

## ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ В УНІВЕРСИТЕТАХ США В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ З ІТ

Павлига П. Д.

аспірант

Університет імені Альфреда Нобеля  
Січеславська Набережна, 18, Дніпро, Україна  
[orcid.org/0009-0007-7904-1890](https://orcid.org/0009-0007-7904-1890)  
[pavligapavel@gmail.com](mailto:pavligapavel@gmail.com)

**Ключові слова:** *хмарні сервіси в навчанні, підготовка бакалаврів з ІТ в США, топ-університети в галузі ІТ, освітні інновації, навчальні програми з комп'ютерних наук, цифрові технології в освіті.*

Статтю присвячено порівнянню силабусів навчальних дисциплін з ІТ (інформаційних технологій) у провідних університетах США в аспекті використання хмарних технологій в навчальному процесі. Основна мета полягає у виявленні найбільш успішних практик, які можуть бути впроваджені в закладах вищої освіти України. У статті розглядалися загальнодоступні хмарні сервіси (платні та безкоштовні), а також вивчався досвід створення нових систем, які вирішують потреби конкретного університету, що пов'язані зі специфікою його навчального процесу, та нестандартних проблем. Актуальність дослідження зумовлена стрімким розвитком цифрових технологій та їх впливом на сферу освіти, зокрема в контексті пандемії COVID-19, військової агресії країни-терориста та переходу на дистанційне навчання. Також під час дослідження було виявлено, що багато викладачів навчають майбутніх бакалаврів з ІТ використовувати вузькоспеціалізовані сервіси, що стануть їм у пригоді в їх майбутній професійній діяльності. Причому навчальні курси не мають на меті навчити цим сервісам, а самі сервіси використовуються для вдосконалення навчального процесу. Тим самим сама організація процесу навчання, побудована на комбінації різних програм, розвиває у студентів навички, необхідні в майбутній професійній діяльності. У статті використано дані з різних рейтингів з навчання ІТ бакалаврів для обрання п'ятиох найкращих університетів в цій галузі. І потім розкрито основні аспекти використання хмарних сервісів у навчанні ІТ-фахівців з огляду на аналіз силабусів навчальних дисциплін зі схожих тематик цих університетів. У дослідженні використані різноманітні методи аналізу, зокрема порівняльний огляд рейтингів кращих університетів, вивчення структури навчальних програм і оцінка використання технологій у навчальному процесі. Отримані результати дають змогу краще зрозуміти роль хмарних сервісів у сучасній ІТ-освіті, виокремити кращі практики й надати рекомендації для вдосконалення освітніх програм закладів вищої освіти України в майбутньому.

## EXPERIENCE OF USING CLOUD SERVICES IN USA UNIVERSITIES IN THE TRAINING OF BACHELORS IN IT

**Pavlyha P. D.**

*Postgraduate Student*

*Alfred Nobel University*

*Sicheslavaska Naberezhna, 18, Dnipro, Ukraine*

*orcid.org/0009-0007-7904-1890*

*pavligapavel@gmail.com*

**Key words:** *cloud services in education, training of bachelors in IT in the USA, top universities in the field of IT, educational innovations, educational programs in computer science, digital technologies in education.*

The article compares the syllabi of IT (information technology) disciplines at leading universities in the United States of America in terms of the use of cloud technologies in the educational process. The main goal is to identify the most successful practices that can be implemented in Ukrainian higher education institutions. The article examines publicly available cloud services (paid and free), as well as the experience of creating new systems that address the needs of a particular university related to the specifics of its educational process and non-standard problems. The relevance of the study is driven by the rapid development of digital technologies and their impact on education, in particular in the context of the COVID-19 pandemic, the military aggression of a terrorist country and the transition to distance learning. The study also found that many teachers teach future bachelors in IT to use highly specialised services that will be useful in their future professional activities. Moreover, the courses are not intended to teach these services, and the services themselves are used to improve the learning process. Thus, the very organisation of the learning process, based on a combination of different programmes, develops the skills necessary for students in their future professional activities. The article uses data from various IT bachelor's degree rankings to select the five best universities in this field. It then reveals the main aspects of using cloud services in IT education by analysing the silobus of courses on similar topics at these universities. The study uses a variety of analysis methods, including a comparative review of the rankings of the best universities, studying the structure of curricula, and assessing the use of technology in the educational process. The findings allow us to better understand the role of cloud services in modern IT education, identify best practices and provide recommendations for improving the curricula of Ukrainian higher education institutions in the future.

**Постановка проблеми.** Сучасний світ характеризується стрімким розвитком цифрових технологій, що неминуче впливає на всі аспекти життя, включно з освітою. Останнім часом стають очевидними актуальність і необхідність інтеграції хмарних сервісів у навчальний процес, особливо в контексті підготовки фахівців у сфері інформаційних технологій. Пандемія COVID-19 та війна в Україні спонукали до переосмислення традиційних підходів у вітчизняній вищій освіті. Зокрема, необхідність швидкого переходу на дистанційне навчання під час карантинних обмежень виявила критичну роль хмарних сервісів у забезпеченні безперервності та якості освітнього процесу.

Хмарні сервіси та платформи стали ключовими інструментами в цьому переході, вони надали можливості для ефективної взаємодії, доступу до навчальних ресурсів та гнучкості в навчанні. Це особливо актуально для ІТ-освіти, де практичні навички й постійне оновлення знань є критично важливими. Основою дослідження є аналіз досвіду використання хмарних сервісів у провідних університетах США. Розглянуті університети були вибрані як об'єкти дослідження не випадково, оскільки вони є піонерами в застосуванні новітніх технологій у навчальному процесі, у тому числі і хмарних технологій, і посідають топові міста в багатьох різних рейтингах. Отри-

мані знання можуть бути цінними для вдосконалення навчальних програм в українських вищих навчальних закладах. Особливо це стосується розробки та впровадження курсів з ІТ, де актуальність і практична значущість знань визначають успіх випускників на ринку праці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Під час написання статті було переглянуто результати роботи інших науковців. Було виявлено, що досі немає статей на тему використання хмарних технологій у процесі навчання бакалаврів з ІТ в кращих університетах США, тож можемо стверджувати, що це дослідження є унікальним. Воно об'єднує в собі досвід науковців, які займалися суміжними дослідженнями та, власне, роботу автора з дуже специфічної тематики. За правильного використання отриманих результатів можна покращити процес навчання бакалаврів з ІТ в українських ЗВО. Щодо досліджень рейтингування закладів вищої освіти, то було вивчено роботу З. В. Тейлор, Джошуа Чайлдс, Ібрахім Бічак та Іззат Альсмад «Чи краще більше? Дослідження рейтингів освітніх програм випускників U.S. News та характеристик Інтернету» [1]. З приводу використання хмарних сервісів в освітньому процесі були досліджені різні наукові твори, наприклад, у роботі Поп Флорін та Крістеа Валентин «Розподілена системна освіта: від традиційних моделей до нових шляхів навчання» [2] розглядаються як наукові, так і технологічні, інтеграційні й освітні аспекти, пов'язані з потоковою обробкою даних. У цій же статті описується програма магістратури, яка покликана підготувати експертів у галузі паралельних і розподілених систем. Питаннями використання хмарних сервісів під час дистанційного навчання протягом пандемії COVID-19 займалося багато науковців, наприклад, Г. Хан і С. Трім у статті «Хмарні обчислювальні платформи вищої освіти під час пандемії COVID-19» [3] провели багаторазовий аналіз 22 онлайн-платформ вищої освіти в китайських університетах під час епідемії. Порівняльний аналіз 22 платформ показав, що вони застосовували різні моделі й інструменти хмарних обчислень на основі своїх унікальних вимог і потреб. Беручи до уваги, що в сучасному світі існує багато систем штучного інтелекту, побудованих на хмарних технологіях, було розглянуто такі статті, як-от «Генеративний ШІ та майбутнє вищої освіти: загроза академічній доброчесності чи реформування? Докази з мультикультурної точки зору» авторів Юсуф Абдуллахі, Первін Насрін, Роман-Гонсалес Маркос [4] та «Першокурсники та їх компетентність у сфері штучного інтелекту як передбачувані та фактичні користувачі інструментів штучного інтелекту для підтримки навчальних процесів у вищій освіті» авторів Делкер Ян, Хейл Йоана, Іфенталер Дірк, Зойферт Сабіне, Спіргі Лукас [5]. У них особлива

увага приділяється аналізу можливих ризиків і викликів, пов'язаних із використанням ChatGPT у навчальному процесі, зокрема етичні аспекти та конфіденційність, що особливо важливо в час, коли сервіси штучного інтелекту стають доступні кожному бажуючому й існує величезна прогалина в загальних правилах використання цього інструменту.

**Мета дослідження** – дослідити, які з практик використання хмарних сервісів у підготовці бакалаврів з ІТ в університетах США можуть бути впроваджені в Україні для сприяння розвитку й покращенню освітнього процесу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для досягнення мети статті було виконано такі кроки:

- Проаналізовано різні рейтинги університетів США з підготовки бакалаврів в сфері інформаційних технологій.
- Сформовано топ-5 університетів на базі проведеного аналізу.
- Розглянуто силабуси навчальних дисциплін з ІТ у вибраних університетах, для розуміння контексту курсів.

Вивчено досвід практичного використання хмарних сервісів викладачами та студентами цих курсів.

Після закінчення дослідження було викладено найбільш вдалі приклади використання хмарних сервісів для навчання бакалаврів з ІТ, які можна застосувати в навчальних закладах України.

**Формування зведеного рейтингу університетів США**

Для визначення кращих практик з підготовки бакалаврів з ІТ в закладах вищої освіти Сполучених Штатів Америки було проаналізовано різні рейтинги, відомих установ, агентств та видавництв зокрема: Quacquarelli Symonds (QS) – британська компанія, що спеціалізується на аналізі вищих навчальних закладів у всьому світі [6], Times Higher Education (THE), раніше The Times Higher Education Supplement (The Thes), – це британський журнал, який розповідає про новини та проблеми, пов'язані з вищою освітою [7], U.S. News & World Report (USNWR) – американська медіакомпанія, яка публікує новини, поради для споживачів, рейтинги й аналітику, часто стає базою для досліджень науковців з усього світу. Наприклад, автори Кацумото Шінджі, Боумен Ніколас А. та Теннесен Ніколь Ф. у своїй статті «Роль рейтингів у формуванні інституційного зарахування іноземних студентів» [8] використовували інформацію, надану саме цим агентством. Universities.com, заснований у 1996 році, є надійним джерелом, яким користуються мільйони людей, щоб приймати обґрунтовані рішення щодо своєї освіти [9].

Перший із проаналізованих рейтингів – QS USA University Rankings 2021 є найбільшим з усіх рейтингів США станом на травень 2021 року з 351 установою, включеною до рейтингу. Цей рейтинг часто використовується науковцями для проведення різних досліджень, пов'язаних із впливом різних факторів на рівень університетів, наприклад у статті «Культурологічні дослідження та рейтинги університетів: приклад Quasquarelli Symonds (QS)» [10].

Другий розглянутий рейтинг – «Найкращі університети США для отримання дипломів з комп'ютерних наук – 2024», за версією журналу The Times Higher Education Supplement [11]. Під час складання рейтингів університетів світу від Times Higher Education (THE) університети оцінюють глобально, зосереджуючись на трьох основних аспектах: дослідженнях, навчанні та впливі. Кожен університет у рейтингах має детальний профіль, який містить дані про співвідношення персоналу та студентів, загальний дохід на студента, частку міжнародних студентів і гендерний склад студентів. Алгоритм формування рейтингу був досліджений авторами статті: «Взаємозв'язок бібліометричних показників із рейтинговими позиціями університетів» [12].

Після цього було проаналізовано відразу 3 різні рейтинги від U.S. News & World Report. Методологія рейтингування університетів за версією U.S. News & World Report передбачає кілька ключових аспектів. Вона базується на даних Web of Science та показниках, що надаються Clarivate Analytics InCites, і оцінює такі фактори, як глобальна та регіональна дослідницька репутація університету й академічна дослідницька діяльність. Для загального рейтингу враховуються бібліометричні показники, такі як публікації, цитування та міжнародні співпраці. Це рейтингове агентство також часто використовується для проведення наукових досліджень, наприклад, у статті «Зв'язки між рейтингами університетів і спільним використанням ресурсів між академічними бібліотеками» [13] автори спиралися саме на нього. Ці рейтинги мали назви:

1. «Найкращі університети комп'ютерних наук у Сполучених Штатах».

2. «Найкращі університети з комп'ютерних та інформаційних наук та допоміжних послуг».

3. Третій рейтинг стосувався навчання бакалаврів. Провідні вчені та керівники програм з інформатики оцінили загальну якість програм бакалаврату, з якими вони були знайомі, за шкалою від 1 до 5. Ранг студента з інформатики школи визначався суто середнім балом, отриманим у цих опитуваннях.

Потім було вивчено рейтинг «Найкращі загальні коледжі комп'ютерних наук у США

станом на 2023 рік» за версією онлайн-видання universities.com [14].

Результати аналізу викладено в таблиці 1.

З наведеної таблиці можна побачити, що тільки два університети потрапили у всі шість рейтингів – це Стенфордський університет і Массачусетський технологічний інститут. Різні рейтинги не завжди включають у свої списки ті самі університети. Наприклад, Каліфорнійський університет, Берклі, Гарвардський університет і Принстонський університет представлені в п'ятьох рейтингах із шести, а Університет Карнегі-Меллона посідає третє та другі місця в чотирьох рейтингах і водночас не зовсім не представлений у двох. Тож для дослідження було вирішено взяти університети, які посіли місця щонайменше в п'ятьох рейтингах. З усіх претендентів тільки п'ять відповідають такій умові, а саме це:

1. Массачусетський технологічний інститут (MIT).

2. Стенфордський університет.

3. Гарвардський університет.

4. Каліфорнійський університет, Берклі (UCB).

5. Принстонський університет.

**Аналіз си́лабусів начальних дисциплін в контексті використання хмарних технологій у процесі навчання.** Після формування цього списку було проведено пошук си́лабусів навчальних дисциплін із комп'ютерних наук в цих університетах. Для аналізу було вибрано курси з програмування для рівня «бакалавр». Ця тема є найбільш важливішою для дослідження, адже для спеціальності інформаційних технологій процес використання хмарних сервісів у навчальному процесі сам по собі є необхідною навичкою. Тобто, використовуючи хмарний сервіс для, наприклад, вивчення матеріалу лекції, або здачі лабораторної роботи, або працюючи над груповим завданням курсу з однокласниками, можна підвищити свій рівень готовності студентів до професійної діяльності, здобути корисні вміння та навички.

**Массачусетський технологічний інститут (MIT).** Цей університет має офіційний ресурс OpenCourseWare. Як зазначено на сторінці проєкту, це безкоштовна й відкрита колекція матеріалів із тисяч курсів MIT, що охоплює всю навчальну програму MIT. Як було описано в статті «Ефективні педагогічні стратегії для освіти STEM з точки зору викладачів: OER для викладачів» [15], OpenCourseWare – «OpenCourseWare (OCW) Массачусетського технологічного інституту (MIT) було запущено у 2001 році. Це один із найперших відкритих освітніх ресурсів (OER). Массачусетський технологічний інститут OCW опублікував понад 2400 курсів, які доступні безкоштовно, більшість з яких пов'язані зі STEM» [15, с. 1]. MIT OpenCourseWare існує вже понад

Таблиця 1

## Рейтинги університетів США з ІТ

Університет	QS USA 2021	THE CS 2024	US News CS	US News IS	US IT bachelors	universities.com
Гарвардський університет	1	4	6	3	-	4
Стенфордський університет	2	1	1	4	3	2
Массачусетський технологічний інститут (MIT)	3	2	2	2	1	1
Каліфорнійський університет, Берклі (UCB)	4	6	4	-	4	6
Каліфорнійський університет, Лос-Анджелес (UCLA)	5	7	7	-	-	-
Єльський університет	6	-	-	5	-	-
Університет Карнегі-Меллона	-	3	3	-	2	3
Прінстонський університет	8	5	5	1	9	-
Колумбійський університет	7	-	-	-	-	-
Нью-Йоркський університет (NYU)	9	-	-	-	-	9
Університет Пенсільванії	10	-	-	6	-	-
Університет Іллінойсу в Урбана-Шампейн	-	10	7	-	5	-
Корнельський університет (Нью-Йорк)	-	8	9	-	7	-
Вашингтонський університет (Вашингтон)	-	9	-	-	10	-
Університет Вашингтона в Сіетлі	-	-	5	-	-	-
Технологічний інститут Джорджії	-	-	8	-	-	-
Університет штату Меріленд Коледж Парк	-	-	10	-	-	-
Каліфорнійський технологічний інститут	-	-	-	7	6	7
Університет Дьюка	-	-	-	8	-	-
Університет Брауна	-	-	-	9	-	5
Університет Джонса Гопкінса	-	-	-	10	-	-
Технологічний інститут Джорджії	-	-	-	-	8	-
Техаський університет у Далласі	-	-	-	-	-	10

20 років і за цей час вмістив у себе учбові матеріали (презентації, тексти та відеозаписи лекцій, учбові плани та силабуси курсів, домашні завдання, механізми з проходження тестів тощо). По своїй суті OpenCourseWare являє собою хмарний сервіс, що вирішує задачу для конкретного університету зі збереження й надання доступу до учбових матеріалів із різних дисциплін.

Під час дослідження було розглянуто один із курсів для тих, хто не має досвіду в програмуванні, під назвою «Вступ у C++» [16]. У його описі можна знайти посилання на сервіс під назвою Wikiversity. Це спеціальний портал, що створений

на базі відомої онлайн-енциклопедії «Вікіпедія», містить навчальні курси за різними дисциплінами. Треба відзначити, що матеріал на сервісі наявний різними мовами, не містить реклами, безкоштовний. Також присутня можливість створення контенту власноруч, що може бути корисно для створення нових курсів для студентів.

**Стенфордський університет.** Стенфордський університет має цілий вебпортал, присвячений різним курсам, що викладаються для студентів, у тому числі бакалаврів з інформаційних технологій. Наприклад, курс CS106B з назвою Programming Abstractions у Стенфордському університеті є

другим курсом у вступній серії з програмування. CS106B знайомить студентів із мовою програмування C++ та вводить у використання розширених технік програмування, таких як рекурсія, аналіз алгоритмів, абстракція даних, класичні структури даних та алгоритми, і надає практику в застосуванні цих інструментів для розв'язування складних проблем [17]. Навчальні цілі курсу передбачають використання програмування для вирішення реальних проблем, розуміння загальних абстракцій у комп'ютерних науках, ідентифікацію програмних концепцій у повсякденних технологіях, розбивання складних проблем на менші підзадачі за допомогою алгоритмічного мислення й рекурсивних навичок вирішення проблем, а також оцінку компромісів під час створення структур даних і алгоритмів або їх використання для реалізації технологічних рішень.

Для курсу використовуються такі хмарні сервіси:

1. Сайт курсу.
2. Canvas для публікації відео лекцій та опитувань, згідно з описом на сторінці сервісу, це хмарна система управління навчанням (LMS) [18]. Починаючи з вересня 2015 року Стенфорд почав перехід на використання Canvas як основної системи управління навчанням, замінюючи сервіс CourseWork. Цей перехід було завершено 21 грудня 2016 року.

3. Ed Discussion forum для спільноти онлайн, Q&A та оголошень – як вказано на офіційному сайті, це компанія, яка використовує новітні технології для створення інноваційних рішень для вищої освіти й цифрової грамотності. Заснований у 2014 році, Ed налагодив тісні відносини з провідними університетами в Австралії, Північній Америці, Азії та Європі, щоб допомогти покращити курсову комунікацію, обговорення питань і відповідей та онлайн-навчання [19]. З представленої інформації можна зробити висновок, що цей сервіс є спеціалізованою системою, що надає додаткові функції для навчального процесу, такі як редактор математичних формул, можливість відображення програмного коду з розпізнаванням синтаксису мови програмування тощо.

4. Paperless для подання завдань і отримання зворотного зв'язку. Paperless Stanford – це вебсайт, який надає інформацію та ресурси, спрямовані на зменшення використання й відходів паперу в Стенфордському університеті. Він ознайомлює з перевагами безпаперового способу роботи, надає кращі практики й інструменти для цифрових робочих процесів, а також висвітлює успішні історії різних відділів і підрозділів Стенфорда, які перейшли на безпаперові рішення.

5. LaIR для управління чергою в годинах допомоги. В університеті Стенфорда для спеці-

альностей з IT створено хаб, де студенти можуть запросити репетиторство від керівників секцій і помічників курсів, а для того щоб керувати чергою онлайн-консультацій, було розроблено систему LaIR.

6. Gradescope для перегляду оцінених іспитів. Як вказано, на сторінці сайту Стенфорда, основне використання Gradescope – це оцінка й управління паперовими рукописними завданнями. Після початкового налаштування та синхронізації з Canvas рукописні паперові завдання можуть бути відскановані й завантажені в Gradescope інструктором або окремими студентами. Після завантаження Gradescope використовує розпізнавання рукописного тексту для ідентифікації імен і відповідей учнів, організовуючи їх для оцінювання [20].

**Гарвардський університет.** У вільному доступі було знайдено цілий портал **Гарвардського університету**, присвячений навчальній дисципліні: CS107/AC207 – це прикладний курс, який висвітлює використання програмної інженерії та інформатики для вирішення наукових проблем [21]. За результатами аналізу цього силабусу було виявлено, що під час навчання викладачі активно використовують хмарні сервіси для співпраці зі студентами. Сам цей силабус був доступний завдяки сервісу GitHub – одному з провідних інструментів із контролю версій для розробників програмного забезпечення. У випадку із цим курсом GitHub надав можливість швидкого доступу до матеріалів лекцій, презентацій, домашніх завдань, спільних проєктів студентів, і всі ці ресурси та файли перебувають під контролем версій. Тобто викладач може побачити активність кожного студента в реальному часі й історію загалом. Такий підхід може бути дуже корисним у різних аспектах, наприклад для планування навантаження на студентів або розуміння, які частини завдань займають найбільше часу. Також в описі навчального процесу неодноразово згадувався хмарний сервіс Piazza. Як вказано на головній вебсторінці сервісу, він являє собою дуже просту та привабливу платформу питань і відповідей [22]. У навчальному процесі цей сервіс планується використовувати в ролі форуму для обговорення різноманітних питань із матеріалів лекцій і домашніх завдань. Також викладачі запропонували використовувати функцію анонімного відгуку для надсилання пропозицій з покращення курсу, зауважень та в разі потреби скарг на персонал чи інших студентів.

**Каліфорнійський університет, Берклі.** Щодо Каліфорнійського університету, Берклі, було вивчено силабус до великого курсу «EECS16A, Проєктування інформаційних пристроїв і систем» [23]. EECS16AB був спеціально розроблений,

щоб підготувати студентів до курсів із машинного навчання та дизайну і є важливим для підготовки основи для інших курсів відділу.

Сама сторінка курсу містить дуже багато корисної інформації, починаючи з викладацького складу, розкладу занять і тестів, слайдів з лекцій, сторінок із тестовими завданнями й окремими документами з додатковою методичною літературою та закінчуючи розділом, доступним лише студентам університету з відеозаписами лекцій.

Під час навчального процесу студентами та викладачами мають використовуватися такі хмарні сервіси:

1. <https://oh.eecs16a.org/> – система розроблена для Каліфорнійського університету, Берклі, схожа за своїм призначенням до LaIR зі Стенфорду, організовує керування чергою до офлайн-консультацій з викладачами.

2. <https://www.heroku.com/> – хмарний сервіс, що допомагає легко розгорнути, керувати й масштабувати вебдодатки. Він допомагає зосередити увагу студентів на вивченні мов програмування, не витрачаючи часу на облаштування власних серверів.

3. Google documents – для надання доступу до загальних файлів. Наприклад, до списку облад-

нання лабораторних приміщень і правил їх використання.

4. Google Forms – потрібен у разі збору певної інформації від студентів (наприклад, подача заявки на отримання безкоштовного ноутбука чи іншого ІТ-обладнання для навчання).

5. Google calendar – завдяки спільним календарям усі студенти й викладачі завжди мають актуальний розклад занять та інших подій.

6. YouTube.com – усім відомий сервіс дуже активно використовується для обміном записів лекцій, пояснень чи відповідей на питання студентів чи демонстрації певних інструкцій.

**Прінстонський університет.** На офіційному порталі Прінстонського університету можна знайти інформацію щодо курсу «COS 326 Функціональне програмування». Цей курс має на меті глибше заглибитися в принципи розробки, впровадження та розуміння програми, щоб допомогти студентам стати професійними програмістами, які можуть розробляти, впроваджувати й міркувати про елегантне, ефективне та правильне програмне забезпечення, а код якого можна підтримувати та повторно використовувати [24]. Курс використовує мову з родини ML – Objective Caml (OCaml). OCaml –

Таблиця 2

## Використані хмарні сервіси в топ-5 університетів США

	MIT	Стенфордський університет	Гарвардський університет	Каліфорнійський університет, Берклі	Прінстонський університет
Організаційні завдання					
Вебсторінка курсу	+	+	+	+	+
Система контролю черги на консультації		+		+	
Комунікація учасників навчального процесу					
Форум					
Ed Discussion forum		+			
Piazza			+		
Запитання/відповіді					
Ed Discussion forum		+			
Piazza			+		
Проведення опитувань					
Google Forms				+	
Анонімні відгуки про курс					
Piazza			+		
Доступ до матеріалів курсу					
Вебсторінка курсу				+	+
OpenCourseWare	+				
Canvas		+			
Google documents				+	
Youtube				+	
Github			+		
Wikiversity	+				

це сучасна функціональна мова програмування з розширеними системами типів і модулів, але він не обмежується вивченням самої мови OCaml, а допомагає студентам розуміти принципи функціонального програмування та розглядає альтернативи об'єктно-орієнтованому програмуванню.

Як вказано в описі до курсу, сервіс контролю версій Git використовується для здачі завдань студентами. Його функціонал із відстежування процесу виконання завдання в часі використовується для контролю термінів здачі робіт.

Крім того, для обміну запитаннями та відповідями між студентами й викладачами використовується сервіс edstem.org.

**Порівняння досвіду використання хмарних сервісів кращих ЗВО США під час навчання бакалаврів з ІТ.** Загалом зазначені курси з ІТ мають багато спільного, хоча і представлені не за спільною структурою. Загальні правила з академічної доброчесності та протидії плагіату описані в кожному курсі. Притім заохочується співпраця й колективна робота для вирішення проблем під час вивчення матеріалу. Кожен із закладів вищої освіти, що представлені вище, використовує різні хмарні сервіси для різних задач навчального процесу. У таблиці 2 наводимо результати аналізу.

Як видно з таблиці, заклади мають схожі завдання й вирішують їх різними хмарними сервісами. Окремо варто звернути увагу на системи контролю черги на консультації в Стенфордському університеті та Каліфорнійському університеті – ці системи були розроблені самими університетами. Загалом треба зазначити, що наведені університети не мають єдиної, комплексної хмарної системи, що вирішувала б усі аспекти навчального процесу. Використовуються різні портали, різних виробників, за винятком Каліфорнійського університету, Берклі, де майже всі вказані сервіси надаються компанією Google.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що наразі немає єдиного сервісу, який міг би задовільнити всі потреби навчального процесу університетів. Тож кожен заклад використовує унікальний набір сервісів. З інформації, представленій у вивчених силабусах, можна сказати, що вони охоплюють не тільки теоретичні знання, але й сприяють розвитку практичних навичок, таких як робота в команді, розробка великих програмних продуктів, використання інструментів для керування проектами та співпраці. Сучасні навчальні програми активно використовують хмарні сервіси та платформи, що сприяє забезпеченню гнучкості, доступності й ефективності навчального процесу. Сервіси, як-от GitHub, Canvas, Piazza, Ed Discussion, Paperless,

LaLR, Gradescope, Heroku, Google Documents, Forms, Calendar та YouTube, є ключовими в інтеграції цифрових технологій у навчання. Навчальні програми зосереджені на підготовці студентів до реальних викликів сучасного ІТ-сектора, забезпечуючи їх необхідними практичними навичками та знаннями. Використання платформ, як-от GitHub, готує студентів до реальних умов роботи, де контроль версій і співпраця є важливими аспектами розробки програмного забезпечення.

Використання Git під час навчання бакалаврів з ІТ є винятково корисним з кількох причин, по перше, Git є однією з найпопулярніших систем контролю версій, що використовується в професійному програмуванні. Навчання студентів цієї системи готує їх до реальних умов роботи, де такі навички є критично важливими. Крім того, Git дає змогу студентам зберігати версії своєї роботи та відстежувати всі зміни, що вони робили протягом всього часу проекту. Це особливо корисно для складних проектів, де може бути потрібно повернутися до попередніх версій або аналізувати еволюцію проекту. Також він допомагає краще розуміти код: відстеження змін у коді через Git надає можливість студентам аналізувати, як зміни в одній частині програми впливають на інші. Це покращує їх здатність розуміти й писати більш ефективні та надійні програми. Однією з основних сучасних концепцій ІТ компаній є робота в команді. І Git є важливим інструментом для співпраці в багатьох проектах. Використовуючи Git для командної роботи, студенти готуються до їх майбутньої роботи в ІТ-командах, де співпраця й ефективне управління кодом є ключовими. Тим самим студенти стають більш готовими до сучасного світу ІТ, оскільки багато ІТ-компаній використовують Git як щоденний інструмент для розробки програмного забезпечення. Додавання Git до навчального процесу не тільки готує студентів до цього аспекту професійного життя, але й дає їм перевагу під час пошуку роботи. Також використання Git допомагає студентам структурувати свою роботу та краще керувати часом, відслідковувати, скільки часу було витрачено на різні аспекти проекту.

Вважаємо за доцільне рекомендувати ширше застосування популярних систем контролю версій у навчальному процесі університетів України. Це може підвищити рівень підготовки й конкурентоспроможність українських розробників програмного забезпечення на світовому ринку праці.

Загалом силабуси навчальних дисциплін бакалаврів з ІТ у провідних університетах США свідчать про високий рівень інтеграції сучасних технологій у навчальний процес, підкреслюють важливість практичних навичок і готовності до



викликів реального світу. Ці програми відображають тенденцію до постійного оновлення й адаптації до змін у світі ІТ, а також зосереджені на розвитку гнучкості, критичного мислення та здатності до інновацій у студентів. Вивчення досвіду цих університетів може бути цінним для вдосконалення навчальних програм в інших країнах, включно з Україною, де актуальність та практична

значущість знань визначають успіх випускників у майбутньому.

У подальшому планується аналіз сучасної практики використання різних систем штучного інтелекту, побудованих на хмарних технологіях. Бачимо необхідність дослідити комплексні хмарні сервіси, які своїм функціоналом можуть покрити всі питання навчального процесу університетів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Taylor Z.W., Childs J., Bicak, I. et al. Is Bigger, Better? Exploring U.S. News Graduate Education Program Rankings and Internet Characteristics. *Interchange*, vol. 50, pp. 205–219, 2019. DOI: 10.1007/s10780-019-09366-0.
2. F. Pop and V. Cristea. Distributed systems education: From traditional models to new paths of learning, 2019, 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS), pp. 383–386, 2019. DOI: 10.1109/CSCS.2019.00070.
3. H. Han and S. Trimi. Cloud Computing-based Higher Education Platforms during the COVID-19 Pandemic, *IC4E '22: Proceedings of the 2022 13th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning*, pp. 83–89, 2022. DOI: 10.1145/3514262.3514307.
4. Yusuf A., Pervin N. and Román-González M. Generative AI and the future of higher education: a threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 21, 2024, Art. no. 21. DOI: 10.1186/s41239-024-00453-6.
5. Delcker J., Heil J., Ifenthaler D. et al. First-year students AI-competence as a predictor for intended and de facto use of AI-tools for supporting learning processes in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 21, 2024, Art. No 18. DOI: 10.1186/s41239-024-00452-7.
6. Rankings revealed: QS USA University Rankings 2021. QS Quacquarelli Symonds Limited. [Online]. Available: <https://www.qs.com/rankings-revealed-qs-usa-university-rankings-2021> (accessed: Mar. 27, 2024).
7. About us. Helping the world's universities to achieve excellence. THE – Times Higher Education. [Online]. Available: <https://www.timeshighereducation.com/about-us> (accessed: Mar. 27, 2024).
8. Katsumoto S., Bowman N.A. and Tennessen N.F. The role of rankings in shaping the institutional enrollment of international students. *Higher Education*, 2024. DOI: 10.1007/s10734-024-01208-y.
9. Find Your Perfect U. Research degrees, colleges and places. Connect to the future you've been working towards. Universities.com. [Online]. Available: <https://www.universities.com/> (accessed: Mar. 27, 2024).
10. Shahjahan R.A. and Bhargal N.K. Cultural studies and university rankings: a case study of Quacquarelli Symonds (QS). *Scandinavian Journal of Educational Research*, vol. 68, no. 1, pp. 53–66, 2024. DOI: 10.1080/00313831.2023.2212016.
11. Best universities in the US for computer science degrees 2024. THE – Times Higher Education. [Online]. Available: <https://www.timeshighereducation.com/student/best-universities/best-universities-us-computer-science-degrees> (accessed: Mar. 27, 2024).
12. Szluka P., Csajbók E. and Györfy B. Relationship between bibliometric indicators and university ranking positions. *Scientific Reports*, vol. 13, 2023, Art. no 14193. DOI: 10.1038/s41598-023-35306-1.
13. Kabo F. The Associations between University Rankings and Resource Sharing among Academic Libraries. *Portal – Libraries and the Academy*, vol. 21, no 3, pp. 619–640, 2021. DOI: 10.1353/pla.2021.0033.
14. Best General Computer Science colleges in the U.S. for 2024. Universities.com. [Online]. Available: <https://www.universities.com/find/us/best/computer-technology/computer-science> (accessed: Mar. 27, 2024).
15. Zhu M. Effective Pedagogical Strategies for STEM Education from Instructors' Perspective: OER for Educators. *Open Praxis*, vol. 12, no. 2, pp. 257–270, 2020. DOI: 10.5944/openpraxis.12.2.1074.
16. Introduction To C++ Massachusetts Institute of Technology. [Online]. Available: <https://ocw.mit.edu/courses/6-096-introduction-to-c-january-iap-2011/pages/syllabus/> (accessed: Mar. 27, 2024).
17. CS106B Course Syllabus. [Online]. Stanford University. Available: <https://web.stanford.edu/class/cs106b/> (accessed: Mar. 27, 2024).
18. About | gocanvas. Stanford University [Online]. Available: <https://gocanvas.stanford.edu/about> (accessed: Mar. 27, 2024).
19. About Ed. edstem.org [Online]. Available: <https://edstem.org/about> (accessed: Mar. 27, 2024).
20. Gradescope | Center for Teaching and Learning. Stanford University [Online]. Available: <https://ctl.stanford.edu/use-learning-technology/gradescope> (accessed: Mar. 27, 2024).

21. CS107 / AC207: Systems Development for Computational Science. Institute for Applied Computational Science [Online]. Available: <https://harvard-iacs.github.io/2021-CS107/> (accessed: Mar. 27, 2024).
22. The incredibly easy, incredibly engaging Q&A platform. Piazza Technologies [Online]. Available: <https://piazza.com/> (accessed: Mar. 27, 2024).
23. EECS16A, Designing Information Devices and Systems I. eecs16a.org [Online]. Available: <https://eecs16a.org/> (accessed: Mar. 27, 2024).
24. COS 326 Functional Programming. Princeton University [Online]. Available: <https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall23/cos326/index.php> (accessed: Mar. 27, 2024).

## REFERENCES

1. Taylor, Z.W., Childs, J., Bicak, I. et al. (2019). Is Bigger, Better? Exploring U.S. News Graduate Education Program Rankings and Internet Characteristics. *Interchange*, vol. 50, pp. 205–219. DOI: 10.1007/s10780-019-09366-0.
2. F. Pop and V. Cristea (2019). Distributed systems education: From traditional models to new paths of learning. 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS), pp. 383–386. DOI: 10.1109/CSCS.2019.00070.
3. H. Han and S. Trimi (2022). Cloud Computing-based Higher Education Platforms during the COVID-19 Pandemic. *IC4E '22: Proceedings of the 2022 13th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning*, pp. 83–89. DOI: 10.1145/3514262.3514307.
4. Yusuf, A., Pervin, N. and Román-González, M. (2024). Generative AI and the future of higher education: a threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 21. Art. no. 21. DOI: 10.1186/s41239-024-00453-6.
5. Delcker, J., Heil, J., Ifenthaler, D. et al. (2024). First-year students AI-competence as a predictor for intended and de facto use of AI-tools for supporting learning processes in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 21. Art. No 18. DOI: 10.1186/s41239-024-00452-7.
6. Rankings revealed: QS USA University Rankings 2021. QS Quacquarelli Symonds Limited. [Online]. Available: <https://www.qs.com/rankings-revealed-qs-usa-university-rankings-2021> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
7. About us. Helping the world's universities to achieve excellence. THE – Times Higher Education. [Online]. Available: <https://www.timeshighereducation.com/about-us> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
8. Katsumoto, S., Bowman, N.A. and Tennessen, N.F. (2024). The role of rankings in shaping the institutional enrollment of international students. *Higher Education*. DOI: 10.1007/s10734-024-01208-y.
9. Find Your Perfect U. Research degrees, colleges and places. Connect to the future you've been working towards. Universities.com. [Online]. Available: <https://www.universities.com/> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
10. Shahjahan, R.A. and Bhangal, N.K. (2024). Cultural studies and university rankings: a case study of Quacquarelli Symonds (QS). *Scandinavian Journal of Educational Research*, vol. 68, no. 1, pp. 53–66. DOI: 10.1080/00313831.2023.2212016.
11. Best universities in the US for computer science degrees 2024. THE – Times Higher Education. [Online]. Available: <https://www.timeshighereducation.com/student/best-universities/best-universities-us-computer-science-degrees> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
12. Szluka, P., Csajbók, E. and Györffy, B. (2023). Relationship between bibliometric indicators and university ranking positions. *Scientific Reports*, vol. 13. Art. no 14193. DOI: 10.1038/s41598-023-35306-1.
13. Kabo, F. (2021). The Associations between University Rankings and Resource Sharing among Academic Libraries. *Portal – Libraries and the Academy*, vol. 21, no 3, pp. 619–640. DOI: 10.1353/pla.2021.0033.
14. Best General Computer Science colleges in the U.S. for 2024. Universities.com. [Online]. Available: <https://www.universities.com/find/us/best/computer-technology/computer-science> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
15. Zhu, M. (2020). Effective Pedagogical Strategies for STEM Education from Instructors' Perspective: OER for Educators. *Open Praxis*, vol. 12, no. 2, pp. 257–270. DOI: 10.5944/openpraxis.12.2.1074.
16. Introduction To C++ Massachusetts Institute of Technology. [Online]. Available: <https://ocw.mit.edu/courses/6-096-introduction-to-c-january-iap-2011/pages/syllabus/> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
17. CS106B Course Syllabus. [Online]. Stanford University. Available: <https://web.stanford.edu/class/cs106b/> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
18. About | gocanvas. Stanford University [Online]. Available: <https://gocanvas.stanford.edu/about> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].

19. About Ed. edstem.org [Online]. Available: <https://edstem.org/about> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
20. Gradescope | Center for Teaching and Learning. Stanford University [Online]. Available: <https://ctl.stanford.edu/use-learning-technology/gradescope> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
21. CS107 / AC207: Systems Development for Computational Science. Institute for Applied Computational Science [Online]. Available: <https://harvard-iacs.github.io/2021-CS107/> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
22. The incredibly easy, incredibly engaging Q&A platform. Piazza Technologies [Online]. Available: <https://piazza.com/> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
23. EECS16A, Designing Information Devices and Systems I. eecs16a.org [Online]. Available: <https://eecs16a.org/> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].
24. COS 326 Functional Programming. Princeton University [Online]. Available: <https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall23/cos326/index.php> (accessed: Mar. 27, 2024) [in English].