

ДОСВІД ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ У ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОВІДНИХ КРАЇНАХ СВІТУ

Вакалюк Т. А.

*доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри інженерії програмного забезпечення
Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, Житомир, Україна
orcid.org/0000-0001-6825-4697
tetianavakaliuk@gmail.com*

Антонюк Д. С.

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення
Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, Житомир, Україна
orcid.org/0000-0001-7496-3553
dmitry_antonyuk@yahoo.com*

Новіцька І. В.

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри професійно-педагогічної, спеціальної освіти, андрагогіки
та управління, завідувач відділу аспірантури та докторантури
Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. В. Бердичівська, 40, Житомир, Україна
orcid.org/0000-0003-0780-0580
inesaserbin2601@gmail.com*

Марцева Л. А.

*доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри інженерії програмного забезпечення
Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, Житомир, Україна
orcid.org/0000-0001-5037-6565
l.a.martseva@gmail.com*

Кот Н. С.

*вчитель математики та фізики
Хмельницька спеціалізована середня загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів № 1
вул. Староміська, 2, Хмельницький, Україна
orcid.org/0000-0002-0948-297X
teacherkotnatali@gmail.com*

Ключові слова: інформаційні технології, IT-фахівці, світовий досвід, провідні університети світу, підготовка.

Статтю присвячено актуальній проблемі – аналізу досвіду підготовки бакалаврів у галузі інформаційних технологій у провідних країнах світу. У сучасних умовах система вищої освіти потребує постійної модернізації, здатності випускати велику кількість спеціалістів з інформаційних технологій, здатних розвивати державу. Інформаційні технології дуже швидко розвиваються і є, власне, одним з інструментів розвитку країни. Саме тому одним із пріоритетів розвитку будь-якої країни є побудова інформаційного суспільства, що, безперечно, залежить від розвитку інформаційних технологій. Саме тому підготовці фахівців у галузі інформаційних технологій усе більше уваги приділяють не лише науковці всього світу, а й заклади вищої освіти для перегляду та переосмислення навчальних планів відповідно до вимог сьогодення. Підготовкою IT-фахівців у різних розрізах займалися багато вчених. Кожен із них приділяв увагу якійсь конкретно визначеній проблемі. У статті проаналізовано проблематику, яку досліджують вітчизняні науковці, що пов'язана з підготовкою фахівців з інформаційних технологій. Метою статті є аналіз підготовки бакалаврів у галузі інформаційних технологій у провідних країнах світу. Проаналізовано програми підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій у провідних закладах освіти світу за рівнем «бакалавр»: Delft University of Technology (Нідерланди), University of Cambridge (Велика Британія), University of Toronto (Канада), Carnegie Mellon University, Stanford University. Проведено детальний огляд навчальних планів підготовки фахівців з інформаційних технологій у зазначених університетах різних країн. Підсумовано, що навчальні плани підготовки бакалаврів у галузі інформаційних технологій є досить різними, адже у різних університетах вивчається різний спектр дисциплін, хоча є й багато схожих «універсальних» предметів, що є основою IT-галузі. Запропоновано закладам вищої освіти України для модернізації своїх навчальних планів брати собі за звичку переглядати навчальні плани раз на певний термін для порівняння із закладами освіти провідних країн світу. До перспектив подальших досліджень віднесено дослідження можливості інтеграції окремих курсів із провідних університетів світу до вітчизняних закладів освіти.

THE EXPERIENCE OF TRAINING BACHELORS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE LEADING COUNTRIES OF THE WORLD

Vakaliuk T. A.

*Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Software Engineering
Zhytomyr Polytechnic State University
Chudnivska str., 103, Zhytomyr, Ukraine
orcid.org/0000-0001-6825-4697
tetianavakaliuk@gmail.com*

Antoniuk D. S.

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Software Engineering
Zhytomyr Polytechnic State University
Chudnivska str., 103, Zhytomyr, Ukraine
orcid.org/0000-0001-7496-3553
dmitry_antonyuk@yahoo.com*

Novitska I. V.

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Pedagogy, Vocational Education
and Educational Management, Head of the Department of Postgraduate
and Doctorate Studies*

*Zhytomyr Ivan Franko State University
Velyka Berdychivska str., 40, Zhytomyr, Ukraine
orcid.org/0000-0003-0780-0580
inesaserbin2601@gmail.com*

Martseva L. A.

*Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Professor at the Department of Software Engineering*

*Zhytomyr Polytechnic State University
Chudnivska str., 103, Zhytomyr, Ukraine
orcid.org/0000-0001-5037-6565
l.a.martseva@gmail.com*

Kot N. S.

Maths and Physics Teacher

*Khmelnytskyi Specialised Secondary School of GRADES I-III №1
Staromiska str., 2, Khmelnytskyi, Ukraine
orcid.org/0000-0002-0948-297X
teacherkotnatali@gmail.com*

Key words: *information technologies, IT specialists, world experience, leading universities of the world, training.*

In current conditions, the higher education system needs constant modernization, and the ability to produce a large number of information technology specialists capable of developing the state. Information technologies are developing very quickly, and are one of the tools of the country's development. That is why one of the priorities of the development of any country is the construction of an information society, which undoubtedly depends on the development of information technologies. That is why the training of specialists in the field of information technologies is increasingly being paid attention to not only by scientists around the world but also by institutions of higher education to review and rethink curricula to today's requirements. Many scientists were involved in the training of IT specialists in various fields. Each of them paid attention to a specific problem. The problems investigated by domestic scientists, related to the training of specialists in information technologies are analyzed. The purpose of this article is to analyze the training of bachelors in the field of information technologies in the leading countries of the world. The article reviews training programs for future IT specialists at the world's leading educational institutions at the bachelor's level: Delft University of Technology (Netherlands), University of Cambridge (Great Britain), University of Toronto (Canada), Carnegie Mellon University, and Stanford University. A detailed review of the training plans of information technology specialists in the specified universities of different countries was carried out. As we can see from the conducted research, the curricula of bachelor's training in the field of information technologies are quite different. In different universities, a different range of disciplines is studied, although there are also many similar "universal" subjects, which are the basis of the IT industry. To modernize their curricula, institutions of higher education could make it a habit to revise their

curricula once in a certain period for comparison with educational institutions of the leading countries of the world. Prospects for further research include the study of the possibility of integrating individual courses from the world's leading universities into domestic educational institutions.

Актуальність. Інформаційні технології дуже швидко розвиваються і є, власне, одним з інструментів розвитку країни. Саме тому одним із пріоритетів розвитку будь-якої країни є побудова інформаційного суспільства, що, безперечно, залежить від розвитку ІТ. У таких умовах і система вищої освіти потребує постійної модернізації, здатності випускати велику кількість ІТ-спеціалістів, здатних розвивати державу. Саме тому підготовці фахівців у галузі інформаційних технологій усе більше уваги приділяють не лише науковці всього світу, а й заклади вищої освіти для перегляду та переосмислення навчальних планів відповідно до вимог сьогодення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Підготовкою ІТ-фахівців у різних розрізах займалися багато вчених. Кожен із них приділяв увагу якійсь конкретно визначеній проблемі. Зокрема, О.В. Малихін та Т.М. Ярмольчук здійснили спробу теоретично обґрунтувати психолого-педагогічні особливості професійної підготовки ІТ-фахівців в Україні [6]. Науковцями визначено дидактичні умови, що сприяють зростанню якості підготовки ІТ-фахівців, а також запропоновано авторську модель підготовки фахівців з інформаційних технологій. О. Глазунова, Т. Волошина, В. Корольчук у низці досліджень займалися різними аспектами підготовки майбутніх ІТ-фахівців. Зокрема, частину своїх досліджень автори присвячували розвитку soft skills як невід'ємному складнику майбутніх ІТ-фахівців [7], у результаті автори розробили модель розвитку soft skills майбутніх ІТ-спеціалістів. У іншому дослідженні (трішки з іншим авторським колективом) науковці досліджували можливості використання хмарних сервісів в освітньому процесі майбутніх фахівців з інформаційних технологій [11].

Інша група дослідників займалася різними аспектами формування професійних компетентностей зазначених фахівців [8]. Окрім того, автори теж намагалися проаналізувати європейські освітні ініціативи в процесі підготовки ІТ-фахівців. Г. Шліхта зробила спробу дослідити вплив сучасного стану розвитку ІТ-галузі нашої держави на професійну підготовку фахівців з інформаційних технологій [9]. Л. Панченко досліджувала зміст підготовки майбутніх ІТ-фахівців до здійснення аналізу даних [10], вона запропонувала шляхи підготовки майбутніх ІТ-спеціалістів у межах окремих курсів.

Метою статті є аналіз підготовки бакалаврів у галузі інформаційних технологій у провідних країнах світу.

Виклад основного матеріалу. Проведемо огляд програм підготовки майбутніх ІТ-фахівців у провідних закладах освіти світу за рівнем «бакалавр».

Delft University of Technology (Нідерланди) здійснює підготовку ІТ-фахівців за спеціальністю (програмою) «Комп'ютерні науки та інженерія» (Bachelor of Computer Science and Engineering) [1]. За даною програмною студенти навчаються три роки (36 місяців) і опановують 180 кредитів ЕКТС.

При цьому середнє навантаження студента на тиждень становить 40 год., серед яких: 12 год. лекцій, 10 год. практичних проєктів та 18 год. самостійної роботи, що становить у середньому 4,5 год. на день аудиторного навантаження. Загальний вигляд робочого плану підготовки зображено на рис. 1. Розглянемо детально особливості окремих дисциплін.

На першому курсі студенти даного університету вивчають такі дисципліни.

Об'єктно-орієнтоване програмування – цей курс складається з вивчення основ програмування Java. У межах даного курсу також даються студентам основні уявлення про тестування програм.

Міркування та логіка – під час вивчення даного курсу студенти вчаться доводити, чи є зроблений висновок логічно правильним чи ні.

Організація комп'ютера – під час ознайомлення із цим курсом студенти досліджують архітектуру, структуру та компоненти комп'ютера.

Обчислення – вивчаються функції, ряди і рівняння, диференціювання, інтегрування та комлексні числа.

Алгоритми та структури даних – цей курс є логічним продовженням двох курсів – об'єктно-орієнтованого програмування та міркування та логіка. У межах курсу студенти вивчають структури даних, списки та дерева. Окрім того, вивчаються різні алгоритми, зокрема сортування чи пошук даних.

Вебтехнології та технології баз даних – курс є вступом до Інтернету, студенти вчаться програмувати на HTML, CSS і JavaScript. Окрім того, дуже цікавим є поєднання, адже в межах даного курсу студенти ще знайомляться з базами даних, їх архітектурою та способами взаємодії з ними.

Лінійна алгебра – вивчаються дії з матрицями та векторами.

Bachelor's programme in Computer Science & Engineering 2022-2023				
	quarter 1	quarter 2	quarter 3	quarter 4
EC Year 1				
1	CSE1100 Object Oriented Programming	CSE1200 Calculus	CSE1205 Linear Algebra	CSE1210 Probability Theory and Statistics
2				
3				
4				
5				
6	CSE1300 Reasoning & Logic	CSE1305 Algorithms and Data Structures	CSE1105 OOP Project	CSE1110 Software Quality and Testing
7				
8				
9				
10				
11	CSE1400 Computer Organisation	CSE1500 Web- & Database Technology	CSE1505 Information and Data Management	CSE1405 Computer Networks
12				
13				
14				
15				
EC Year 2				
1	CSE2215 Computer Graphics	CSE2310 Algorithm Design	CSE2315 Automata, Computability and Complexity	CSE2000 Software Project
2				
3				
4				
5				
6	CSE2510 Machine Learning	CSE2115 Software Engineering Methods	CSE2120 Concepts of Programming Languages	
7				
8				
9				
10				
11	Variant course A	Variant course B	Variant course C	Entry requirements: CSE1100 + CSE1305 + CSE1105 + CSE1110 + CSE2115
12				
13				
14				
15				
EC Year 3				
1	Minor (minors.tudelft.nl)	Elective	CSE3000 Research Project	
2				
3				
4		Elective		
5				
6				
7		Elective		
8				
9				
10		Going abroad? Start preparations at the start of your 2nd year.		Elective
11				
12				
13				
14				
15	CSE2000 Software Project and CSE3000 Research project have entry requirements, as noted in the Teaching and Examination Regulations.			
Year 2: Variant courses				
Choose one variant: Multimedia, Data or Systems				
	Variant course A	Variant course B	Variant course C	
Multimedia	CSE2220 Signal Processing	CSE2225 Image Processing	CSE2230 Multimedia Analysis	
Systems	CSE2420 Digital Systems	CSE2425 Embedded Software	CSE2430 Operating Systems	
Data	CSE2520 Big Data Processing	CSE2525 Data Mining	CSE2530 Computational Intelligence	
Learning Paths				
Mathematics	Systems	Models	Elective	TU Delft
Software	Data & AI	Multimedia	Minor	
Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science				

Рис. 1. Навчальний план підготовки ІТ-фахівців за спеціальністю (програмою) «Комп'ютерні науки та інженерія» у Delft University of Technology [1]

Проект об'єктно-орієнтованого програмування (аналог вітчизняного курсового проектування або курсової роботи) – студенти під час написання проекту вчаться основним навичкам розроблення програмного забезпечення, планування та розроблення документації, створення презентації проекту.

Управління інформацією та даними – у процесі вивчення студенти дізнаються більше про моделювання, керування та отримання даних із системи керування базами даних.

Теорія ймовірностей і статистика – вивчаються основні положення даного курсу.

Якість програмного забезпечення та тестування – у цьому курсі методи тестування з об'єктно-орієнтованого програмування доповнюються новою інформацією та навичками.

Комп'ютерні мережі – вивчаються різні рівні зв'язку в мережі, які поєднуються для надсилання даних через мережу.

На другому році навчання студенти вивчають як обов'язкові курси, так і вибіркові (факультативи). Протягом другого курсу студенти вивчають такі обов'язкові дисципліни, як «Комп'ютерна графіка», «Машинне навчання», «Проектування

алгоритму», «Методики розроблення ПЗ», «Автоматика, обчислюваність і складність», «Концепція мов програмування», «Проект програмного забезпечення». У першому семестрі другого року навчання студенти можуть вибрати факультативи з трьох блоків (системи, мультимедіа, дані). У другому семестрі студенти вчаться працювати в команді над реальним великим проектом.

На третьому році навчання здобувачі вищої освіти виконують дослідницький проект, який виконується індивідуально та в межах тематики комп'ютерних наук. Окрім того, на цьому році навчання є одна дисципліна за вибором, не пов'язана зі спеціальністю.

University of Cambridge (Велика Британія) [2] здійснює підготовку ІТ-фахівців за спеціальністю (програмою) «Комп'ютерні науки» протягом трьох або чотирьох років (є дві можливості). Варто зауважити, що в даному закладі освіти студентам пропонують одразу встановити операційну систему Ubuntu, щоб була однакова можливість для всіх студентів та викладачів щодо встановленого та застосованого програмного забезпечення. Особливістю даного університету ще є те, що наприкінці першого або другого курсу студенти мають право змінити спеціальність. Для цього необхідно отримати згоду керівництва щодо таких дій. При цьому або потрібно доздати якусь частину освітніх складників або почати вивчення з початку.

У даному університеті на першому та другому курсах оцінювання проводиться шляхом тригодинних іспитів, які проводяться в останньому семестрі кожного року. На третьому курсі студенти оцінюються за результатами курсових робіт та аналогічно тригодинними іспитами.

На першому році навчання студенти вивчають основи інформатики, об'єктно-орієнтоване програмування, операційні системи, цифрову електроніку, графіку та дизайн взаємодії, а також математику. На другому курсі вони мають змогу вивчати логіку, теорію обчислень, комп'ютерну архітектуру, комп'ютерні мережі, будову компілятора, програмування на C/C++, дизайн взаємодії з людьми, штучний інтелект тощо. Окрім того, на другому курсі студенти виконують груповий проект. На третьому році навчання студенти вибирають дисципліни, які бажають вивчати, зокрема: архітектуру комп'ютера, додатки (включаючи біоінформатику та обробку природної мови) або комп'ютерну архітектуру, науку про дані та робототехніку тощо. Також студенти працюють над кваліфікаційною роботою (що носить назву «дисертація»). Четвертий рік навчання – це вже магістратура.

University of Toronto (Канада) [3] здійснює підготовку ІТ-фахівців за кількома спеціальностями.

1. Спеціаліст Data Science (наукова програма). Дана програма передбачає вивчення методологій статистики у поєднанні з комп'ютерними науками. Під час навчання за цією програмою студенти вчаться обробляти дані, «витягувати» необхідну інформацію для її подальшого опрацювання. Студенти вивчають проектування та аналіз алгоритмів і структур даних для роботи з великими обсягами даних, а також передовий досвід розроблення програмного забезпечення, машинне навчання. Окрім того, студенти в межах даної програми працюють із реальними великими наборами даних у сфері бізнесу або іншій важливій сфері.

2. Спеціаліст Computer Science (наукова програма). Тут важливо зазначити: якщо студент володіє ООП, то він може пропустити певні курси та почати вивчення з інших.

Для обох програм можливе вивчення таких дисциплін (деякі з них є обов'язковими для вивчення, деякі – вибірковими): Data Science; алгоритмічна теорія ігор і проектування механізмів; анімація на основі фізики; бізнес програмного забезпечення; взаємодія «людина – комп'ютер»; високопродуктивні наукові обчислення; вступ до баз даних; вступ до візуальних обчислень; вступ до дизайну відеоігор; вступ до комп'ютерних наук; вступ до машинного навчання; вступ до програмування; вступ до розроблення програмного забезпечення; вступ до розуміння зображення; вступ до теорії обчислень; вступ до штучного інтелекту; дизайн інтерактивних обчислювальних засобів масової інформації; збагачені структури даних і аналіз; імовірнісне навчання та міркування; компілятори та інтерпретатори; комп'ютери та суспільство; комп'ютерна графіка; комп'ютерна лінгвістика; комп'ютерні мережеві системи; комп'ютерні науки для наук; математичні вирази та мікропроцесорні системи; методи обчислення рівнянь у частинних похідних; міркування для комп'ютерних наук; нейронні мережі та глибоке навчання; обробка геометрії; обчислення для науки; обчислення природною мовою; обчислювальна складність і обчислюваність; обчислювальне мислення; обчислюваність і логіка; організація комп'ютера; операційні системи; основи комп'ютерних наук; паралельне програмування; представлення знань і міркування; принципи комп'ютерних мереж; принципи мов програмування; програмні засоби та системне програмування; програмування в Інтернеті; проектування систем для реальних проблем; проектування та впровадження операційних систем; розроблення, аналіз і складність алгоритмів; розроблення великих програмних систем; розроблення програмного забезпечення; розширений вступ до теорії обчислень; розширений алгоритм розроблення; соціальні та інформаційні

мережі; структури даних і аналіз; тестування та перевірка програмного забезпечення; технологія системи баз даних; формальні методи розроблення програмного забезпечення; формальні мови та автомати; чисельні методи; чисельні методи для задач оптимізації; числові алгоритми; чудові ідеї в обчислювальній техніці; штучний і людський інтелект; що, хто, як: конфіденційність в епоху збору великих даних.

Carnegie Mellon University [4] – Computer Science Program. Програма підготовки бакалавра з комп'ютерних наук. Студенти, що навчаються за цією програмою, вивчають як обов'язкові компоненти: основи програмування, принципи функціонального програмування, паралельні та послідовні структури та алгоритми даних, введення в комп'ютерні системи, розроблення та аналіз алгоритмів. Серед вибіркових дисциплін: вступ до машинного навчання, обробка природної мови, вступ до глибокого навчання, штучний інтелект: уявлення та вирішення проблем, нейронні обчислення, кінематика та динаміка робота, комп'ютерний зір, проектування програмного забезпечення, орієнтованого на людину, людська мова для штучного інтелекту, вступ до комп'ютерної безпеки, студентська теорія складності, комп'ютерна графіка, основи програмної інженерії, основи мов програмування, семантика мови програмування, програмні основи безпеки та конфіденційності, конструктивна логіка, виявлення помилок: автоматична перевірка програми, логічні основи кіберфізичних систем, аналіз програми, прагматика мови програмування, проектування та впровадження операційної системи, дизайн компілятора, архітектура і програмування паралельного комп'ютера, розподілені системи, мережа та Інтернет, системи баз даних.

Відмінністю цієї програми підготовки є те, що з кожного блоку вибіркових дисциплін потрібно вибрати ті, які в сумі дадуть потрібну кількість одиниць.

Окрім того, є низка дисциплін для вивчення, що пов'язані з математикою, зокрема: математичні основи інформатики, інтеграція та апроксимація, матриці та лінійні перетворення (матрична теорія), обчислення в трьох вимірах (векторне числення для інформатиків, багатовимірне числення, векторний аналіз), а також один із чотирьох варіантів імовірності (ймовірність і обчислення, ймовірність, теорія ймовірностей для інформатиків, вступ до теорії ймовірностей).

Усі студенти, що навчаються за цією програмою, мають вивчити наукові та інженерні сфери, які можуть вплинути на їхню ефективність як комп'ютерників після закінчення навчання (мінімум 36 одиниць), а також 63 одиниці з гуманітарних наук та мистецтва.

Мінімальна кількість таких одиниць, що необхідні для отримання ступеня бакалавра з комп'ютерних наук, становить 360. За рахунок дуже великого вибіркового блоку розклад є досить гнучким. Тут ще варто відзначити, що навчальним планом чітко передбачено, яка дисципліна передуює вивченню тієї чи іншої дисципліни. Тобто поки студент не вивчить одну дисципліну, не перейде до іншої.

Stanford University [5] здійснює підготовку за напрямом «комп'ютерні науки» (Computer Science degree). Навчання у даному університеті відрізняється від інших тим, що основний матеріал програми розділено на шість «класів», які має пройти кожен студент. Після проходження обов'язкового складника студенти вибирають напрям, за яким вони хочуть навчатися детально, цей напрям зазвичай становить 4–5 «класів». Після цього студентам ще надається два-три курси на вибір у вигляді факультативів для завершення повного циклу навчання. Це можуть бути курси з інженерії, математики, математики в інформатиці, фізики, науки, основ техніки, технологій у суспільстві. Щодо спеціальних курсів, що пов'язані з комп'ютерними науками, це можуть бути: абстракції програмування, комп'ютерна організація та системи, принципи комп'ютерних систем, математичні основи обчислювальної техніки, вступ до ймовірності для інформатиків, структури даних і алгоритми. Також до курсів на вибір відносяться: штучний інтелект, теорія, системи, взаємодія людини та комп'ютера, графіка, інформація, біообчислення тощо.

Висновки. Як бачимо, навчальні плани підготовки бакалаврів у галузі інформаційних технологій є досить різними. У різних університетах вивчається різний спектр дисциплін, хоча є й багато схожих «універсальних» предметів, що є основою ІТ-галузі. Зокрема, у певних університетах підготовка ІТ-фахівців здійснюється за єдиною програмою Compute Science, в інших пропонується цілий спектр різних варіацій даних спеціальностей із певним спектром навчальних дисциплін, що є характерними для кожної із зазначених варіацій. Окрім того, у деяких закладах вищої освіти навчання за освітнім ступенем «бакалавр» становить три роки, тоді як в Україні – чотири роки. Також особливістю навчання у світових університетах є те, що для отримання диплому потрібно набрати необхідну кількість кредитів, які студент має право вибрати і на раніших курсах. Тому на написання підсумкової бакалаврської роботи і відводиться більше часу, ніж в аналогічних програмах у закладах освіти України. Заклади вищої освіти України також для модернізації своїх навчальних планів могли б узяти собі за звичку переглядати навчальні плани раз на певний термін для порівняння із закладами освіти провідних країн світу.

До перспектив подальших досліджень відносно дослідження можливості інтеграції окремих курсів із провідних університетів світу до вітчизняних закладів освіти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bachelor of Computer Science and Engineering. Delft University of Technology. URL: <https://www.tudelft.nl/en/education/programmes/bachelors/cse/bachelor-of-computer-science-and-engineering>.
2. Computer Science. University of Cambridge. URL: <https://www.undergraduate.study.cam.ac.uk/courses/computer-science>.
3. Computer Science Program. University of Toronto. URL: <https://artsci.calendar.utoronto.ca/section/Computer-Science#programs>.
4. Computer Science Program. Carnegie Mellon University. URL: <http://coursecatalog.web.cmu.edu/schools-colleges/schoolofcomputerscience/undergraduatecomputerscience/#bscurriculumtextcontainer>.
5. Computer Science degree. Stanford University. URL: <https://cs.stanford.edu/degrees/undergrad/Requirements.shtm>.
6. Малихін О.В., Ярмольчук Т.М. Актуальні стратегії навчання у професійній підготовці фахівців з інформаційних технологій. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. № 76(2). С. 43–57. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.2682>.
7. Glazunova, O., Voloshyna, T., & Korolchuk, V. Розвиток «soft skills» у майбутніх фахівців з інформаційних технологій: методи, засоби, індикатори оцінювання. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2019. С. 93–106. URL: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s8>.
8. Hafiak, A., Shefer, O., Borodina, E., & Alyoshin, S. (2019). Formation of professional competence of future it specialists in institutions of higher education . *Control, Navigation and Communication Systems. Academic Journal*, 4(56), 40–42. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.4.040>.
9. Шліхта Г. Вплив сучасного стану розвитку ІТ-галузі України на проблему професійної підготовки ІТ-фахівців. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2022. С. 225–232. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-64-225-232>.
10. Панченко Л.Ф. Підготовка майбутніх фахівців з інформаційних технологій до здійснення навчальної аналітики. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Серія «Педагогічні науки»*. 2015. Вип. 1(2). С. 89–96.
11. Неформальна освіта майбутніх фахівців з інформаційних технологій: організація, контент, інструменти / О.Г. Глазунова та ін. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 1(23). С. 29–35. URL: [10.31110/2413-1571-2020-023-1-005](https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-023-1-005).

REFERENCES

1. Bachelor of Computer Science and Engineering. Delft University of Technology. URL: <https://www.tudelft.nl/en/education/programmes/bachelors/cse/bachelor-of-computer-science-and-engineering>
2. Computer Science. University of Cambridge. URL: <https://www.undergraduate.study.cam.ac.uk/courses/computer-science>
3. Computer Science Program. University of Toronto. URL <https://artsci.calendar.utoronto.ca/section/Computer-Science#programs>
4. Computer Science Program. Carnegie Mellon University. URL: <http://coursecatalog.web.cmu.edu/schools-colleges/schoolofcomputerscience/undergraduatecomputerscience/#bscurriculumtextcontainer>
5. Computer Science degree. Stanford University. URL: <https://cs.stanford.edu/degrees/undergrad/Requirements.shtm>
6. Malykhin, O.V., Yarmol'chuk, T.M. (2020). Aktual'ni stratehiyi navchannya u profesiyniy pidhotovtsi fakhivtsiv z informatsiynykh tekhnolohiy [Current learning strategies in the professional training of information technology specialists]. *Informatsiyni tekhnolohiyi i zasoby navchannya*, 76(2), 43–57. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.2682>
7. Glazunova, O., Voloshyna, T., & Korolchuk, V. (2019). Rozvytok “soft skills” u maybutnikh fakhivtsiv z informatsiynykh tekhnolohiy: metody, zasoby, indykatory otsinyuvannya [Development of “soft skills” in future information technology specialists: methods, tools, evaluation indicators]. *Elektronne naukove fakhove vydannya “Vidkryte osvithne e-seredovishche suchasnoho universytetu”*, 93–106. URL: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s8>
8. Hafiak, A., Shefer, O., Borodina, E., & Alyoshin, S. (2019). Formation of professional competence of future it specialists in institutions of higher education . *Control, Navigation and Communication Systems. Academic Journal*, 4(56), 40–42. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.4.040>

9. Shlikhta, H. (2022). Vplyv suchasnoho stanu rozvytku it-haluzi ukrayiny na problemu profesiynoyi pidhotovky IT-fakhivtsiv [The influence of the current state of development of the IT industry in Ukraine on the problem of professional training of IT specialists]. *Suchasni informatsiyni tekhnolohiyi ta innovatsiyni metodyky navchannya v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiya, teoriya, dosvid, problemy*, 225–232. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2022-64-225-232>
10. Panchenko L.F. (2015) Pidhotovka maybutnikh fakhivtsiv z informatsiynykh tekhnolohiy do zdiysnennya navchal'noyi analityky [Training of future specialists in information technologies to implement educational analytics]. *Visnyk Kremenchuts'koho natsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrohrads'koho. Seriya "Pedahohichni nauky"*. Vyp. 1 (2). S. 89–96. 11.
11. Hlazunova O.H., Hurzhiy A.M., Voloshyna T.V., Korol'chuk V.I., Parkhomenko O.V. (2020) Neformal'na osvita maybutnikh fakhivtsiv z informatsiynykh tekhnolohiy: orhanizatsiya, kontent, instrumenty [Informal education of future IT specialists: organization, content, tools]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vypusk 1(23). S. 29–35. URL: [10.31110/2413-1571-2020-023-1-005](https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-023-1-005)