

### Підготовка магістрів в ІТ-галузі

Освіта у галузі інформаційних технологій, починаючи з 90-х років минулого століття, стала інтенсивно розвиватися і приваблювати молодь. Особливо ця сфера стала цікава для молодого покоління після появи кінофільмів «Пірати Силіконової долини», «Соціальна мережа», серії документальних фільмів «Triumph of the Nerds: The Rise of Accidental Empires» (Тріумф ботанов: зростання випадкових імперій), «Nerds 2.0. 1: A Brief History of the Internet» (Ботани 2.0.1: стисла історія Інтернету), після перегляду яких багато юнаків і дівчат – насамперед у США, але і в інших країнах – почали думати, що саме кар'єра в ІТ-галузі дозволить їм стати мільярдерами. Крім того, ІТ-сфера приваблива для молоді своїми високими заробітками, а також своїми постійними новаціями та нововведеннями – молодим це просто цікаво. Звіт провідної американської компанії за кар'єрою в галузі технологій та інженерії [1] ілюструє кількісне зростання попиту на ІТ-фахівців. Американське Бюро зі статистики праці у своєму звіті [2] прогнозує зростання попиту на фахівців у галузі комп'ютерингу в період з 2008 по 2018 роки на 21% в цілому, а зростання попиту на розробників додатків за той же період – 34%, на розробників системних програмних додатків – 30%.

Відбуваються зміни і в ІТ-галузі України. В кінці 2011 року Верховна Рада України в першому читанні ухвалила за основу проект Закону «Про економічний експеримент щодо створення сприятливих умов для розвитку в Україні індустрії програмної продукції» (Законопроект № 8267) [3]. Цей Закон спрямований на розвиток ІТ-індустрії в Україні, створення умов для легалізації ринку розробки програмного забезпечення. Передбачається, що це сприятиме щорічному збільшенню робочих місць не менш, ніж на 20% від кількості працівників, зайнятих в ІТ-галузі в Україні.

У зв'язку з сказаним стає актуальною проблема якості підготовки у вищій освіті з ІТ-спеціальностей, вирішення якої вимагає відображення сучасних тенденцій розвитку ІТ-галузі у навчальних планах і навчальних програмах, а також створення механізмів співпраці з провідними міжнародними та національними ІТ-компаніями.

Питанням підготовки фахівців в ІТ-галузі приділяється багато уваги, міжнародні та регіональні стандарти підготовки оновлюються з періодичністю приблизно 10 років, корелюючи зі змінами, що відбуваються в комп'ютерингу. У монографії автора [4] розглянуті важливі аспекти підготовки, описані різні педагогічні моделі, виділено освітнє ядро та базисний корпус знань (Body of Knowledge, БОК). У монографії Т.Ю. Морозової [5] проведено системне дослідження структури вищої освіти в Україні в ІТ-галузі, представлений кількісний аналіз структури ІТ-освіти в Україні, а також обґрунтована необхідність перекомпонування напрямів ІТ-підготовки в чинному Переліку напрямів підготовки з урахуванням структури ІТ-ринку і міжнародного досвіду. У статті автора [6] представлені і проаналізовані фактори, що впливають на якісну підготовку ІТ-фахівців.

Зазначимо, що сучасна ІТ-галузь представляє собою сегмент світової економіки, який постійно змінюється. Наступне десятиліття 21-го століття пройде під прапором Cloud Computing. Фахівці, випускники комп'ютерних спеціальностей, університети повинні бути готові до цих сучасних викликів ІТ-галузі. Тому дуже важливо враховувати в підготовці ІТ-фахівців фактори, що впливають на ІТ-освіту, такі як стан і структура ринку праці, освітні стандарти, сучасні технологічні рішення.

На сьогоднішній день є міжнародні і регіональні освітні стандарти за сформованими п'ятьма напрямками галузі комп'ютерингу для бакалаврського рівня навчання, а для постбакалаврського рівня стандарти розроблені тільки для двох напрямків з цих п'яти – для спеціальностей *інформаційні системи (IS)* [7] та *програмна інженерія (SE)* [8].

У статті [9] проводиться аналіз сучасного ринку праці в ІТ-галузі, та пропонується внесення до навчальних планів підготовки ІТ-спеціалістів відповідних змін, а в статті [10] описані компетентності, які очікуються від випускника магістратури з комп'ютерних наук. Найбільш важливим серед загальних компетентностей відзначено знання англійської та німецької мов, навик командної роботи, комунікабельність. Серед спеціальних компетентностей відзначені наявність досвіду роботи, навички роботи з програмним забезпеченням і програмним інструментарієм, розробки програмних продуктів (навички опису програм мовами Java, C/C++, Perl та XML), навички роботи з технологіями баз даних (Oracle, MS, SQL сервер).

У статтях [11], [12] описані програми підготовки магістрів з комп'ютерних наук, що використовують технології дистанційного навчання, а також спроектовані і реалізовані як інноваційні онлайн-програми підготовки.

Оскільки в європейських і американських університетах не обов'язково мати базову освіту, отриману на бакалаврському освітньо-кваліфікаційному рівні тієї ж спеціальності, що і на магістерському, можливі випадки вступу на навчання в магістратуру менш підготовлених до даної

спеціальності студентів. Це ставить перед факультетами завдання формування для таких студентів спеціальної послідовності дисциплін для прискореного вивчення дисциплін спеціальності базового рівня. У статті [13] показано, яким чином це можна робити. А в статті [14] запропоновано, як можна підсилити придбання необхідних комп'ютерних навичок («soft skills») магістрами за допомогою практик та виконання проєктів. У статті [15] наведено приклад реалізації магістерської програми в університетах Португалії з урахуванням принципів Болонської декларації.

**Метою написання даної статті** є огляд та аналіз програм підготовки ІТ-спеціалістів на магістерському освітньо-кваліфікаційному рівні, а також розробка та обґрунтування підготовки відповідних навчальних планів.

Згідно з рейтингом [16], найкращими американськими університетами, в яких ведеться підготовка магістра з комп'ютерних наук (Computer Science – CS), в 2010-2011 навчальному році є такі навчальні заклади (на рис. 1 представлена діаграма розподілу балів рейтингу в десятці кращих університетів; максимальний бал – 5):

- Університет Карнегі Меллон (Carnegie Mellon University; <http://www.cs.cmu.edu/>);
- Массачусетський технологічний інститут (Massachusetts Institute of Technology; <http://www.eecs.mit.edu/index.html>);
- Стенфордський університет (Stanford University; <http://www-cs.stanford.edu/>);
- Університет Каліфорнії – Берклі (University of California – Berkeley; <http://www.eecs.berkeley.edu/>)

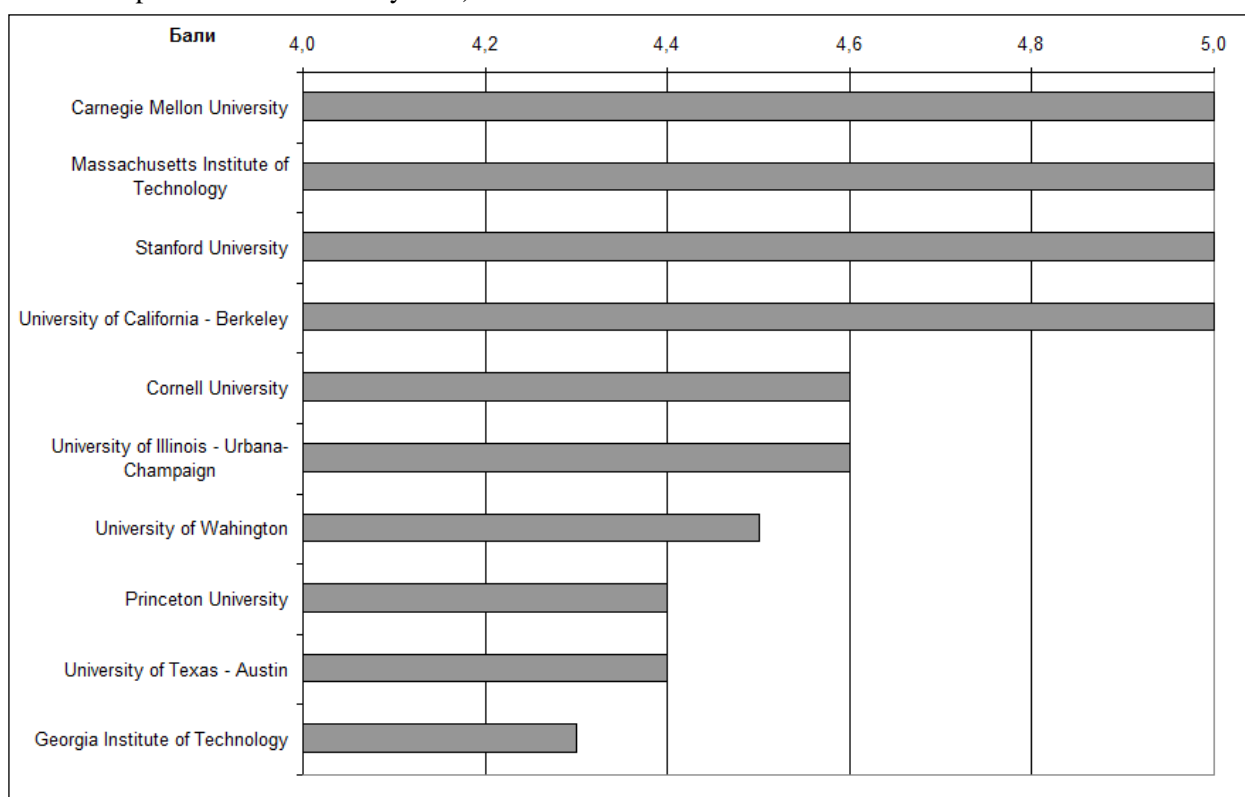


Рис. 1

Якщо розглянути галузь CS за спеціалізаціями, то у підготовці магістрів в США виділені такі напрями: штучний інтелект, мови програмування, системи, теорія. Кращим у підготовці за спеціалізацією «Штучний інтелект» визнано Массачусетський технологічний інститут, слідом йдуть CMU, SU, UC-Berkeley; за спеціалізацією «Мови програмування» – Університет Карнегі Меллон, далі SU, UC-Berkeley, MIT; за спеціалізацією «Комп'ютерні системи» – Університет Каліфорнії – Берклі, далі MIT, CMU, SU; за спеціалізацією «Теорія» – Массачусетський технологічний інститут, далі UC-Berkeley, Корнельський університет (Cornell; <http://www.cs.cornell.edu/> – в загальному рейтингу з комп'ютерних наук займає п'яте місце), Принстонський університет (Princeton University; <http://www.cs.princeton.edu/> – в загальному рейтингу з комп'ютерних наук займає восьме місце), CMU, SU.

Спеціалізація, пов'язана з штучним інтелектом, включає вивчення дисциплін за принципами комп'ютерних наук, когнітивної психології та інженерії. Наприклад, «Принципи і методи штучного інтелекту», «Опрацювання природної мови», «Машинне навчання».

Для більш глибокого вивчення мов програмування студенти, які вибрали спеціалізацію «Мови програмування», вивчають кілька мов програмування. Як приклад наведемо дисципліни – «Мови програмування», «Вдосконалені методи компіляції», «Безпечне веб-програмування».

Студенти, що спеціалізуються в комп'ютерних системах, можуть після отримання відповідного ступеня працювати в ІТ-компаніях, бути консультантами в фірмах, промислових компаніях, фінансових корпораціях. Зазвичай вивчаються наступні дисципліни – «Сучасні проблеми операційних систем», «Мови програмування», «Інтегральні схеми».

У спеціалізації «Теорія» студенти активно використовують логіку і математику у своїх дослідженнях, тому більш глибоко вивчають дисципліни, які містять аналіз алгоритмів і розуміння семантики мов програмування. Вивчаються дисципліни – «Безпека аналізу мережевих протоколів», «Теорія мов програмування», «Оптимізація та алгоритмічні парадигми».

Представляється, що для розробки постбакалаврських програм в українських університетах кафедри повинні вивчати і враховувати досвід названих вище американських університетів.

В Україні підготовка магістрів з комп'ютерних спеціальностей ведеться в кількох галузях знань. У статті приділяється увага підготовці у галузі знань 0403 «Системні науки та кібернетика», зокрема, спеціальностям, для яких базовою освітою є напрям підготовки 6.040302 «Інформатика». Таких спеціальностей за Переліком спеціальностей [17] чотири – інформатика, прикладна інформатика, соціальна інформатика та інформаційно-комунікаційні технології.

Реалії української системи освіти показують, що підходи американських університетів поки що не повністю можливо застосувати в нашій країні. Тому, враховуючи американський та європейський досвід реалізації програм підготовки магістрів з комп'ютерних спеціальностей необхідно розробити власну модель, що реалізується на національному рівні, але конкурентоспроможна на міжнародному ринку праці.

Вивчивши вимоги до програми підготовки на магістерському рівні, стан і вимоги ринку праці, існуючі технології, методології, можна зробити висновок, що програма підготовки магістрів в ІТ-сфері повинна бути: (1) дворічною (120 кредитів ECTS), (2) мати структуру, схематично подану на рис. 2.



Рис. 2.

Базові дисципліни спеціальності є дисципліни, що включають в себе математичні основи комп'ютерингу, принципи функціонування комп'ютерних систем, введення в теорію ймовірностей для фахівців ІТ-галузі, побудова та аналіз алгоритмів. В цілому ці дисципліни повинні становити 10 кредитів ECTS.

Поглиблене вивчення (варіант 1) складає близько 46 кредитів ECTS. Студентам пропонуються дисципліни та наукова робота, пов'язана з головним напрямом спеціалізації, обраним студентом.

Широке вивчення дисциплін (варіант 2), являє собою альтернативу попереднього варіанту і становить 30 кредитів.

Дисципліни, безпосередньо пов'язані з темою дослідження, для варіанта 1 містять 4 кредити, а для варіанту 2 – 20 кредитів.

Елективні дисципліни пропонуються студентам після вивчення базових дисциплін, дисциплін варіантів 1 або 2 та дисциплін з теми дослідження. Ці дисципліни становлять 45 кредитів.

На наукове дослідження пропонується виділити 15 кредитів. Підсумком дослідження повинна

бути магістерська робота або прикладний індустріальний проект, що демонструють набуття студентом основних навичок, необхідних для успішної роботи в ІТ-галузі.

В цілому програма підготовки складає 120 кредитів ECTS, всі запропоновані дисципліни повинні бути орієнтовані на спеціальність і, у міру можливості, частина дисциплін має викладатися англійською мовою.

У статті [15] португальськими дослідниками пропонується навчальний план для студентів, які одержали ступінь бакалавра в галузі комп'ютерингу (комп'ютерна інженерія, комп'ютерні науки, інформаційні системи, інформаційні технології та програмна інженерія), які можуть продовжити навчання на відповідному магістерському рівні. У цьому плані враховані вимоги Болонської декларації. Пропонується, що перший рік навчання складається з двох семестрів по 30 кредитів ECTS. На другому році навчання передбачається можливість вибору – індустріальний проект (30 кредитів ECTS) або наукове дослідження з магістерською дисертацією (45 кредитів ECTS).

Зазначимо, що дуже важлива наявність багатоканального фінансування наукових досліджень викладачів та студентів на магістерському рівні. Хороші магістерські програми не можуть базуватися тільки на бюджетному фінансуванні, а повинні залучати приватні та міжнародні інвестиції. Це проблема не тільки країн, які розвиваються, таких, як Україна – про таку необхідність говорить, наприклад, і міністр університетів і науки Британії Девід Віллетс (David Willets) [18].

У таблиці 1 наведено перелік галузей знань, які необхідно вивчити на освітньо-кваліфікаційному рівні «бакалавр» для вступу до магістратури за спеціальністю «Інформатика», а також рівні їх освоєння за таксономією Блума [4, 236-242], [19].

**Таблиця 1**

Галузь знань	Рівні з таксономії Блума
<b>Математичні основи</b>	
1. Дискретні структури	AP
2. Алгебра логіки, висловлювання і предикати	AP
3. Теорія ймовірностей та статистика	AP
<b>Основи комп'ютерингу</b>	
1. Основи програмування	AP
2. Алгоритми і структури даних	C
3. Архітектура комп'ютера	C
4. Операційні системи	C
5. Мережі та комунікації	C
6. Проектування і конструювання модулів	AP
7. Об'єктно-орієнтовані концепції	AP
<b>Програмна інженерія</b>	
1. Вимоги до програмних продуктів	C
2. Проектування програмних продуктів	C
3. Реалізація програмних продуктів	AP
4. Тестування програмних продуктів	K
5. Супровід програмних продуктів	K
6. Якість програмних продуктів	K
<b>Педагогічні аспекти інформатики</b>	
1. Шкільний курс інформатики	C
2. Методика навчання інформатики в школах	C
3. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті	AP

K, C, AP – позначення перших трьох рівнів навчальних цілей шестирівневої таксономії Блума [19]. Рівень K (knowledge – знання) освоєння галузі знань передбачає запам'ятовування і відтворення навчального матеріалу і вимагає від студента відтворення термінологічного апарату, знань конкретних фактів, методів, методологій, критеріїв, правил, парадигм і т.п. Рівень C (comprehension – розуміння) передбачає вміння інтерпретувати навчальний матеріал і вимагає, щоб студент умів пояснювати факти, правила, події, перетворювати теоретичний матеріал в якийсь алгоритм, вміти робити висновки з отриманих даних. Рівень AP (application – застосування) має на увазі вміння використовувати вивчений матеріал у різних ситуаціях, вирішувати проблеми з використанням раніше отриманих знань, вивчених методів і т.п.

З таблиці видно, що математичні основи повинні бути освоєні на рівні AP, основи програмування, проектування і конструювання програмних модулів, реалізація програмних додатків, інформаційно-комунікаційні технології в освіті (якщо є додаткова кваліфікація – вчитель інформатики) – також на рівні AP. На рівні C передбачається освоєння алгоритмів і структур даних,

архітектури комп'ютера, операційних систем, мереж і комунікацій, вимог до програмних продуктів, проектування програмних продуктів, і якщо мова йде про підготовку вчителів, то і шкільний курс інформатики, методика навчання інформатики в школах. На рівні К пропонується освоєння тестування, супроводу та забезпечення якості програмних продуктів.

Для виявлення ступеня засвоєння знань *доцільно ввести обов'язковий загальнонаціональний стандартизований тест*, аналогічний тесту GRE Computer Science (<http://www.ets.org/gre/subject/about/>), який використовують в США.

### Література

1. America's Tech Talent Crunch. – USA, 2011. [Electronic resource]. – URL: [http://marketing.dice.com/pdf/Dice\\_TechTalentCrunch.pdf](http://marketing.dice.com/pdf/Dice_TechTalentCrunch.pdf)
2. U.S. Bureau of Labor Statistics, Computer Software Engineers and Computer Programmers. Occupational Outlook Handbook, 2010-11 Edition [Electronic resource]. – URL: <http://www.bls.gov/oco/pdf/ocos303.pdf>
3. Верховная Рада приняла в первом чтении законопроект в поддержку ИТ-отрасли / [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.itukraine.org.ua/news.php?idnews=172>
4. Сейдаметова З.С. Подготовка инженеров-программистов по специальности «Информатика»: [монография] / Зарема Сейдалиевна Сейдаметова. – Симферополь: Крымучпедгиз, 2007. – 480 с.
5. Морозова Т.Ю. Вища ІТ-освіта в Україні (системне дослідження): монографія / Т. Ю. Морозова; М-во освіти і науки України, СНУ ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2010. – 288 с.
6. Сейдаметова З.С. Факторы, влияющие на ИТ-образование: рынок труда, образовательные стандарты, языки программирования / З.С. Сейдаметова, В.А. Темненко // Инженерия программного обеспечения, № 1. – К.: НАУ, 2010. – С. 62-70.
7. Gorgone J.T. MSIS 2006: Model curriculum and guidelines for graduate degree programs in IS / J.T. Gorgone, P. Gray, E.A. Stohr, J.S. Valacich, R.T. Wigand // Communications of AIS, v. 17, art. 1, 2006. – P. 121–196.
8. Graduate Software Engineering 2009 (GSWE2009) / Curriculum Guidelines for Graduate Degree Programs in Software Engineering. iSSEc – USA: Stevens Institute of Technology, 2009. – 114 p.
9. Becerra-Fernandez I. Reversing the landslide in computer-related degree programs / I. Becerra-Fernandez, J. Elam, S. Clemmons // Communications of the ACM, v. 53, # 2, 2010. – P. 127–133.
10. Kabicher S. What competences do employers, staff and students expect from a computer science graduate? / S. Kabicher, R. Motschnig-Pitrik, K. Figl // Proc. of the 39<sup>th</sup> IEEE Inter. Conf. on Frontiers in Educ. Conf. (San Antonio, Texas, USA, Oct. 8-21, 2009). – IEEE Press, Piscataway, NJ, 2009. – P. 1260-1265.
11. Hoganson K. Non-traditional graduate CS program integrated with distance technology / K. Hoganson // 43rd ACM Southeast Conference, March 18-20, 2005. v.1 – P. 324–328.
12. White L.J. The design and implementation of an innovative online program for a master of science degree in Computer Science – Software Engineering specialization / L.J. White, J. Coffey // CSEET '11 Proceedings of the 2011 24th IEEE-CS Conference on SE Education and Training, IEEE CS. – Washington, DC, USA, 2011. – P. 257-265.
13. Starkey J.D. An accelerated introductory computer science course sequence for non-traditional Master's students / J.D. Starkey, R.S. Babcock, A.S. DeFrance // ACM SIGCSE Bulletin, v. 29, #1, 1997. – P. 145-149.
14. Carter L. Ideas for adding soft skills education to service learning and capstone courses for computer science students / L. Carter // Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on CS education. – Washington, DC, USA, 2011. – P. 517-521.
15. Fernandes J.M. A Two-Year Software Engineering M.Sc. Degree Designed Under the Bologna Declaration Principles / J.M. Fernandes, R.J. Machado // ICSEA '06 Proceedings of the International Conference on Software Engineering Advances. – IEEE CS Washington, DC, USA, 2006. – P. 1-6.
16. Best Computer Science Programs / [Electronic resource]. – URL: <http://grad-schools.usnews.rankingsandreviews.com/best-graduate-schools/top-science-schools/computer-science-rankings>
17. Постанова КМУ № 787 «Про затвердження переліку спеціальностей, за якими здійснюється підготовка фахівців у вищих навчальних закладах за освітньо-кваліфікаційними рівнями спеціаліста і магістра», від 27.08.2010. // Офіційний вісник України, 13.09.2010, № 67, стор. 26, стаття 2406.
18. Jha A. New breed of university will make UK 'best place in world to do science' / Alok Jha // The Guardian, January 4, 2012. [Electronic resources]. – URL: <http://www.guardian.co.uk/science/2012/jan/04/>

new-breed-university-uk-science

19. Bloom B.S. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives / L.W. Anderson, D.R. Krathwohl, B.S. Bloom. – Longman, 2001. – 352 p.