

ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У науково-оглядовій статті розглянуто закордонний досвід професійної підготовки ІТ-фахівців. Констатовано зростання попиту на професійних ІТ-фахівців у світі, й Україні зокрема. Водночас відзначено, що спостерігається дефіцит професійних інженерно-педагогічних кадрів, невідповідність світовим стандартам, що потребує аналізу й систематизації досвіду професійної підготовки фахівців з інформаційних технологій за кордоном. На прикладі деяких провідних закладів освіти Європи, Азії, Канади, США, що входять до Академічного рейтингу університетів світу (Academic Ranking of World Universities (ARWU)), зроблено огляд систем підготовки майбутніх ІТ-фахівців. Теоретичне узагальнення засвідчило відсутність такої єдиної системи. Сформульовано рекомендації щодо вдосконалення системи професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій у закладах вищої освіти України.

Ключові слова: професійна підготовка, фахівець з інформаційних технологій, Європа, Азія, США, Канада.

Вступ. Входження України у світове товариство потребує випереджального розвитку національної системи освіти та науки. «Оскільки освіта є стратегічним ресурсом поліпшення добробуту людей, а також економічного зміцнення держави, її авторитету і конкурентоспроможності на світовій арені, безсумнівно, інформатизація освітньої галузі, її унормування відповідно з міжнародними стандартами і вимогами сучасності є завданням першочергового значення» (Шишкіна, Спірін, Запорожченко, 2012, с. 5). В даний час у всьому світі зростає попит на ІТ-фахівців. Україна не є винятком, адже українська ІТ-галузь перетворилася на високоінтелектуальну індустрію, де працює майже 300 тисяч фахівців і яка щороку зростає на 25-30%. В Україні в 2-4 рази менше ІТ-спеціалістів на 100 тис. населення, ніж у країнах-конкурентах. Це свідчить про високий потенціал розширення зайнятості в ІТ-сфері (*Ukraine IT Report*, 2021). «Провідна роль у задоволенні попиту на таких фахівців належить університетам як центрам високоякісної фундаментальної освіти, діяльність яких ґрунтується на засадах компетентнісного та студентоцентрованого підходів» (Крашеніннік, 2021, с. 27). Відображенням цього є зростання кількості закладів вищої освіти України, які здійснюють підготовку таких фахівців. Проте частина найбільш кваліфікованих програмістів виїхали працювати за кордон або працюють усередині країни на потреби закордонних замовників, що посилює кадрову нестачу щодо фахівців цього профілю. Також варто зазначити ускладнення інтеграції викладачів-практиків у навчальний процес, здатних викладати за цим напрямком на високому рівні. В ІТ-секторі з'являються нові технології, підходи, проте не всі заклади вищої освіти реагують на ці зміни, що потребує максимальної адаптації навчальних програм до запитів ринку праці. У зв'язку з цим розгляд закордонного досвіду професійної підготовки ІТ-фахівців сьогодні є важливим, актуальним теоретичним і практичним завданням.

Проблема професійної підготовки фахівців з інформаційних технологій, зокрема й за кордоном, досліджувалася вітчизняними науковцями. О. Гура (2021) зазначає, що для закордонних закладів вищої освіти характерним є забезпечення фундаментальної та технічної підготовки у гармонійній єдності з практичним навчанням – отримання студентами ґрунтового практичного досвіду в спеціалізованих сферах ІТ. «Підготовка фахівців з комп'ютерних наук у Великій Британії, попри додержання загальних вимог до фахівців цього напрямку підготовки й у рамках спрямування реформування системи освіти на уніфікацію вимог і кваліфікацій випускників, що отримують

документ відповідного зразка, все ж виявляє певні відмінності і на рівні формування змісту освіти згідно задекларованій фаховій спрямованості підготовки, і на рівні предметної спеціалізації» (Манелюк, 2017, с. 193).

І. Пододіменко (2013) наголошує, що організація навчального процесу в Токійському університеті ґрунтується на використанні «гуманістично-орієнтованих технологій навчання, які потребують активних та інтерактивних технологій, нових особистісно-орієнтованих методик викладання дисциплін, переходу на кредитно-модульну форму навчання, запровадження інтегративних курсів, поліваріантних навчальних програм, авторських спецкурсів, тренінгових занять» (с. 169).

В. Круглик (2018), аналізуючи зарубіжні системи і програми професійної підготовки інженерів-програмістів, визначив спільні властивості, які забезпечують їх високу якість.

Р. Шаран (2010) наголошує, що «інтеграція вітчизняної освіти до міжнародного освітнього простору має базуватися на таких засадах: пріоритет національних інтересів; збереження та розвиток інтелектуального потенціалу нації. Результати позитивного досвіду у галузі ІКТ США слід аналізувати й адаптувати для подальшого вдосконалення освітньої системи України» (с. 90). Виходячи з цього, варто здійснити порівняльний аналіз та узагальнення професійної підготовки ІТ-фахівців у різних країнах світу.

Метою статті є аналіз та систематизація закордонного досвіду професійної підготовки фахівців з інформаційних технологій у провідних закладах вищої освіти світу.

Для досягнення поставленої мети дослідження застосовано теоретичні **методи** – компаративний аналіз, систематизація змісту освітніх програм підготовки ІТ-фахівців, узагальнення здобутків для визначення особливостей професійної підготовки фахівців з інформаційних технологій за кордоном.

Одним із головних показників конкурентоспроможності та якості системи вищої освіти країни є високі рейтингові оцінки закладів вищої освіти в міжнародних рейтингових системах. Розглянемо заклади освіти Академічного рейтингу університетів світу (Academic Ranking of World Universities (ARWU)) (2022 *Global Ranking*, 2022), які здійснюють підготовку у категорії «Комп'ютерні науки та інженерія».

У цьому рейтингу у 2022 р серед країн Європи найчисельніше представлені заклади освіти Великої Британії. В Університеті Оксфорд (*Computer Science*, 2022) пропонують вивчати програми «Комп'ютерні науки» (Computer Science), «Математика та комп'ютерні науки» (Mathematics and Computer Science) й «Комп'ютерні науки й філософія» (Mathematics and Philosophy). «Комп'ютерні науки» можна вивчати протягом трьох років (бакалавр) або чотирьох років (магістр комп'ютерних наук). Четвертий рік дозволяє вивчити теми глибше та виконати дослідницький проєкт. Студентам не потрібно вибирати між трьохрічним і чотирьохрічним навчанням при подачі заявки на курс; всі студенти подають заявку на чотирирічний курс, а потім на початку третього року вирішують, чи хочуть вони продовжити навчання на четвертому курсі (при умові досягнення 2:1 наприкінці третього року). Особливістю навчання на курсі «Математика та комп'ютерні науки» є надання можливості більш глибокого розуміння математичних основ свого предмета й знайомство з математикою в області розробки додатків, де комп'ютери можуть вирішувати невирішувані проблеми. Перший рік і частина другого року вивчаються базові основні дисципліни, потім студенти можуть вільно обирати дисципліни як з математики, так і з інформатики. На другому курсі студенти беруть участь у груповому практичному проєкті, який може спонсоруватися стейкхолдерами. Курс зосереджений на створенні зв'язків між теорією та практикою, більшість предметів у межах курсу пов'язані з практичною роботою в обладнаних лабораторіях.

Під час навчання в Імперському коледжі Лондона (*BEng/MEng Computing*, 2022; *BEng Computing*, 2022) передбачено вивчення основних принципів комп'ютерингу, класичної математики та статистики; проєктування, впровадження та використання інформаційних систем; опанування основами апаратного забезпечення та архітектури комп'ютера, програмним забезпеченням, знаннями в галузі штучного інтелекту. У структурі цієї програми є низка цікавих моментів, зокрема, на другому році навчання у якості обов'язкової дисципліни пропонується

«Груповий проект з комп'ютерингу» (Computing Group Project). Також вони вивчають «Комунікаційну інформатику в школі» (Communicating Computer Science in Schools).

Ліверпульський університет (*University of Liverpool*, 2022) готує магістрів IT-наук, також має різні аспірантські програми на декількох факультетах. Зокрема, на кафедрі інформатики студенти можуть сформувати власну освітню траєкторію, обравши різні модулі та адаптувавши свій курс до тих напрямків у галузях та технологіях, які йому найцікавіші. Здобувачам пропонується чотирирічна навчальна програма для здобуття ступеня магістра інженерії (master of Engineering) та спільні курси з іншими факультетами, такими, як: інжиніринг, управління та біологічні науки. Наприклад, на факультеті майбутнім IT-фахівцям пропонуються такі програми: комп'ютерні науки та розробка програмного забезпечення (Computer Science with Software Development), математика та комп'ютерні науки (Mathematics and Computer Science), комп'ютерні науки (Computer Science), фінансовий комп'ютеринг (Financial Computing) та ін. (*Our undergraduate programmes*, 2022). Крім цього, пропонуються такі курси, як: «Комп'ютерні системи», «Розробка баз даних», «Основи інформатики», «Кібербезпека», «Розподілені системи», «Груповий програмний проект», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Комп'ютерний зір», «Аналітика великих даних» та ін.

Під час навчання в Ліверпульському університеті використовуються дві модульні системи: перша – класична, до якої входять два модулі, друга – факультетська, одномодулева. Ці два підходи до навчання спрямовані на отримання знань і навичок в галузі програмного та інженерного забезпечення інформаційних процесів, інформаційної безпеки, комп'ютерної криміналістики. Навчаючись, студенти освоюють інформаційні технології та різні інструменти, які можуть бути використані при проєктуванні, побудові та управлінні інформаційними системами, а також при визначенні витоку інформації та порушень безпеки. Вступити на навчання за вказаною програмою можливо, маючи ступінь бакалавра за цим напрямом, також підійде освіта на рівні бакалавра не за профілем, але при наявності досвіду практичної роботи в даній галузі протягом щонайменше двох років.

Отже, щоб отримати ступінь бакалавра в університетах Великої Британії, навчання триває від трьох до чотирьох років. Особливістю чотирьохрічного навчання є комбінація загальноосвітнього та професійного навчання зі стажуванням на підприємствах.

Підготовка фахівців з комп'ютерних наук у Великій Британії відзначається різноманітністю кваліфікацій, які отримують випускники закладів освіти, і фахового спрямування навчального процесу.

Програма для бакалаврів з інформатики (BSc in Informatik (Software Engineering)) спрямована на засвоєння знань і умінь ефективного проєктування програмного і апаратного забезпечення, а також методів, які можна застосувати до всіх аспектів розробки програмного забезпечення та його верифікації. Студенти вивчають також апаратне забезпечення та теоретичні основи, набувають розуміння основ комп'ютерних наук та знань щодо важливих елементів комп'ютерних систем, щоб успішно здійснювати розробку своїх власних проєктів. Вони також навчаються, як створювати різні типи програмного забезпечення – від веб-систем до мобільних рішень. Обов'язкові модулі з комп'ютерних наук заплановані на останній рік навчання. Випускники стають програмістами зі здатністю розробляти програмне забезпечення, яке є надійним, ефективним і охоплює багато аспектів інформатики – від алгоритмів для виконання завдань до платформ, на яких розробляється програмне забезпечення.

Бакалаври з комп'ютерних наук, які спеціалізуються на роботі з цифровими медіа та комп'ютерними іграми (BSc Computer Science (Digital Media and Games)), спочатку отримують комплексну підготовку в галузі інформатики, системного аналізу і проєктування, перш ніж вивчати власне цифрові медіа та ігри. Студенти навчаються розумінню ключових питань, пов'язаних з розробкою, впровадженням та оцінкою цифрових засобів масової інформації в контексті цифрових ігор; вивчають комп'ютерні науки, засвоюючи, зокрема, основні елементи комп'ютерних систем; навчаються створювати різні типи програмного забезпечення – від веб-систем для мобільних рішень.

Програма підготовки бакалаврів, які набувають кваліфікації з комп'ютерних хмарних технологій (Bsc Cloud Computing), передбачає спеціалізацію по комп'ютерним мережам, пов'язану з менеджментом великого обсягу даних у центрах обробки даних, віртуалізації і надання хмарних

послуг. З огляду на певну складність цієї сучасної програми до вступників висуваються такі вимоги: вони повинні мати технічне мислення і, за можливості, раніше вивчати інженерну справу, обчислювальну техніку або математику. Студенти вивчають комплекс модулів з теми технологій зберігання даних і хмарних сервісів, включаючи надання і споживання таких послуг. Навчаючись за цією спеціалізацією, вони набувають здатності здійснювати послуги з надання даних для використання й аналізу за допомогою різних додатків, які вони також можуть розробляти самостійно. Випускники програми зі спеціалізацією «хмарні технології» працюють здебільшого аналітиками даних, розробниками додатків, інженерами центрів обробки даних.

Фахівці з комп'ютерних наук і розроблення веб-сайтів (BSc Computing & Website-Entwicklung) вивчають програму, присвячену методам розробки масштабованих комерційних веб-сайтів, зокрема створених на технології баз даних з використанням відповідних сценаріїв і мов програмування. Цей практичний курс дозволяє студентам сформувати демонстраційні портфоліо для підтвердження їхньої компетентності в розробці контенту для низки різних цільових користувачів. Загалом же курс є незвичайним поєднанням комп'ютерних наук і розроблення веб-сайтів. Він концентрується, насамперед, на розвитку навичок із застосування різних мов програмування, що використовуються для розробки комерційних веб-сайтів. Зміст освіти студентів, які навчаються за зазначеною програмою, містить найсучасніші дані щодо професійної підготовки в галузі програмування та обчислювальної техніки в цілому, але спеціалізація спрямована саме на їх застосування до розроблення веб-сайтів. Після закінчення курсу студенти мають широкий вибір можливостей для кар'єрного зростання, вони можуть працювати веб-розробниками або займати керівні посади в галузі комп'ютерного програмування.

«Варто відмітити особливості організації навчання бакалаврів з комп'ютерних наук і розроблення веб-сайтів. Групи є нечисленними, тому створюється можливість для безпосереднього спілкування з викладачами з метою оперативного вирішення питань. Запрошуються лектори, які надають останні дані від практикуючих фахівців у галузі. Курс підтримується виділеними ІТ-сюжетами. Багато засобів отримуються через Інтернет з дому, що дозволяє студентам працювати над своїми завданнями, коли і де вони вибирають. Навчання починається з трьох модулів, які є специфічними для розроблення веб-сайту: створення веб-сайтів, інформаційні системи і бази, вступ до програмування. Наступні модулі більше зосереджені на різних потребах промисловості, таких як розробка контенту для мобільних платформ і розвиток навичок розроблення сайту на кількох мовах. Зміст модулів був розроблений після консультацій з промисловістю і роботодавцями для забезпечення значущості навчальної тематики і її відповідності до їхніх вимог» (Манелюк, 2017, с. 197).

Вища школа інформаційних та комунікаційних наук у Сорбонні (Париж) (*L'école des hautes*, 2022) займається підготовкою кадрів для засобів масової інформації, зокрема за профілем, пов'язаним з ІТ, інформаційним менеджментом і засобами захисту інформації. Умовами для навчання є участь студентів у дослідницькій роботі, їх стажування в інших країнах.

У Берлінському відкритому університеті (*Freie Universität Berlin*, 2022) дослідницькі програми відзначаються різноманітністю наукових напрямків. Студенти можуть отримувати знання, займаючись міждисциплінарними науковими дослідженнями, що сприяє формуванню кращих знань і умінь в інноваційних сферах. Серед можливих напрямів виділяються такі монопрограми бакалавра, як: інформатика (*Informatik*), біоінформатика (*Bioinformatik*) і медіаінформатика (*Medieninformatik*). За програмою навчання інформатики (*Informatik*, 2022) студенти вивчають алгоритми та програмування, питання теоретичної, практичної та технічної інформатики, математики, а загальнопрофесійна підготовка передбачає практику та наступні компетенції, як: знання іноземних мов, інформаційна та медіаграмотність, гендерно-культурна компетенція, організаційні та управлінські навички, соціально-комунікативна компетентність, додаткові знання і навички, в яких прищеплюють додаткові практичні професійні знання та уміння.

До двадцятки найкращих університетів світу в галузі ІТ-освіти входять й азійські університети, зокрема Університет Цінхуа (*Tsinghua University*), Наньянський технологічний університет (*Nanyang Technological University*), Університет електронних наук і технологій Китаю (*University of Electronic Science and Technology of China*), Національний університет Сінгапуру (*National University of*

Singapore), Шанхайський університет Цзяо Тун (Shanghai Jiao Tong University) та ін. Зупинимось на описі системи професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців в Наньянському технологічному університеті. Здобувачі можуть навчатися за програмою «подвійних дипломів» та отримати два дипломи бакалавра (наприклад, ступінь бакалавра в галузі бізнесу та обчислювальної техніки). Для отримання ступеня магістра пропонується єдина ступенева програма за двома різними спеціальностями та комплексні програми (наприклад, фінансовий інжиніринг). Навчальний план спеціальності «Комп'ютерні науки» (AY2022-23 curriculum, 2022) містить математичні дисципліни («Дискретна математика» (Discrete Mathematics)), фахові дисципліни («Вступ до комп'ютерного мислення та програмування» (Introduction to Computational Thinking & Programming), «Операційні системи» (Operating Systems), «Цифрова логіка» (Digital Logic), «Розробка та аналіз алгоритмів» (Algorithm Design and Analysis) та ін.) і дисципліни загальної підготовки («Інженерні комунікації» (Engineering Communication)), з метою формування у студентів презентаційних умінь, умінь писати невеликі наукові дослідження, проєктну документацію. Особливістю спеціальності є наявність циклу дисциплін із забезпечення кар'єрного зростання. Дисципліну «Кар'єра та розвиток підприємництва для майбутнього світу» (Career & Entrepreneurial Development for the Future World) пропонують у другому семестрі другого року навчання, навчаючи їх основам ділового спілкування, етики та управління конфліктами на робочому місці. Також, під час навчання здобувачі можуть обрати факультативні курси із запропонованих: «Інформаційні системи» (Information systems), «Високопродуктивні обчислення» (High performance computing), «Наука про дані» (Data science), «Цифрові медіа» (Digital media), «Інформаційна та кібербезпека» (Information and cyber security), «Інтелектуальні системи» (Intelligent systems). На третьому році навчання студентам пропонується пройти професійне стажування (Professional Internship) (Japanese Accreditation, 2022).

Зміст навчання, навички, якими повинні володіти випускники ІТ-спеціальностей визначається освітніми стандартами підготовки бакалаврів інформаційних технологій Computing Curriculum Standard J17 (カリキュラム標準J17, 2022), розробленими Японським товариством з обробки інформації (Information Processing Society of Japan (IPSJ)). Для спеціальності «Комп'ютерні науки» відповідно до типового навчального плану запропоновано вивчення наступних дисциплін, як: «Алгоритми та складність», «Архітектура та організація», «Обчислювальна техніка», «Дискретні структури», «Графіка та візуалізація», «Взаємодія людини та комп'ютера», «Безпека інформації», «Управління інформацією», «Інтелектуальні системи», «Подання медіа», «Мережа та зв'язок», «Операційні системи», «Розробка на основі платформ», «Паралельні та розподілені обчислення», «Мови програмування», «Основи розробки програмного забезпечення», «Інженерія програмного забезпечення», «Основи систем», «Соціальні проблеми та професійна практика» (コンピュータ科学領域(J17-CS)のBOK, 2022).

Навчаючись за спеціальністю «Комп'ютерні науки», студенти в Японії повинні оволодіти професійними якостями, які можна розділити на три основні категорії:

- 1) когнітивні навички, які включають специфічні види інтелектуальної діяльності (знання та розуміння, моделювання, критичне оцінювання та тестування, професійна відповідальність);
- 2) практичні навички, що стосуються видів практичної діяльності в галузі інформаційних технологій (проєктування та реалізація, оцінка, управління інформацією, взаємодія людини та комп'ютера, інструменти та засоби, експлуатація);
- 3) додаткові якості загального характеру (спілкування, командна робота, здатність до кількісного мислення, професійний розвиток) (IPA:IT Human Resources, 2022).

Організація навчання в університетах Японії передбачає чіткий поділ на загальнонаукові та спеціальні дисципліни. Упродовж перших двох років студенти проходять загальноосвітню підготовку, а також вивчають спеціальні курси з майбутньої спеціальності. Це дає змогу ознайомитися з особливостями, сутністю спеціальності, а викладачі, можуть переконатись у правильному виборі спеціальності студентом, визначити його можливий науковий потенціал. По закінченню загальноосвітнього циклу можна змінити спеціалізацію, обрати інший факультет та продовжити навчання в межах обраної ними спеціальності (Пододіменко, 2013).

Професійні кадри в ІТ-галузі, згідно з вимогами, затвердженими Міністерством економіки, торгівлі та промисловості Японії (METI), на думку С. Хаяші та Т. Курокава (2009), повинні

характеризуватися як «персонал, орієнтований на вирішення проблем» (с. 30). Важливими також для потенційних роботодавців є володіння такими навичками, як: здатність приймати рішення, уміння працювати в команді, комунікативні навички, креативність тощо. Крім того, як зазначають К. Мурата та Й. Орїто (2008), до важливих якостей особистості інженера-програміста належать дотримання авторських прав, робота з ліцензійним програмним забезпеченням, швидке опанування певної предметної галузі.

Відповідно до Академічного рейтингу університетів світу, до переліку 100 найкращих закладів вищої освіти світу включені такі університети Канади: Університет Торонто (University of Toronto), Університет Монреалю (University of Montreal), Університет Альберти (University of Alberta), Університет Британської Колумбії (University of British Columbia) та Університет Ватерлоо (University of Waterloo). Проаналізуємо особливості професійної підготовки ІТ-фахівців в Університеті Торонто, яка здійснюється за спеціальностями «Прикладна математика» (Applied Mathematics), «Електроніка та обчислювальна техніка» (Electrical and Computer Engineering), «Комп'ютерні науки» (Computer Science) та у поєднанні з іншими програмами, наприклад, «Комп'ютерні науки та фізика», «Комп'ютерні науки та статистика», «Комп'ютерні науки. Штучний інтелект», «Комп'ютерні науки. Програмна інженерія» та ін.

У програмі «Прикладна математика» передбачено вивчення математичних дисциплін та статистики, проте студентам пропонується і обов'язкове вивчення інформатичних дисциплін «Вступ до комп'ютерних наук» (Introduction to Computer Science), «Прискорений вступ в інформатику» (Accelerated Introduction to Computer), «Вступ в наукові, символічні та графічні обчислення» (Introduction to Scientific, Symbolic, and Graphical Computation), «Чисельні апроксимації, інтегрування та звичайні диференціальні рівняння» (Numerical Approximation, Integration and Ordinary Differential), «Обчислювальні методи для диференціальних рівнянь» (Computational Methods for Partial Differential), «Високоєфективні наукові обчислення». Також враховується рівень підготовки студентів, якщо вони не вивчали в середній школі курс програмування, то в університеті можуть обрати спрощений та інтенсивний курс програмування. Крім того, на вибір пропонуються загальнопрофесійні та гуманітарні дисципліни, такі, як: «Наука та цінності» (Science and Values), «Історія та філософія науки та техніки» (History and Philosophy of Science and Technology), «Моральна психологія» (Moral Psychology), «Рациональність та дії» (Rationality and Action) та ін. (Academic Calendar, 2022).

У перші два роки в університеті передбачено вивчення основ, необхідних для вибору спеціалізації на 3-4 році навчання. Наприклад, студент може обрати одну з чотирьох галузей, що цікавить його, та дві додаткові для детального їх вивчення. Загалом студенти протягом чотирьох років навчання повинні набрати мінімальну кількість академічних одиниць у шести категоріях: додаткові дослідження, математика, фундаментальні науки, інженерні науки, інженерний дизайн, об'єднані інженерні науки та дизайн (Electrical, 2022).

Програма бакалаврату з інженерних наук (Engineering Science) передбачає протягом перших двох років вивчення основ інженерії та природничих наук. Дисципліни перших двох років програми є спільними для всіх студентів, наприкінці другого року кожен студент обирає одну з наступних спеціальностей (що представляють їх основну спеціалізацію) для вивчення в останні два роки: Аерокосмічна техніка, Інженерія біомедичних систем, Електротехніка та обчислювальна техніка, Інженерія енергетичних систем, Машинний інтелект, Інженерна математика, Статистика та фінанси, Інженерна фізика, Робототехніка (Undergraduate Program, 2022).

У аналізованому Академічному рейтингу університетів світу провідні місця посідають університети зі США. Так, група дослідників (Hoek, Kay, & Richardson, 2005) виділяє три основні підходи до організації професійної підготовки бакалаврів з програмної інженерії в США. До першого типу науковці віднесли математично та інженерно-орієнтований підхід організації процесу навчання, який передбачає навчання математики та інженерних дисциплін на першому курсі та подальше вивчення основ програмної інженерії з поглибленням у теоретичні аспекти та підтримкою практики. Другим, більш поширеним підходом до організації підготовки, є підхід, орієнтований на фундаментальні області знань з програмної інженерії відповідно до рекомендацій щодо розробки навчальних планів з програмної інженерії ACM/IEEE. При такій організації підготовки викладають

фундаментальні області знань з програмної інженерії, включаючи технічні аспекти розробки програмного забезпечення, а також аспекти менеджменту процесу розробки. Третім підходом до організації професійної підготовки бакалаврів з програмної інженерії є контекстуалізований підхід, згідно з яким програмне забезпечення розглядається у персональних, організаційних та соціальних реаліях, а акцент навчання зміщується з програмного забезпечення на програмне забезпечення разом з інформацією, з розробки програмного забезпечення на його розробку та дизайн, з технічних питань на технічні та соціальні питання, з синтезу на синтез та аналіз. Як стверджують педагогічні практики, результатом є розширення професійної підготовки з програмної інженерії з залученням мультидисциплінарного підходу.

Р. Шаран (2010, с. 87) визначив «характерні ознаки розвитку галузі ІТ в США, які важливо враховувати при розробленні навчальних програм професійної підготовки магістрів, зокрема: феномен стрімкого розширення Інтернету; розвиток технологій мобільного зв'язку з їх інтеграцією з Мережею; значний прогрес у технології розроблення програмного забезпечення та в індустрії інформаційних ресурсів; формування і швидкий розвиток нових напрямів ІТ (електронні бібліотеки, біоінформатика, квантова інформатика, цифрова економіка); постійне зростання ролі міжнародних стандартів для індустрії й ринку продуктів і сервісів ІТ».

На думку М. Шоу (2005), випускники мають брати відповідальність за свій професійний розвиток, тобто протягом навчання студенти повинні вивчати не тільки сучасні методи та технології, а також базові принципи та набувати критичних здібностей для подальшого успішного оволодіння новими методами та технологіями.

Бакалаврат у Масачусетському технологічному інституті – лідера Академічного рейтингу університетів світу – характеризується досить великим набором спеціалізацій: 54 основні (majors) і 58 додаткових (minors). Всі програми реалізуються у форматі full-time (4 роки) і ведуть до ступеня SB – Bachelor of Science. Щоб успішно завершити навчання, студент, насамперед, має засвоїти базову програму – General Institute Requirements (GIRs). Сюди входять такі елементи:

- Science Requirement (6 предметів у галузі точних та природничих наук – хімія, фізика, математика, біологія);
- HASS Requirement (8 предметів у галузі соціально-гуманітарних наук та мистецтва);
- REST Requirement (2 предмети зі списку Restricted Electives in Science and Technology);
- Laboratory Requirement (лабораторні заняття обсягом 12 залікових одиниць);
- Physical Education Requirement (плавання та інші спортивні курси).

Більшість базових дисциплін припадає на перші два роки навчання. Починаючи з 2 курсу, до них також додається профільна програма – Departmental Program, що відповідає обраній вже під час навчання спеціалізації (major). Протягом усього терміну навчання студенти розширюють та поглиблюють свої знання за допомогою курсів за вибором, а також набувають до двох додаткових спеціалізацій. Крім академічної програми, кожен студент має можливість взяти участь у дослідницьких проектах разом із професорсько-викладацьким складом.

Особливістю Масачусетського технологічного інституту є інженерні ступені, які передбачають отримання більш поглиблених, порівняно з магістерськими програмами, знань та компетенцій у галузі інженерної справи та точних наук, але водночас роблять менший, порівняно з докторськими програмами, акцент на дослідницьку діяльність. Навчання тут, зазвичай, триває 2 роки. Час освоєння інших програм варіюється від 1 до 3,5 років, залежно від напрямку підготовки.

Студенти магістратури та докторантури можуть також вибрати одну з існуючих міждисциплінарних програм або створити власну освітню траєкторію за підтримки факультету. Загалом, будь-яка програма передбачає можливість вибору предметів вивчення у межах різних кафедр, за умови що підсумковий навчальний план задовольняє вимогам основної спеціалізації.

У свою чергу, кафедра електричної інженерії та інформатики (Electrical Engineering and Computer Science) Масачусетського технологічного інституту (Massachusetts Institute of Technology) пропонує такі бакалаврські програми: «Електротехніка та інжиніринг» (Electrical Science and Engineering), «Електрична інженерія та комп'ютерні науки» (Electrical Engineering and Computer Science), «Комп'ютерні науки та інжиніринг» (Computer Science and Engineering), «Штучний інтелект та прийняття рішень» (Artificial Intelligence and Decision Making), «Комп'ютерні науки та молекулярна

біологія» (Computer Science and Molecular Biology), «Комп'ютерні науки, економіка та наука про дані» (Computer Science, Economics, and Data Science).

Починаючи з 2022 р., відбулися зміни у навчальних програмах. Розглянемо детальніше на прикладі програми «Комп'ютерні науки та інжиніринг» (Computer Science and Engineering). Вона включає такі вимоги: два предмети з навичок програмування (один з «Вступ до програмування в галузі комп'ютерних наук на Python», «Вступ до інформатики та програмування» та «Вступ до низькорівневого програмування на C та Асемблері»); один дискретний математичний предмет («Математика для інформатики»); один математичний предмет («Вступ до теорії ймовірності та статистики», «Лінійна алгебра», «Лінійна алгебра та оптимізація», «Вступ до теорії ймовірності», «Вступ до умовиводів», «Спеціальний предмет з електротехніки та інформатики»); три базові предмети («Основи програмування», «Вступ до алгоритмів», «Обчислювальні структури»); три дисципліни («Елементи побудови програмного забезпечення», один з «Теорія обчислень та складності», «Проектування та аналіз алгоритмів», «Інженерія комп'ютерних систем»); шість предметів на вибір, серед яких є обов'язковим виконання проектного завдання.

Навчання розпочинається із вивчення студентами двох обов'язкових предметів – «Основи електротехніки» та «Інформатика». Потім поступово набувають необхідних професійних компетентностей, опановуючи такі реальні системи, як: роботи, мобільні пристрої, комп'ютерні мережі та системи. Вивчення фундаментальних дисциплін дає уявлення про різні сфери інформатики та електротехніки, починаючи від схем та електроніки, прикладної електродинаміки, і закінчуючи принципами розробки програмного забезпечення та сигналами систем. Професійні навички формуються на лабораторних заняттях у межах дисциплін з мікроелектроніки, обробки сигналів, біоелектричної науки та техніки, комп'ютерних систем та обладнання, розробки та аналізу алгоритмів, штучного інтелекту. Вивчаючи додаткові дисципліни, студенти коригують свої програми з метою поглибленого оволодіння темами, які відповідають їх індивідуальним інтересам.

Під час навчання, виконуючи лабораторні роботи, працюючи в команді, беручи участь у незалежних проєктах, а також науково-дослідній роботі, студенти засвоюють принципи та методи аналізу, проектування та експериментування у різних галузях інжинірингу. Кафедра також пропонує цілу низку програм, які дозволяють студентам здобути практичний досвід, починаючи від спільних проєктів, що виконуються на території кампуса, і закінчуючи тривалим досвідом роботи в компаніях-партнерах (*Curriculum MIT EECS, 2022*).

Цікавим є досвід факультету комп'ютерних наук Єльського університету, який пропонує програми на здобуття ступеня бакалавра наук та бакалавра гуманітарних наук, а також чотири об'єднані спеціальності у співпраці з іншими факультетами: електротехніка та інформатика, інформатика та економіка, інформатика та математика, а також інформатика та психологія. Кожна основна програма не тільки забезпечує ґрунтовну технічну освіту, але також дозволяє студентам пройти широкий спектр курсів з інших дисциплін або виконати вимоги другої спеціальності.

Інформатика та об'єднані основні програми мають спільну основу із п'яти курсів інформатики. Перший - («Вступ до комп'ютерних наук») демонструє студентам, які пройшли еквівалент вступного курсу програмування, широту та глибину наукових знань. Інші основні курси охоплюють дискретну математику, структури даних, системне програмування та комп'ютерну архітектуру, а також аналіз та розробку алгоритмів. Разом ці курси містять матеріал, який повинен знати кожен фахівець.

Основні курси доповнюються факультативами (а для об'єднаних спеціальностей – основними курсами з іншої дисципліни), які забезпечують індивідуальну освітню траєкторію кожного студента. Завершальним є індивідуальний проєкт, який виконується під керівництвом консультанта (*Yale College, 2022*).

Розглянемо особливості міжфакультетських програм. «Електротехніка та інформатика» призначена для студентів, які хочуть поєднати роботу у цих двох галузях. Вона охоплює дискретну та неперервну математику, аналіз та проектування алгоритмів, цифрові та аналогові схеми, сигнали та системи, системне програмування та обчислювальну техніку.

«Інформатика та економіка» – це міжфакультетська спеціальність для студентів, які цікавляться теоретичними та практичними зв'язками між інформатикою та економікою. Ступінь бакалавра в галузі CSEC дає студентам базові знання в галузі економіки, обчислень та аналізу

даних, а також практичний досвід емпіричного аналізу економічних даних. Вона готує студентів до професійної діяльності, що включає аспекти економіки, так і комп'ютерних наук, а також до академічної діяльності – проводити дослідження у двох галузях. До спільної тематики можна віднести: дизайн ринку, обчислювальні фінанси, економіку онлайн-платформ, машинне навчання та соціальні мережі.

Студенти, які цікавляться обчислювальною математикою, використанням комп'ютерів у математиці, математичними аспектами розробки та аналізу алгоритмів, а також теоретичними основами обчислень, можуть обрати спеціальність «Інформатика та математика».

Особливістю спеціальності «Інформатика та психологія» є інтеграція роботи у цих двох областях, кожна з яких надає інструменти та теорії, що можна застосувати до проблем в іншій галузі. Приклади такої взаємодії включають когнітивну науку, штучний інтелект та біологічне сприйняття (*Computer science Yale University, 2022*).

Програма бакалавра наук охоплює 12 семестрових курсів (6 базових та 6 додаткових) з інформатики, бакалавра гуманітарних наук – 10 курсів (6 базових та 4 додаткових). Студентам у межах академічних свобод також дозволяється навчатись за курсами інших спеціальностей.

Університети США пропонують студентам, що гарно навчаються, поєднувати навчання й роботу. Така програма за змістом еквівалентна звичайній програмі підготовки, проте студенти можуть поєднувати навчання з практичним досвідом на державних або приватних підприємствах, чергуючи навчальні та робочі семестри.

Розглянувши системи підготовки майбутніх ІТ-фахівців за кордоном на прикладі університетів Європи, Азії, Канади, США, можна зробити висновок, що в різних країнах не існує єдиної системи професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Системи підготовки в коледжах та університетах відрізняються тим, що в перших підготовка більш наближена до вимог ринку праці і, є більш вузькоспеціалізованою, а в університеті вона більш загальна, що виявляється у наявності загальнопрофесійних та гуманітарних дисциплін (зокрема, й обов'язкових) в освітніх програмах. Вплив на специфіку професійної підготовки здійснює й політика держави у галузі освіти та визначення пріоритетних галузей розвитку економіки, що формує потребу суспільства у фахівцях певної галузі та рівня підготовленості.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Аналіз підготовки ІТ-фахівців у закладах вищої освіти країн Європи, Азії, Канади та США дозволив виділити та узагальнити наступні особливості: базова підготовка здійснюється упродовж першого-другого років навчання; студенти можуть на власний розсуд обирати додаткові дисципліни, будуючи індивідуальну освітню траєкторію та поглиблюючи свої знання у певній галузі інформаційних технологій; спеціальності мають значну частку практичної складової підготовки, орієнтованої на вимоги роботодавців; на третьому-четвертому році навчання студенти обирають спеціалізацію, відповідно до якої вони вивчають певний перелік дисциплін, запропонованих для поглибленого освоєння; навчаючись на бакалавраті студенти можуть долучатися до наукових досліджень в галузі інформаційних технологій, працюючи в лабораторіях, набуваючи практичних навичок та досвіду.

Таким чином, проведений аналіз досвіду професійної підготовки ІТ-фахівців з інформаційних технологій за кордоном дозволяє сформулювати наступні рекомендації щодо вдосконалення вітчизняної системи професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій в закладах вищої освіти:

- професійна підготовка повинна реагувати на зміни, що відбуваються в науці та техніці, на вимоги ринку праці, тому важливим є проведення постійного їх моніторингу;
- під час професійної підготовки орієнтуватися й на формування таких якостей, як: відповідальність, лідерські здібності, уміння планувати діяльність, уміння працювати у команді, уміння самостійно ухвалити рішення, швидко адаптуватися до нового завдання, здатність до рефлексії, самостійного навчання та засвоєння нових технологій протягом життя;
- траєкторію навчання студентів доцільно будувати на основі їх досвіду та нахилів;
- залучати потенційних роботодавців до професійної підготовки;

- в освітніх програмах передбачити вивчення дисциплін, які формуватимуть програмні результати навчання щодо здатностей здійснювати усне та письмове спілкування, взаємодіяти з колегами та роботодавцями, володіти правилами ділового етикету;
- поєднувати навчання із практикою, тобто університетські теоретичні знання мають застосовуватись на практиці.

Подібні засади вже впроваджуються в систему професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій в Україні, проте потребують чітких рекомендацій та системного підходу чому будуть присвячені подальші наші розвідки.

Література

- Гура О. О. Підготовка майбутніх інженерів-програмістів до тестування програмного забезпечення в умовах неформальної освіти : дис. ... д-ра філософії : 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями). Запорізький національний університет, Запоріжжя, 2021. 334 с.
- Крашеніннік І. В. Модель формування фахових компетентностей майбутніх інженерів-програмістів в умовах скороченого циклу професійної підготовки в університетах. *Науковий журнал Хортицької національної академії. (Серія: Педагогіка. Соціальна робота)* : наук. журн. / [редкол. : В. В. Нечипоренко (голов. ред.) та ін.]. Запоріжжя : Вид-во комунального закладу вищої освіти «Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія» Запорізької обласної ради, 2021. Вип. 2(5). С. 24–34 DOI : <https://doi.org/10.51706/2707-3076-2021-5-3>
- Круглик В. С. Система підготовки майбутніх інженерів-програмістів до професійної діяльності у вищих навчальних закладах : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Запорізький національний університет, Запоріжжя, 2018. 682 с.
- Манелюк А. В. Фахова спеціалізація бакалаврів з комп'ютерних наук у Великій Британії. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Педагогіка, психологія, філософія.* 2017. Вип. 259. С. 193–197.
- Пододіменко І. І. Професійна підготовка бакалаврів комп'ютерних наук в університетах Японії. *Проблеми сучасної педагогічної освіти. Педагогіка і психологія.* 2013. Том 2. №40. С. 164–169.
- Шаран Р. Досвід США з підготовки магістрів інформаційних технологій в системі дистанційної освіти та можливості його впровадження в Україні. *Порівняльно-педагогічні студії.* 2010. № 1–2. С. 85–91. URL : https://library.udpu.edu.ua/library_files/poriv_ped_stydii/2010/2010_1_11.pdf (Дата звернення: 18.09.2022).
- Шишкіна М. П., Спірін О. М., Запорожченко Ю. Г. Проблеми інформатизації освіти України в контексті розвитку досліджень оцінювання якості засобів ІКТ. *Інформаційні технології і засоби навчання.* 2012. 1(27). URL : http://lib.iitta.gov.ua/718/1/pro_inform.pdf (Дата звернення: 10.09.2022).
- 2022 GlobalRankingofAcademicSubjects. URL : <https://www.shanghairanking.com/rankings/gras/2022/RS0210> (дата звернення: 12.09.2022).
- AcademicCalendar. FacultyofArts&Science, UniversityofToronto. URL : https://artsci.calendar.utoronto.ca/search-programs?combine=Applied+Mathematics&type=All&field_subject_area_prog_search_value=All (Дата звернення: 12.09.2022).
- AY2022-23 curriculumforcomputerscience (Acceleratedbachelorprogramme). URL : https://www.ntu.edu.sg/docs/librariesprovider118/ug/cs/ay2022/ay22-23_cs-curriculum-structure-accelerated-bachelor-programme_june-2022.pdf?sfvrsn=fb879189_3 (Дата звернення: 12.09.2022).
- BEng Computing. ImperialCollegeLondon. URL : <https://www.imperial.ac.uk/study/ug/courses/computing-department/computing-beng/> (Дата звернення: 14.09.2022).
- BEng/MEng Computing. Imperial College London. URL : <https://www.imperial.ac.uk/computing/prospective-students/ug/beng-meng-computing/> (Дата звернення: 14.09.2022).
- ComputerscienceYaleUniversity. UndergraduateProgram. URL : <https://cpsc.yale.edu/academics/undergraduate-program> (Дата звернення: 16.09.2022).

- Computer Science. University of Oxford. URL : <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses/course-listing/computer-science> (Дата звернення: 18.09.2022).
- Curriculum MIT EECS. MIT Electrical Engineering & Computer Science Department, Massachusetts Institute of Technology. URL : <https://www.eecs.mit.edu/academics/undergraduate-programs/curriculum/> (Дата звернення: 18.09.2022).
- Electrical and Computer Engineering. Faculty of Applied Science and Engineering, University of Toronto. URL : <https://engineering.calendar.utoronto.ca/section/Electrical-and-Computer-Engineering> (Дата звернення: 12.09.2022).
- Freie Universität Berlin. URL : <https://www.fu-berlin.de/> (Дата звернення: 16.09.2022).
- Hayashi S., Kurokawa T. Japan's Critical Issues on IT Human Resource. *Science and Technological Trends*. Quarterly review. 2009. No. 30 (January). P. 23–40.
- Hoek A., Kay D. G., Richardson D. J. Informatics: A Novel, Contextualized Approach to Software Engineering Education. *Software Engineering Education in the Modern Age: Software Education and Training Sessions at the International Conference, on Software Engineering, ICSE 2005*. St. Louis, MO, USA, May 15–21, 2005. P. 147–165.
- Informatik. Freie Universität Berlin. URL : https://www.fu-berlin.de/studium/studienangebot/grundstaendige/informatik_mono/index.html/ (Дата звернення: 16.09.2022).
- IPA: IT Human Resources Development: Common Career/Skill Framework. *Information-technology Promotion Agency*. URL: <https://www.ipa.go.jp/english/humandev/forth.html> (Дата звернення: 22.09.2022).
- Japanese Accreditation Board for Engineering Education (JABEE). URL : <https://jabee.org/en/> (Дата звернення: 20.09.2022).
- L'école des hautes études en sciences de l'information et de la communication. URL : <http://www.celsa.fr/> (Дата звернення: 22.09.2022).
- Murata K., Orito Y. Three challenges for Japanese ICT professionalism. *Proceedings of ETHICOMP*. 2008. P. 577–585. URL : <http://www.isc.meiji.ac.jp/~ethicj/M%20and%20O%20E2008.pdf> (Дата звернення: 24.09.2022).
- Our undergraduate programmes. University of Liverpool. URL : <https://www.liverpool.ac.uk/computer-science/study/undergraduate/> (Дата звернення: 22.09.2022).
- Shaw M. Software Engineering for the 21st Century: A basis for rethinking the curriculum. Technical report CMU-ISRI-05-108. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, 2005. 7 p.
- Ukraine IT Report. URL : <https://drive.google.com/file/d/1LujaT9pHEGhgRRojfnlZgQikkyillbE/view> (Дата звернення: 09.09.2022)
- Undergraduate Program in Engineering Science. Faculty of Applied Science and Engineering, University of Toronto. URL : <https://engineering.calendar.utoronto.ca/section/Engineering-Science> (Дата звернення: 12.09.2022).
- University of Liverpool. URL : <https://www.liverpool.ac.uk/> (Дата звернення: 22.09.2022).
- Yale College Programs of Study 2022–2023. Yale University. URL : <http://catalog.yale.edu/ycps/subjects-of-instruction/computer-science/> (Дата звернення: 16.09.2022).
- カリキュラム標準 J17. URL : https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/curriculum_j17.html (Дата звернення: 24.09.2022).
- コンピュータ科学領域(J17-CS)のBOK. URL : <https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/9faeag000000uisc-att/J17CSBOK.pdf> (Дата звернення: 24.09.2022).

References

- 2022 Global Ranking of Academic Subjects <https://www.shanghairanking.com/rankings/gras/2022/RS0210> (Access: 12.09.22) (eng).

- Academic Calendar. Faculty of Arts & Science, University of Toronto. https://artsci.calendar.utoronto.ca/search-programs?combine=Applied+Mathematics&type=All&field_subject_area_prog_search_value=All (Access:12.09.22) (eng).
- AY2022-23 Curriculum for computer science (Accelerated Bachelor Programme). https://www.ntu.edu.sg/docs/librariesprovider118/ug/cs/ay2022/ay22-23_cs-curriculum-structure-accelerated-bachelor-programme_june-2022.pdf?sfvrsn=fb879189_3 (Access:12.09.22) (eng).
- BEng Computing. Imperial College London <https://www.imperial.ac.uk/study/ug/courses/computing-department/computing-beng/> (Access:14.09.22) (eng).
- BEng/MEng Computing. Imperial College London. <https://www.imperial.ac.uk/computing/prospective-students/ug/beng-meng-computing/> (Access:14.09.22) (eng).
- Computer science Yale University. Undergraduate Program. <https://cpsc.yale.edu/academics/undergraduate-program> (Access:16.09.22) (eng).
- Computer Science. University of Oxford. <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses/course-listing/computer-science> (Access:18.09.22) (eng).
- Curriculum MIT EECS. MIT Electrical Engineering & Computer Science Department, Massachusetts Institute of Technology. <https://www.eecs.mit.edu/academics/undergraduate-programs/curriculum/> (Access:18.09.22) (eng).
- Electrical and Computer Engineering. Faculty of Applied Science and Engineering, University of Toronto. <https://engineering.calendar.utoronto.ca/section/Electrical-and-Computer-Engineering> (Access:12.09.22) (eng).
- Freie Universität Berlin. <https://www.fu-berlin.de/> (Access:16.09.22) (de).
- Hayashi, S., & Kurokawa, T. (2009). Japan's Critical Issues on IT Human Resource. *Science and Technological trends. Quarterly review*, 30 (January), 23–40 (eng).
- Hoek, A., Kay, D. G., & Richardson, D. J. Informatics: A Novel, Contextualized Approach to Software Engineering Education. *Software Engineering Education in the Modern Age: Software Education and Training Sessions at the International Conference, on Software Engineering, ICSE 2005*. St. Louis, MO, USA, 147–165 (eng).
- Hura, O. O. (2021). *Preparation of future software engineers for testing in the terms of non-formal education*. (Doctor's thesis). Zaporizhzhia National University (ukr).
- Informatik. Freie Universität Berlin. https://www.fu-berlin.de/studium/studienangebot/grundstaendige/informatik_mono/index.html (Access:16.09.22) (de).
- IPA:IT Human Resources Development: Common Career/Skill Framework. *Information-technology Promotion Agency*. <https://www.ipa.go.jp/english/humandev/forth.html> (Access:22.09.22) (eng).
- Japanese Accreditation Board for Engineering Education (JABEE). <https://jabee.org/en/> (Access:20.09.22) (eng).
- Krashenninik, I. V. (2021). Model of forming professional competences of future software engineers during the shortened cycle of professional training at universities. *Scientific Journal of Khortytsia National Academy. (Series: Pedagogy. Social Work)* :scientific journal : Publishing house of the Municipal Institution of Higher Education Khortytsia National Educational and Rehabilitational Academy of Zaporizhzhia Regional Council, Iss. 2(5). 24–34. <https://doi.org/10.51706/2707-3076-2021-5-3> (ukr).
- Kruhlyk, V.S. (2018). *The system of training future software engineers for professional activity at higher educational institutions*. (Doctor's thesis). Zaporizhzhia National University (ukr).
- L'école des hautes études en sciences de l'information et de la communication. <http://www.celsa.fr/> (Access:22.09.22) (fra).
- Maneliuk, A.V. (2017). Subject specialization of bachelors in computer science in Great Britain. *Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Pedagogics, psychology, philosophy*, Vol. 259, 193–197 (ukr).

- Murata, K., & Orito, Y. (2008). Three challenges for Japanese ICT professionalism. *Proceedings of ETHICOMP*, 577–585.
<http://www.isc.meiji.ac.jp/~ethicj/M%20and%20O%20E2008.pdf> (Access:24.09.22) (eng).
- Our undergraduate programmes. *University of Liverpool*. <https://www.liverpool.ac.uk/computer-science/study/undergraduate/> (Access:22.09.22) (eng).
- Pododimenko, I. I. (2013). Professional training of computer science bachelors in Japanese universities. *Problems of Modern Pedagogical Education. Series: Pedagogy and psychology*, 2(40), 164–169 (ukr).
- Sharan, R. (2010). The experience of the USA in the training of masters of information technologies in the system of distance education and the possibility of its implementation in Ukraine. *Comparative Pedagogical Studies*, 1-2, 85–91.
https://library.udpu.edu.ua/library_files/poriv_ped_stydii/2010/2010_1_11.pdf (Access:18.09.22) (ukr).
- Shaw, M. (2005). *Software Engineering for the 21st Century: A basis for rethinking the curriculum*. Technical report CMU-ISRI-05-108. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute (eng).
- Shyshkina, M. P., Spirin, O. M., & Zaporozhchenko, Yu. H. (2012). Problems of informatization of Ukrainian education in the context of development of research on the assessment of the quality of ICT tools. *Information Technologies and Learning Tools*, 1(27).
http://lib.iitta.gov.ua/718/1/pro_inform.pdf (Access:10.09.22) (ukr).
- Ukraine IT Report.
<https://drive.google.com/file/d/1LujaT9pHEGhgpRRoifnIZgQikkyillbE/view> (Access:09.09.22) (ukr).
- Undergraduate Program in Engineering Science. *Faculty of Applied Science and Engineering, University of Toronto*. <https://engineering.calendar.utoronto.ca/section/Engineering-Science> (Access:12.09.22) (eng).
- University of Liverpool. <https://www.liverpool.ac.uk/> (Access:22.09.22) (eng).
- Yale College Programs of Study 2022–2023. *Yale University*. <http://catalog.yale.edu/ycps/subjects-of-instruction/computer-science/> (Access:16.09.22) (eng).
- カリキュラム標準J17.
https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/curriculum_j17.html (Access:24.09.22) (jpn).
- コンピュータ科学領域(J17-CS)のBOK.
<https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/9faeag000000uisc-att/J17CSBOK.pdf> (Access:24.09.22) (jpn).

FOREIGN EXPERIENCE OF PROFESSIONAL TRAINING OF INFORMATION TECHNOLOGY SPECIALISTS

Yaroslava Sikora, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Assistant Professor at the Department of Computer Sciences and Information Technologies, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, e-mail: iaroslava.sikora@gmail.com

The article discusses the foreign experience of professional training of IT specialists. The growth in demand for professional IT specialists in the world, and in Ukraine in particular, has been noted. At the same time, it was noted that there is a shortage of professional engineering and teaching personnel, their non-compliance with world standards, which requires analysis and systematization of the experience of professional training of information technology specialists abroad. Based on the example of some leading educational institutions in Europe, Asia, Canada, and the USA, included in the Academic Ranking of World Universities (ARWU), an overview of training systems for future IT specialists was made. Theoretical generalization proved the absence of such a unified system. The peculiarities of the training of IT specialists abroad are highlighted and summarized: basic training is carried out during the first and second years of study; students can choose additional disciplines at their own discretion; specialties have a significant share of the practical training component; in the third or fourth year of study, students choose a specialization according to which they study a certain list of disciplines offered for in-depth study; while studying at the bachelor's level, students can participate in scientific research in the field of information technologies. Recommendations for improving the system of professional training of future information technology specialists in higher education institutions of Ukraine were formulated: prompt response to

changes occurring in science and technology, to the demands of the labor market; focus on the formation of responsibility, leadership skills, the ability to work in a team; creation of the student's individual educational trajectory; involvement of potential employers in professional training; formation of the ability to carry out oral and written communication, to interact with colleagues and employers, to know the rules of business etiquette; combination of learning and practice.

Key words: *professional training, IT specialist, Europe, Asia, USA, Canada.*

Стаття надійшла до редакції / Received 11.09.2022

Прийнята до друку / Accepted 28.10.2022

Унікальність тексту 98,2 % (Unicheck ID1013086669)

©Сікора Ярослава Богданівна, 2022.