшого однакові у всіх 3-ох ЗВО, зокрема «Математичний аналіз», «Дискретна математика», «Математична статистика», «Теорія ймовірності», «Лінійна алгебра». Базові дисципліни з комп'ютерних наук теж спільні, це «Основи програмування», «Основи баз даних», «Архітектури програмних продуктів».

2. *Переважає частка самостійного навчання.* В усіх проаналізованих навчальних закладах близько 70% часу відводиться на самостійне навчання, переважно на практичні роботи чи проектну діяльність, в якій роль викладача обмежена консультативними зустрічами та оцінкою робіт.

3. *Проектно-орієнтоване навчання.* Усі освітні програми використовують проектно-орієнтований підхід для засвоєння знань та отримання практичних навичок. Використання цього підходу підвищує мотивацію, особливо при великій частці самостійного навчання, оскільки робота над реальною проблемою практично завжди змушує студента вийти за межі лекційного матеріалу і стимулює до пошуку додаткової інформації.

4. *Варіативність вибору дисциплін.* Хоча відсоток вибіркового дисциплін різниться в різних закладах освіти, він все ще становить переважну частку від загальної кількості. Практично всі поглиблені курси є вибіровими, що має на меті підвищити зацікавленість студентів до навчання, дати можливість студенту змінити напрям своєї спеціалізації, отримати після закінчення програми підготовки високо-спеціалізованого, вузькопрофільного фахівця.

5. *Навчальна практика та залученість бізнесу.* Навчальна практика є вже традиційним методом отримання студентами необхідних навичок протягом останніх років навчання. В оглянутих закладах вищої освіти цьому надається великого значення. В цьому аспекті варто окремо відмітити Технічний університет Мюнхена, який залучає представників провідних німецьких виробничих та ІТ компаній до фінансування програм та досліджень, проведення гостьових лекцій та залучення студентів до реальних проектів під час проходження навчання.

6. Вивчення передових технологій. Різною мірою в проаналізованих освітніх програмах представлені дисципліни з вивчення передових технологій: машинне навчання, blockchain, ШІ-асистенти, квантові обчислення та інші. В оглянутій програмі Imperial College London такі дисципліни представлені доволі широко і завдяки гнучкій системі вибору дисциплін, студенти мають можливість сфокусуватися на бажаному напрямку їх майбутньої кар'єри. Натомість в Технічному університеті Мюнхена, перелічені вище дисципліни представлені меншою мірою, проте все одно доступні студентам старших курсів як вибірково.

Виокремлені тренди частково застосовуються в українських ЗВО, проте мають несистемний характер. Можливість успішної імплементації досвіду підготовки інженерів-програмістів провідних університетів Європи, а також його адаптація в український освітній контекст може слугувати джерелом для подальших розвідок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Best Universities for Software Engineering in Europe. EduRank. URL: <https://edurank.org/cs/software-engineering/eu/> (дата звернення: 29.03.2025).
2. Computing (Software Engineering) MEng | Study | Imperial College London. Imperial College London. URL: <https://www.imperial.ac.uk/study/courses/undergraduate/computing-software-engineering-meng/> (дата звернення: 30.03.2025).
3. Delft University of Technology. URL: <https://www.tudelft.nl/en/> (дата звернення: 30.03.2025).
4. Гарко І. І., Пирог М. В., Міронова В. Л. Застосування agile-методології у навчанні алгоритмізації і основ програмування студентів спеціальності комп'ютерні науки. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Т. 85, № 5. С. 147–162. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v85i5.4024> (дата звернення: 27.04.2025).
5. Гура О. Зарубіжний досвід підготовки інженерів з тестування програмного забезпечення: аналіз освітніх стандартів та програм азіатських університетів. *Comparative Professional Pedagogy*. 2024. Т. 14, № 2. С. 122–130. DOI: [https://doi.org/10.31891/2308-4081/2024-14\(2\)-12](https://doi.org/10.31891/2308-4081/2024-14(2)-12).
6. Конюхов С.Л. Аналіз закордонних досліджень із проблем навчання майбутніх інженерів-програмістів об'єктно-орієнтованому програмуванню. *Педагогічні науки: збірник наукових праць*. 2018. Вип. 82 (2). С. 143-147. URL: <https://www.ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/article/view/4613/4700> (дата звернення: 27.04.2025).
7. Нестеренко О., Проскура С. Порівняльний аналіз освітніх програм в галузі інженерії програмного забезпечення. *Інформаційні технології та суспільство*. 2022. Вип. 2 (4). С. 70-77. DOI: <https://doi.org/10.32689/maur.it.2022.2.10>.
8. Прокоп Ю.В., Трофименко О.Г., Толокнов А.А., Дубовой Я.В. Комплексний аналіз підходів до викладання курсів cs1 і cs2 в університетах світу та України. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2021. С. 18–30. DOI: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.1.2021.229502>.
9. Technical University of Munich: The Entrepreneurial University - TUM. The Entrepreneurial University - TUM. URL: <https://www.tum.de/en/> (дата звернення: 31.03.2025).
10. Valentina M. M., Inna O. H. Problems and ways of improving project-oriented learning in Ukraine. *Applied Aspects of Information Technology*. 2023. Vol. 6, no. 3. P. 231–243. DOI: <https://doi.org/10.15276/ait.06.2023.16> (дата звернення: 27.03.2025).

11. Ялова К.М., Яшина К.В. перевернуте навчання у підготовці здобувачів вищої освіти з інженерії програмного забезпечення. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Т. 83, № 3. С. 324–338. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.3371>.

REFERENCES

1. Best Universities for Software Engineering in Europe. EduRank. URL: <https://edurank.org/cs/software-engineering/eu/> (data zvernennia: 29.03.2025).
2. Computing (Software Engineering) MEng | Study | Imperial College London. Imperial College London. URL: <https://www.imperial.ac.uk/study/courses/undergraduate/computing-software-engineering-meng/> (data zvernennia: 30.03.2025).
3. Delft University of Technology. URL: <https://www.tudelft.nl/en/> (data zvernennia: 30.03.2025).
4. Harko I. I., Pyroh M. V., Mironova V. L. Zastosuvannia agile-metodolohii u navchanni alhorytmizatsii i osnov prohramuvannia studentiv spetsialnosti kompiuterni nauky [Application of Agile Methodology in Teaching Algorithmization and Programming Basics to Computer Science Students]. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Т. 85, No. 5. S. 147–162. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v85i5.4024> (data zvernennia: 27.04.2025). [in Ukrainian]
5. Hura O. Zarubizhnyi dosvid pidhotovky inzheneriv z testuvannia prohrammnoho zabezpechennia: analiz osvitynih standartiv ta prohramm aziiskykh universytetiv [Foreign Experience in preparation of Software Testing Engineers: Analysis of Educational Standards and Programs of Asian Universities]. *Comparative Professional Pedagogy*. 2024. Т. 14, No 2. S. 122–130. DOI: [https://doi.org/10.31891/2308-4081/2024-14\(2\)-12](https://doi.org/10.31891/2308-4081/2024-14(2)-12). [in Ukrainian]
6. Koniukhov S. L. Analiz zakordonnykh doslidzhen iz problem navchannia maibutnykh inzheneriv-prohramistiv obiektno-orientovanomu prohramuvanniu [Analysis of Foreign Research on the Problems of Teaching Future Software Engineers Object-oriented Programming]. *Pedahohichni nauky: zbirnyk naukovykh prats*. 2018. Vyp. 82 (2). S. 143-147. URL: <https://www.ps.journal.kspu.edu/index.php/ps/article/view/4613/4700> (data zvernennia: 27.04.2025). [in Ukrainian]
7. Nesterenko O., Proskura S. Porivnialnyi analiz osvitynih prohram v haluzi inzhenerii prohrammnoho zabezpechennia [Comparative Analysis of Educational Programs in the Field of Software Engineering]. *Informatsiini tekhnolohii ta suspilstvo*. 2022. Vyp. 2 (4). S. 70–77. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.2.10>. [in Ukrainian]
8. Prokop Yu.V., Trofymenko O.H., Toloknov A.A., Dubovoi Ya.V. Kompleksnyi analiz pidkhodiv do vykladannia kursiv cs1 i cs2 v universytetakh svitu ta Ukrainy [Comprehensive Analysis of Approaches to Teaching cs1 to cs2 Courses at Universities Around the World and in Ukraine]. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu*. 2021. S. 18–30. DOI: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.1.2021.229502>. [in Ukrainian]
9. Technical University of Munich: The Entrepreneurial University – TUM. The Entrepreneurial University – TUM. URL: <https://www.tum.de/en/> (data zvernennia: 31.03.2025).
10. Valentina M. M., Inna O. H. Problems and ways of improving project-oriented learning in Ukraine. *Applied Aspects of Information Technology*. 2023. Vol. 6, no. 3. P. 231-243. DOI: <https://doi.org/10.15276/aait.06.2023.16> (data zvernennia: 27.03.2025).
11. Yalova K.M., Yashyna K.V. Perevernute navchannia u pidhotovtsi zdobuvachiv vyshchoi osvity z inzhenerii prohrammnoho zabezpechennia [Flipped Learning in the Preparation of Higher Education Students in Software Engineering]. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Т. 83, No 3. S. 324–338. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.3371>. [in Ukrainian]

**FEATURES OF PREPARING SOFTWARE ENGINEERS IN HIGHER EDUCATION
INSTITUTIONS: EUROPEAN EXPERIENCE**

Mykola BILETSKYI

PhD Student in Speciality 011 Educational, Pedagogical Sciences,
Rivne State University for the Humanities,
Rivne, Ukraine

ORCID: 0009-0008-9844-2769

e-mail: biletskyi.mykola24@rshu.edu.ua

Abstract. The article provides an overview of the key factors contributing to the rapid development of information technologies worldwide. It presents the positions of leading Ukrainian universities according to the EduRank rating and substantiates the need to update and reform educational programs and approaches for training software engineers. The paper reviews the studies of Ukrainian researchers focused on the implementation of innovative approaches to teaching professional IT-disciplines, as well as the integration of international experience in software engineering education into Ukrainian higher education institutions.

The best European higher education institutions for software engineering training are identified, and their educational programs and training practices are analyzed. The main trends in software engineering education in selected institutions are highlighted, along with key features of the organization of the educational process. The necessity of structuring and standardizing software engineering training is emphasized, along with the modernization of curricula and educational programs in response to rapid technological changes. Additionally, the article stresses the importance of evaluating the effectiveness of implementing innovative approaches to teaching professional disciplines in Ukrainian higher education institutions and promoting the adoption of successful international practices.

Keywords: software engineer, innovative approach, educational program, international experience, professional disciplines, higher education institution.

Стаття надійшла до редакції 30.05.2025р.