

І. Медзєбровський<sup>1</sup>, З. Дудар<sup>2</sup>, Т. Ковалюк<sup>3</sup><sup>1</sup>ІТ-Асоціація України, ITERA Consulting Group<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки,  
кафедра програмного забезпечення ЕОМ,<sup>3</sup>Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,  
кафедра автоматизованих систем обробки інформації та управління

## СТВОРЕННЯ В УКРАЇНІ СПРИЯТЛИВИХ УМОВ ДЛЯ РОЗВИТКУ ІНДУСТРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

© Медзєбровський І., Дудар З., Ковалюк Т., 2011

Проаналізовано сучасний стан розвитку ІТ-галузі України, проблеми якісної підготовки ІТ-фахівців, аспекти взаємодії вищої ІТ-освіти та ІТ-індустрії України. Для створення сприятливих для розвитку ІТ-індустрії умов необхідна державна підтримка в питаннях податкової політики, розвитку інноваційних освітніх кластерів та технопарків, регулювання інвестиційної діяльності, підтримки офшорного програмування.

**Ключові слова** – вища ІТ-освіта, ІТ-індустрія, дефіцит кадрів, ІТ-ресурси.

**The article examines the current status of IT industry in Ukraine, problems of quality of training IT professionals, IT aspects of the interaction of higher education and IT industry of Ukraine. To create favorable environment for the development of IT industry State support is needed in matters of tax policy, the development of innovative educational clusters and technology parks, regulation of investment activity, support for offshore software.**

**Keywords:** higher IT education, IT industry, lack of staff, IT resources.

### Вступ

Згідно з законом України “Пріоритетні напрями розвитку науки і техніки” одним з пріоритетних напрямів розвитку на період до 2020 р. визначено інформаційні та комунікаційні технології. Інформаційно-аналітичні матеріали підготовлені на основі досліджень і консультацій з представниками провідних ВНЗ та членів ІТ-комітету Європейської бізнес-асоціації (ЕВА).

Інформаційні технології – це одна з галузей, що найбільш динамічно та успішно розвиваються в Україні. При цьому основною конкурентною перевагою і фактором зростання для ІТ-галузі України є доступність кваліфікованих ІТ-ресурсів, зростання яких у нашій країні істотно відстає від зростання в конкурентних країнах.

З кожним роком дефіцит кадрів у галузі збільшується через недосконалість системи вищої освіти, яка потребує розвитку, щоб відповідати сучасним вимогам ринку.

Випуск ІТ-фахівців для індустрії програмного забезпечення (ПЗ) істотно відстає від поточних потреб ІТ-бізнесу за кількістю, а також не збігається за структурою та переліком пропозиції на ринку праці в ІТ-галузі. Також існує проблема якості випуску: за статистикою, приблизно тільки кожен 4-й випускник ІТ-спеціальності (25% від випуску) влаштовується працювати за фахом, що є дуже низьким показником. Причина в тому, що державна підготовка ІТ фахівців розвивається без зв'язку з ІТ-галуззю: в освіті існує своя система розроблення освітніх стандартів, яка, за рідкісним винятком, не пов'язана з галуззю. Продовжувати практику розвитку ІТ-освіти окремо від ІТ-галузі не можна. Це істотно обмежує перспективи працевлаштування випускників за фахом, збільшує витрати на ІТ-ресурси та гальмує розвиток найбільш інноваційної галузі країни.

## Характеристика розвитку ІТ-галузі та дефіциту ІТ-кадрів в Україні

Сьогодні українська ІТ-індустрія характеризується такими показниками:

- ІТ-експорт становить \$1 млрд. та забезпечує роботою 30 000 ІТ-фахівців, а до 2011 року очікується додаткова потреба у 60 000 нових спеціалістах.
- внутрішній ІТ-сектор має обіг \$1,85 млрд., налічує 175 000 ІТ-фахівців та, за прогнозами, потребуватиме 40,000 нових співробітників до 2011 року. В Україні працює понад 3000 ІТ-фірм і груп, 2600 Internet Service Providers, кількість користувачів Internet становить 8 млн., користувачів стільникового зв'язку – 17,5 млн.
- на науку і освіту в Україні виділяється до 1/8 бюджету, вищу освіту можна отримати в 350 вищих навчальних закладах. Головними центрами з підготовки ІТ-кадрів є Київ, Харків, Львів, де можна отримати якісну ІТ-освіту.
- система підготовки кадрів для ІТ-індустрії здійснюється у 148 вищих навчальних закладів для сфери ІТ; 46967 осіб становлять загальний ліцензований обсяг студентів. разом зараховано в 2009–2010 н. р. за ІТ-напрямами 15557 осіб, а саме: за галуззю знань “Інформатика та обчислювальна техніка” 11229 осіб, за галуззю знань „Системні науки і кібернетика” – 2934, за галуззю знань „Інформаційна безпека” – 1394. Ліцензійні обсяги реалізуються ВНЗ в середньому на 33 %.
- випуск ІТ-фахівців за ОКР „бакалавр” у 2009–2010 р. налічував 12323 осіб, а саме: за галузями освіти “Математика та інформатика” 11029 осіб, „Національна безпека” – 1294; за ОКР „Спеціаліст”: галузь освіти “Математика та інформатика” випустила 7222 особи, „Національна безпека” – 1097; за ОКР „Магістр” галузі освіти “Математика та інформатика” випустила 3012 особи, „Національна безпека” – 306. Отже, у 2009–2010 н. р. випущено 11637 ІТ-спеціалістів і магістрів. Проте дефіцит ІТ-спеціалістів тільки в Києві становить 12 000 осіб.

У цьому документі згадано основні проблеми в ІТ освіті та пропозиції щодо їх вирішення з урахуванням як позиції бізнесу, так і провідних технічних ВНЗ країни. Ми впевнені, що кроки, зроблені на основі запропонованого плану дій, в коротко- та середньостроковій перспективі призведуть до значного поліпшення кількості та якості ІТ-фахівців, що випускаються вищими навчальними закладами України. Необхідно збільшити кількість ІТ-фахівців, що випускаються ВНЗ, та підвищити якість їх освіти, щоб протягом наступних трьох років кількість працевлаштованих в ІТ-галузі випускників зросла з 25 % до 50 %.

Розрахунок потреби в ІТ кадрах в Україні на 2011–2015 роки за оцінками експертів такий.

За станом на 2011 рік 215 тис. осіб працюють у сфері ІТ, річний приріст ІТ-фахівців становить 15,5 тис. осіб.

Очікуваний експорт ІТ-послуг до кінця 2011 року: 1 млрд. доларів США на рік.

Очікуване зростання галузі до 2015 року – у п'ять разів, 5 млрд. доларів США у 2015 році.

**Отже, нових робочих місць у 2015 році буде 168,5 тис., з них 106 тис. в ІТ-експорті, 62,5 тис. на внутрішньому ринку. За п'ять років буде випущено 77,5 тис. фахівців, бракуватиме, як мінімум, близько 91 тис. фахівців.** Розрахунок приблизний і, крім розвитку консалтингу, враховує динаміку розвитку ринку ІТ-продуктів, але очевидно, що підготовка фахівців сильно відстає від пропозиції на ринку праці.

Детальний опис розрахунків:

Кількість ІТ фахівців в Україні на кінець 2010 року становить близько 215 тис. осіб. З них:

- 40 тис. працюють у сфері ІТ-галузі і традиційно мають вищу кваліфікацію;
- 175 тис. працюють на внутрішньому ринку в ІТ і не в ІТ-компаніях

Річний приріст ІТ-фахівців становить близько 15,500 осіб.

Необхідно зазначити, що експорт ІТ-послуг та продуктів з країни, який, як очікується, досягне \$ 1,000,000,000 у цьому році, зріс за останні 10 років у 25 разів. Причому якщо CAGR (сукупний середньорічний темп зростання) ІТ-експорту в період 2001–2006 рр. дорівнював 54%, то за період 2007–2009 він незначно знизився. Із збереженням CAGR на рівні 35 %–40 % в 2011–2015 рр. очікуваний обсяг ІТ-експорту з України досягне \$ 5,000,000,000. Це загалом збігається з оцінками Світового Банку, який ставить Україну на 6 місце в світі до 2015 року. Зростання попиту на наші

ІТ-послуги випереджає наші можливості за пропозицією. Водночас внутрішній сегмент ІТ теж зростатиме, але більш скромними темпами – 5 %–10 % на рік.

На кінець 2015 року в країні працюватиме 350 тис. ІТ-фахівців: в експортному сегменті близько 125 тис. осіб, у внутрішньому сегменті близько 225 тис. осіб.

Питання, які необхідно вирішити, такі:

1. Скільки ІТ-ресурсів нам необхідно для забезпечення прогнозованого зростання?

2. Які кроки з реформування ІТ-освіти необхідно вжити для приведення випуску ІТ-фахівців у відповідність з плановими потребами ринку?

Розрахунки потреби в ІТ-ресурсах показують, що за період 2010–2015р. р. буде створено 168,5 тис. нових робочих місць в ІТ-галузі України, з них:

- 106 тис. в експортному сегменті (аутсорсинг);
- 62,5 тис. у внутрішньому сегменті.

Із збереженням колишніх темпів за п'ять років ВНЗ країни випустять 77,5 тис. нових ІТ-фахівців. Якщо навіть всі з них прийдуть працювати в ІТ компанії, то дефіцит кадрів становитиме близько 91 тис. осіб.

Покрити такий дефіцит за рахунок простого збільшення набору абітурієнтів на ІТ спеціальності ВНЗ неможливо: освітній цикл ВНЗ 4–6 років — вони вже не встигають підготувати таку кількість своєчасно.

Враховуючи попередній досвід та загальний підхід ІТ-компаній до розвитку своїх ресурсів, ми пропонуємо так підходити до стратегії і тактики вирішення цієї проблеми:

У період 2011–2015 експортний сегмент найме близько 65% випускників, тобто 62,5 тис. (з урахуванням збільшення випуску) та близько 43,5 тис. з інших сегментів ІТ-галузі. Тому ВНЗ необхідно форсувати підготовку висококваліфікованих ІТ за напрямками 6.040302 “Інформатика”, 6.050101 “Комп’ютерні науки”, 6.050102 “Комп’ютерна інженерія”, 6.050103 “Програмна інженерія”.

Внутрішній сегмент ІТ-галузі задовольнятиме свої зростаючі потреби в кадрах — близько 106 тис. — за рахунок іншої частини ІТ випускників (37,5 тис.), а також за рахунок підвищення кваліфікації, перепідготовки, другої вищої освіти, випускників ВНЗ I і II рівнів акредитації (68,5 тис.), освітній цикл у яких становить всього 1–3 роки і де є можливість прискореного нарощування обсягів.

Отже, наша оцінка розвитку ситуації полягає в тому, що очікуване зростання кадрів у ІТ-галузі України в період 2010–2015 рр. буде забезпечено за рахунок:

- 100,000 — ІТ-випускників ВНЗ III та IV рівнів акредитації;
- 68,500 — підвищення кваліфікації, перепідготовки, другої вищої освіти та випускників ВНЗ I та II рівнів акредитації.

Кількість ІТ-випускників менша за потреби ІТ-галузі. Частка українських ІТ-ресурсів (215,000 осіб) у світі дорівнює 1,3%, але їх зростання відстає від країн Центрально-Східної Європи (ЦСЄ – 1,600,000 осіб) на ~ 0,2% на рік і на ~ 0,1% від країн Азіатсько-Тихоокеанського регіону (АТР – 16, 000,000 ІТ фахівців).

Державне замовлення на 2009 р. за ВНЗ III та IV рівнів акредитації становило:

- на бакалаврів ІТ-профілю — 9995 бюджетних місць;
- на магістрів ІТ-профілю — 8848 бюджетних місць.

До цих цифр не входять обсяги замовлення за напрямками 030502 “Економічна кібернетика” і 020105 “Документознавство та інформаційна діяльність”, тому що такі випускники не мають кваліфікації, необхідної для роботи в ІТ-галузі.

Річний випуск ІТ-фахівців, а також інститутів, не підзвітних МОН, становить близько 18 тис. осіб. Загалом ВНЗ III та IV рівнів акредитації випускають близько 35,000 осіб на рік. Це інженери та інші фахівці, які вивчали основи обчислювальної техніки та програмування. Річний випуск ВНЗ I та II рівнів акредитації з ІТ профілю оцінюється приблизно в 2–5 тис. осіб.

### **Проблеми якісної підготовки ІТ-фахівців**

ІТ-спеціалісти є найбільш дефіцитними на ринку праці в Україні. В середньому на одного ІТ-фахівця в Україні припадає 3 вакансії. 89% кандидатів в професійній сфері “ІТ/Телеком /Інтернет” мають вищу освіту. Серед них: випускники НТУУ „КПІ” (27,5%), Національного авіаційного університету (4,5%), Донецького національного університету (2,5%), Харківського національного університету радіоелектроніки (2,2%), Львівської політехніки (1,7%) і Харківського політехнічного інституту (1,2%).

Розвиток ІТ-освіти потрібно спрямувати на вирішення таких завдань:

1. Збільшувати підготовку ІТ-фахівців необхідно перш за все в тих регіонах, де планується швидке і значне зростання нових робочих місць в ІТ-галузі. Такі регіони відомі: Київ, Харків, Львів, Дніпропетровськ і Одеса, тобто в де-факто сформованих ІТ-кластерах. До цього необхідно додати перспективні регіони: Донецьк/Луганськ, а також Крим.

2. Потребує розвитку система прискореного перенавчання на основі раніше отриманої вищої освіти з метою отримання нової кваліфікації в ІТ.

3. Існує нестача кваліфікованих кадрів серед професорсько-викладацького складу, недостатня обізнаність з актуальними змінами в ІТ-технологіях, сучасними процесами в ІТ-індустрії, що обмежує якість підготовки студентів ІТ-спеціальностей.

4. Рівень оплати праці ПВС (професорсько-викладацького складу) у ВНЗ значно нижчий ніж рівень оплати в ІТ-галузі, тому робота у ВНЗ не є привабливою для ІТ-фахівців.

5. Недостатня кількість і якість випускників середніх шкіл зумовлюють низький рівень знань абітурієнтів та обмежують кількість і якість випущених ІТ-фахівців.

6. Існує ризик значного зниження кількості кваліфікованих ІТ-фахівців інженерного рівня на ринку ІТ- через прийняті у 2009 році Кабінетом Міністрів України зміни до Закону України “Про вищу освіту”, якими скасовано кваліфікацію “Спеціаліст” у вищих навчальних закладах і прирівнено освіту рівня “Бакалавр” до повної вищої освіти.

7. ВНЗ недостатньо забезпечені сучасною матеріально-технічною базою, зокрема ліцензованим програмним забезпеченням. Як неприбуткові організації, вони не мають можливості заробляти необхідну кількість коштів та витратити їх на потреби розвитку матеріальної ІТ-базы. Тендерні закупівлі створюють додаткові перешкоди на шляху оснащення підрозділів ВНЗ необхідною сучасною технікою.

8. Відсутні можливості та мотивації у ІТ-компаній сприяти розвитку ІТ-освіти шляхом безпосереднього спрямування фінансових коштів до ВНЗ. У ВНЗ немає можливостей самостійно розпоряджатися фінансовими коштами.

9. Відсутній механізм комерціалізації результатів досліджень, що здійснюються на науково-дослідницькій базі ВНЗ.

### **Забезпечення якості ІТ-підготовки у ВНЗ**

Зміст підготовки ІТ-спеціалістів в Україні відповідає визнаній світовій практиці підготовки, що дає змогу впроваджувати навчальні програми подвійних магістерських дипломів, які видаються українськими та закордонними національними університетами.

Розроблено та затверджено галузеві стандарти вищої освіти з галузей знань “Інформатика та обчислювальна техніка”, “Системні науки та кібернетика”.

Розпочата практика видачі випускникам напряму “Комп’ютерні науки” дипломів європейського зразка.

Міжнародна співпраця провідних ВНЗ України у галузі ІТ свідчить, що іноземні партнери задоволені якістю ІТ-підготовки українських випускників.

### **Пропозиції щодо створення умов для розвитку ІТ-індустрії та ІТ-освіти**

Згідно з вищенаведеним визначаємо, що необхідна комплексна Державна підтримка в таких питаннях.

1. Внесення доповнень до нової редакції закону “Про вищу освіту”, враховуючи потреби ІТ-ринку України та розвитку ІТ-освіти.
2. Прийняття Закону України “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України (щодо підтримки галузі інформаційних технологій)”.
3. Активізація роботи з виконання плану заходів щодо розвитку вищої освіти на період до 2015 року (Розпорядження КМУ “1728р від 27.08.2010р., п.9–11, 14, 16);
4. Сприяння виконанню Указу Президента України №926/2010 “Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні”.
5. Одним з головних механізмів зростання економіки країни повинна стати чітка, збалансована програма розвитку **інноваційних кластерів, введення кластерів в проекти регіонального розвитку**. Оскільки економічна політика, заснована на кластері, передбачає достатню автономію на регіональному і місцевому рівні, то необхідно ці форми управління привести у відповідність з вимогами розвитку регіонів.
6. Розроблення правових і законодавчих баз для створення **науково-освітніх кластерів**, активізування роботи з розроблення концепції, концептуальних моделей і глибоких досліджень у галузі запровадження інформаційних систем управління кластерами.
7. Забезпечення позитивного іміджу України як стабільної та надійної держави на світовому та внутрішньому просторі.
8. Активізація роботи зі створення **технопарків із залучення венчурного капіталу**: своєрідних анклавів, які мобілізували б потенціал ІТ-галузі і забезпечили динамічніший розвиток ІТ-сектора. Забезпечення умов для ефективної діяльності науково-дослідницьких комплексів, що працюють у сфері інформаційних технологій.
9. Розроблення прозорого та дієвого правового комплексу, що врегулював б **інвестиційну діяльність** загалом, а також специфічні питання ринку програмного забезпечення, особливо в питаннях офшорного програмування. В цьому контексті забезпечити дієвість законів про захист інтелектуальної власності.
10. Урядова підтримка офшорного програмування і підготовка кадрів для нього.
11. Звільнення фірм-розробників програмного забезпечення від сплати прибуткового податку протягом 10 років (грунтуватися на прикладі Індії).
12. Внесення змін до класифікатора професій ДК 003:2010 відносно ІТ-професій для освітньо-кваліфікаційних рівнів “бакалавр” та “магістр”. За основу доцільно взяти **Standard Occupational Classification (SOC) System** в розділі **15-0000 Computer and Mathematical Occupations** (15-1000 Computer Specialists, 15-1010 Computer and Information Scientists, Research, 15-1020 Computer Programmers, 15-1030 Computer Software Engineers, 15-1031 Computer Software Engineers, Applications, 15-1032 Computer Software Engineers, Systems Software, 15-1040 Computer Support Specialists, 15-1050 Computer Systems Analysts, 15-1060 Database Administrators, 15-1070 Network and Computer Systems Administrators, 15-1080 Network Systems and Data Communications Analysts, 15-1090 Miscellaneous Computer Specialists). Це питання має негайно розв’язати Міністерство праці та соціальної політики України.
13. Модернізація системи підготовки ІТ-спеціалістів, а саме, включення українських ІТ-компаній в контур підготовки висококваліфікованих ІТ-спеціалістів у ВНЗ за схемою: перша половина дня навчання студентів у ВНЗ для здобуття фундаментальних знань, друга половина дня – робота в ІТ-фірмах, починаючи з 3–4 курсів. Можливі такі форми взаємодії ІТ-фірм та ВНЗ:
  - науково-навчально-виробничі комплекси “ВНЗ-ІТ”;
  - навчально-виробничі лабораторії під керівництвом або патронатом ІТ-компаній;
  - майстер-класи, що проводять ІТ-компанії з окремих дисциплін;
  - розроблення та пропозиції щодо навчальних робочих програм дисциплін;
  - конкурси студентських проектів з тематики ІТ-компаній;
  - науково-виробничі семінари для студентів і викладачів ВНЗ;
  - студентські конструкторсько-технологічні бюро, керовані ІТ-компаніями;

- виробничі практики в ІТ-компаніях;
- керівництво дипломним проектуванням фахівцями ІТ-компаній;
- рецензування дипломних проектів фахівцями ІТ-компаній;
- впровадження результатів наукових розробок студентів і викладачів у виробництво;

14. Для заохочування співпраці ІТ-бізнесу та ВНЗ звільняти (або зменшувати) ІТ-фірми від сплати податку.

15. Зробити пріоритетним напрямом розвитку України побудову інформаційного суспільства та розвиток інформаційної інфраструктури держави.

1. Закон України: “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки” // Відомості Верховної Ради України. – 2007. – № 12. 2. Дефіцит ІТ-фахівців в Україні становить 30%. [Електронний ресурс]/<http://education.unian.net/ukr/detail/190597>. 3. *Worldwide Professional Developers by Country and Region, 199 - 2011, Source: IDC March 2008*. 4. *Пріоритетні напрями розвитку науки і техніки на період до 2020 року. Закон України № 2519-VI від 9.09.2010 р. Про внесення змін до Закону України “Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки”*. 5. *Про затвердження плану заходів щодо розвитку вищої освіти на період до 2015 року. Розпорядження КМУ № 1728-р від 27.08.10 року*. 6. Медзєбровський І. Б. *Проблеми підготовки спеціалістів для ІТ-індустрії*. [Електронний ресурс]/<http://hrliga.com/index.php?module=profession&op=view &id=250 &print=true>. 7. *Проблеми ІТ-освіти в Україні*. [Електронний ресурс]/ [http://ru.osvita.ua/vnz/high\\_school/17048/](http://ru.osvita.ua/vnz/high_school/17048/). 8. *Інформаційна система “Конкурс”* [Електронний ресурс]/<http://www.vstup.info>.

УДК 621.382

Р. Базилевич, В. Влах, Д. Януш

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра програмного забезпечення

## ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗБИТТЯ СХЕМ ПЕРЕПРИЗНАЧЕННЯМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

© Базилевич Р., Влах В., Януш Д., 2011

Запропоновано алгоритм для оптимізації початкового розбиття складних схем шляхом перепризначення граничних елементів. Експериментальні дослідження виконано на 100 випадково згенерованих початкових розв’язках. Отримані результати є задовільними.

**Ключові слова:** розбиття схем, оптимізація, граничні елементи, перегрупування.

**The algorithm for partitioning optimization by replacing of border elements is proposed. Results of optimization random generated partitions is described. Experiment is performed on 100 random generated initial solutions. The results are satisfactory.**

**Keywords:** optimization, partitioning, rearrangement, border elements.

### Вступ

Задача оптимального розбиття схеми на частини належить до класу *NP*-повних [1–3]. Такі задачі не можуть бути розв’язані точними методами, оскільки затрати часу будуть надзвичайно високими. Точні методи можуть бути застосовані у випадку задач невеликих розмірностей. Реальні задачі мають дуже високу розмірність: сотні тисяч, мільйони складових елементів та зв’язків.