

КОМП'ЮТЕР

у школі та сім'ї

№1(137) ♦ 2017

ISSN 2307–9851

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ
ЖУРНАЛ

Виходить 8 разів на рік.

Видається з лютого 1998 року.

Засновники:

Інститут педагогіки НАПН України,
Інститут інформаційних технологій
і засобів навчання НАПН України,
редакція журналу.

Журнал видається за сприяння
Міністерства освіти і науки України.

Свідоцтво про реєстрацію
серія КВ №12217–1101ПР
від 17.01.2007.

Передплатний індекс 74248.

Журнал включено до Переліку
наукових фахових видань України
у галузі педагогічних наук,
Наказ МОН України
від 29.09.2014 року №1081.

Журнал внесений до
наукометричної бази даних РИНЦ.

Затверджено Вченою радою
Інституту педагогіки НАПН
України, протокол №1
від 26.01.2017 р.

Головний редактор
ЛАПІНСЬКИЙ В. В.

Заступник головного редактора
ВОВКОВІНСЬКА Н. В.

Редактор
КИРИЧКОВ Я. В.

E-mail: csf22101@ukr.net

Офіційний сайт журналу:
www.csf221.wordpress.com

Придбати електронну версію:
[http://presspoint.ua/izdaniya/
opisanie/595](http://presspoint.ua/izdaniya/opisanie/595)

ЗМІСТ

ПИТАННЯ ТЕОРІЇ

Зубченко Т. М., Науменко Ю. А., Буров О. Ю. ІКТ для дослідження динаміки когнітивних можливостей учнів під дією зовнішніх і внутрішніх факторів 3

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ

Бондар Я. С. Новий підхід до постановки завдань та пояснення їх розв'язків у середовищі візуального програмування Lazarus 8
Ганжела С. І. Розвиток інформатичних компетентностей учнів старших класів у процесі навчання інформатики 15
Головня О. С. Аналіз зарубіжного досвіду навчання операційних систем у вищій школі 19

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ В ІНТЕРНЕТІ

Альоша О. О. Формування моральності дітей і молоді шляхом захисту їх від шкідливої інформації 24

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ

Назаренко Т. Г. Методика застосування педагогічних програмних засобів у навчально-виховному процесі географії 29
Підгорна Т. В. Навчання учнів структурного пошуку хімічних відомостей у мережі Інтернет 35
Яременко-Гасюк О. О., Простакова Ю. В. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій для активізації науково-технічної лексики в аспірантських групах 38

ІНФОРМАЦІЯ

Ребриня Віталій Арсенович (до 60-річчя з дня народження) 48
II тур (міський) Всеукраїнського конкурсу «Учитель року – 2017» в номінації «Інформатика» 48

Редакційна колегія журналу

Биков В.Ю.	Директор Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, доктор технічних наук, професор, дійсний член НАПН України.
Головко М.В.	Заступник директора з наукової роботи Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук, доцент, старший науковий співробітник.
Григор'єв С.Г.	Директор Інституту математики та інформатики Московського міського педагогічного університету, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент РАО.
Гриншкун В.В.	Зав. кафедри інформатизації освіти Московського міського педагогічного університету, доктор педагогічних наук, професор.
Гуржій А.М.	Віце-президент НАПН України, доктор технічних наук, професор, дійсний член НАПН України.
Жалдак М.І.	Зав. кафедри теоретичних основ інформатики Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПН України.
Жук Ю.О.	Зав. лабораторії оцінювання якості освіти Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук, доцент.
Згуровський М.З.	Ректор Національного технічного університету України «КПІ», доктор технічних наук, професор, дійсний член НАН України.
Калініна Л.М.	Зав. лабораторії управління освітніми закладами Інституту педагогіки НАПН України, доктор педагогічних наук, професор.
Кудренко Б.В.	Головний спеціаліст МОН України.
Литвинова С.Г.	Старший науковий співробітник Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник.
Паньков А.В.	Науковий співробітник Інституту інноваційних технологій і змісту освіти МОН України, кандидат фіз.-мат. наук.
Платонова А.Г.	Завідувач лабораторії гігієнічного забезпечення умов життєдіяльності дітей ДУ Інституту гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМН України, доктор медичних наук, професор.
Пушкарьова Т.О.	Заступник директора Інституту інноваційних технологій і змісту освіти МОН України, канд. педагогічних наук, професор.
Сердюков Пітер	Професор Національного університету США (Каліфорнія, м. Сан-Дієго), доктор педагогічних наук.
Співаковський О.В.	Перший проректор Херсонського державного університету, доктор педагогічних наук, професор.
Спірін О.М.	Заступник директора з наукової роботи Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України.
Топузов О.М.	Директор Інституту педагогіки НАПН України, доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України.
Фокіна Т.М.	Учитель інформатики ЗОШ I–III ступенів №93 м. Києва, учитель-методист.

УДК 378:004.4

АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ НАВЧАННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Головня Олена Сергіївна,

асистент Житомирського державного університету імені Івана Франка,
olenagolovnya@gmail.com.



Анотація. У статті проаналізовано зарубіжний досвід навчання операційних систем у вищій школі, зокрема рекомендації з керівних принципів розробки навчальних програм Computer Science Curricula 2013 (CS2013), матеріали курсів з операційних систем відомих навчальних закладів світу. Виокремлено спільні риси розглянутих курсів та визначено рекомендації щодо організації курсу з операційних систем для вітчизняних бакалаврів інформатики.

Ключові слова: бакалаври інформатики, операційні системи, unix-подібні операційні системи, технології віртуалізації, CS2013.

Курс з операційних систем (ОС) навчає студентів основ будови та функціонування ОС. Практична частина курсу передбачає освоєння особливостей адміністрування ОС і (або) системного програмування у них і може мати свої особливості у різних вищих навчальних закладах. Назва курсу також відрізняється: «Операційні системи» (Operating Systems), «Операційні системи та системне програмування» (Operating Systems and System Programming), «Проектування та розробка операційних систем» (Design and Implementation of Operating Systems), «Інженерія операційних систем» (Operating Systems Engineering) та ін. Однак, незалежно від згаданих вище відмінностей, курс з ОС є важли-

вою складовою підготовки за інформатичними спеціальностями як у світі, так і в Україні, у тому числі – підготовки вітчизняних бакалаврів інформатики.

Серед зарубіжних авторів, роботи яких присвячено викладанню курсу з ОС, назвемо зокрема Charles L. Anderson, Ricky Archer, Adam J. Aviv, Christoffer Dall, Wenliang Du, Aristogiannis Garmpis, Tzanko Golemanov, Emilia Golemanova, Nicolaos Gouvatsos, Kevin Grammer, David Jones, Oren Laadan, Yaohang Li, Jianjun Liu, Boon Thau Loo, Francis Berenger Machado, Luiz Paulo Maia, Vin Mannino, Andrew Newman, Minh Nguyen, Jason Nieh, Thanat Owlarn, Ageu C. Pacheco Jr., Barbara Pioro, Lior Shamir, Seth Shannin, Jack

Stolerman, Chris Vaill, Nicolas Viennot, Kevin Xu, Beifang Yi, Xiaohong Yuan та ін. Втім, спостерігається брак загальних оглядів актуального світового досвіду навчання ОС. Роботи на цю тему відсутні і серед вітчизняних публікацій.

Мета дослідження полягала в аналізі зарубіжного досвіду навчання курсу з ОС у зарубіжних вищих освітніх закладах, у тому числі досвіду використання технологій віртуалізації у цьому курсі, з позиції можливості застосування цього досвіду у процесі підготовки бакалаврів інформатики

Для аналізу обрано спеціальність Computer Science. Назва цієї спеціальності може бути перекладена як «інформатика», однак ця спеціальність відрізняється від напряму підготовки «Інформатика» в українській системі вищої освіти, що передусім пов'язано з зорієнтованістю останнього на підготовку вчителів. Проте серед комп'ютерних спеціальностей, описаних у документі Computing Curriculum 2005: The Overview Report (CC2005) [1], таких як Computer Science (Інформатика), Computer Engineering (Комп'ютерна інженерія), Information Systems (Інформаційні системи), Information Technologies (Інформаційні технології), із вітчизняним напрямом підготовки "Інформатика" найбільше спільних рис має саме спеціальність Computer Science, надаючи "всеохопну основу, яка дозволяє випускникам адаптуватися до нових технологій та ідей" [1, с. 14]. Водночас, важливо зауважити, що про таку подібність можна говорити лише з урахуванням відмінностей професійно-практичної складової.

Під час аналізу зарубіжного досвіду викладання курсу з ОС брався до уваги передусім досвід вищих навчальних закладів, які лідирують у рейтингах за підготовкою з Computer Science. Окрім того, до розгляду було включено досвід ряду навчальних закладів, рейтинги яких дещо нижчі, проте які публікували відомості про свій курс з ОС у той чи інший спосіб. Також досліджено досвід проведення курсу з ОС на масових відкритих онлайн-курсах. Аналіз здійснювався на основі матеріалів курсу, розміщених на веб-ресурсах відповідних університетів; навчальних програм, поданих у додатках до керівних принципів розробки навчальних програм Computer Science Curricula 2013 [2]; науково-методичних публікацій. Було розглянуто курси з ОС, що викладаються в Аерокосмічному університеті Ембрі-Ріддла (Embry-Riddle Aeronautical University), США; Гарвардському університеті (Harvard University), США; Гельсінському університеті (University of Helsinki), Фінляндія; Єльському університеті (Yale University), США; Кембриджському університеті (University of Cambridge), Великобританія; Коледжі Вільямса (Williams College), США; Колумбійському університеті (Columbia University), США; Массачусетському технологічному інституті (Massachusetts Institute of Technology, MIT), США; Принстонському університеті (Princeton University), США; Рейк'явіцькому університеті (Reykjavik University), Ісландія; Стенфордському університеті (Stanford University), США; Технологічному інституті Джорджії (Georgia Institute of Technology, Georgia Tech), США; Університеті Арканзасу, ЛітлРок (University of Arkansas at Little Rock), США; Університеті Каліфорнії, Берклі (University of California, Berkeley), США; Університеті Карнегі-Меллона (Carnegie-Mellon

University, CMU), США; Федеральній вищій школі Цюриха (Swiss Federal Institute of Technology, ETH Zurich), Швейцарія, а також курс з ОС на базі системи масових відкритих онлайн-курсів Udacity. На окрему увагу заслугоує аналіз згаданих вище керівних принципів розробки навчальних програм Computer Science Curricula 2013 (далі – CS2013). Документ є результатом співпраці Асоціації обчислювальної техніки (Association for Computing Machinery, ACM) та комп'ютерного товариства IEEE (IEEE Computer Society) і надає рекомендації стосовно змісту та результатів навчання за спеціальністю Computer Science.

CS2013 ґрунтується на таких принципах, як розвиток у студентах здатності доповнювати свої знання знаннями з інших дисциплін; підготовка випускників до різноманітних професій, включаючи міждисциплінарні області; надання рекомендацій щодо очікуваного рівня опанування змістових модулів; забезпечення реалістичних рекомендацій, які справді можуть бути враховані на практиці і також дозволяють включати нові актуальні теми; можливість застосування у широкому колі навчальних закладів; регулювання обсягу основного матеріалу з метою недопущення збільшення загального обсягу навчального навантаження; підготовка студентів до навчання протягом життя; визначення основних знань, умінь і навичок і, водночас, забезпечення якнайвищої гнучкості у виборі тем; забезпечення максимальної гнучкості щодо об'єднання змістових модулів у курси і навчальні плани; розробка і перегляд CS2013 повинні передбачати участь широкого кола представників цільової аудиторії і враховувати відзиви від них [2, с. 20-22].

У документі визначено наступні очікувані характеристики випускників: технічне розуміння інформатики; ознайомленість із загальними темами та принципами інформатики; розуміння взаємозв'язку між теорією і практикою; системність мислення; навички вирішення проблем; досвід роботи над проектами; готовність до навчання впродовж життя; готовність нести професійну відповідальність; комунікаційні та організаційні навички, включаючи навички самоорганізації; усвідомлення широти сфери застосування комп'ютерів; розуміння залежності знань від конкретних галузей та здатність до професійного спілкування з експертами з інших областей [2, с. 23-26].

Теми, які пропонуються для вивчення, структуровано за галузями знань (Knowledge Areas, KAs), а ті, у свою чергу, за змістовими модулями (Knowledge Units, KUs). Автори документу наголошують, що, хоч назви галузей знань часто є співзвучними із назвами дисциплін, така відповідність не обов'язково мусить бути повною. Одна область знань може поєднувати матеріал, який вивчається у межах різних курсів, а один курс – містити змістові модулі з кількох галузей знань. Змістові модулі (KUs) поділені на нормативні змістові модулі першого рівня (Core Tier-1), нормативні змістові модулі другого рівня (Core Tier-2) та вибіркові змістові модулі (Elective). Автори рекомендують включати до навчальних програм:

- усі нормативні змістові модулі з Core Tier-1 (відповідний матеріал повинні засвоїти всі студенти);
- усі чи майже всі нормативні змістові модулі з Core Tier-2 (всі студенти мають опанувати більшість цього матеріалу);

- значну частину вибіркового змістового модуля (на- полагаючи на недостатності включення лише но- рмативних змістових модулів).

Рекомендації щодо виділення годин на вивчення тих чи інших змістових модулів у CS2013 зорієнтовані на лекційні години, тимчасом як розподіл решти годин лишається на розсуд авторів навчальних планів та навчальних програм. При цьому наголошується, що опертя на лекційні години зовсім не означає неодмінного застосування винятково традиційних лекцій [2, с. 33].

У табл. 1 наведено перелік нормативних та вибіркового змістових модулів з галузі знань «Операційні системи» та рекомендована кількість лекційних годин для них.

Особливий інтерес у межах цього дослідження становили програмні засоби віртуалізації, що застосовуються під час проведення курсу з ОС різними навчальними закладами, а також місце відповідного модуля у змістовій складовій курсу. Зважаючи на наявність різних тлумачень терміну «віртуалізація», зазначимо, що використовуючи цей термін, ми надалі матимемо на увазі технології, засоби, методи тощо, яким притаманні три головні риси: (1) поділ ресурсів одного фізичного комп'ютера на декілька взаємно незалежних віртуальних середовищ або об'єднання ресурсів кількох фізичних комп'ютерів в одне віртуальне середовище; (2) оперативність переходу з одного віртуального середовища в інше; (3) приховування реальних фізичних ресурсів та заміна їх абстракціями [3, с. 127]. Апаратні складові та програмне забезпечення, яке у той чи інший спосіб реалізує три згадані вище риси, можуть бути означені як **засоби віртуалізації**. Відповідне програмне забезпечення називається **програмними засобами віртуалізації**, або **віртуалізаційним програмним забезпеченням**, а відповідні апаратні складові – **апаратними засобами віртуалізації** [4, с. 119].

Як видно з табл. 1, у CS2013 змістовий модуль «Віртуальні машини» має статус вибіркового і, як вказано далі у документі [2, с. 139], передбачає розгляд таких питань, як типи віртуалізації; віртуальна па-

м'ять і сторінкова організація пам'яті; віртуальні файлові системи; гіпервізори; портативна віртуалізація; емуляція та ізоляція; вартість віртуалізації. Йдеться не лише про віртуалізацію у досліджуваному нами розумінні, а й споріднені технології, які лежать в основі власне ОС (віртуальна пам'ять, віртуальні файлові системи тощо). З іншого боку, застосування технологій віртуалізації у практичній частині курсу даним документом не регламентується.

Перейдемо до розгляду досвіду навчання ОС в окремих вищих освітніх закладах світу. Дослідження здійснювалося передусім за наступними запитаннями: Які теми вивчаються? Які ОС розглядаються? Як організовано практичну частину курсу? Яке місце у навчанні ОС займають технології віртуалізації?

Серед виявлених особливостей розглянутих курсів з ОС зазначимо такі.

1. Розгляд технологій віртуалізації у межах лекційної частини курсу. У значній частині курсів з ОС віртуалізація розглядається на лекціях (як окрема тема або питання у складі іншої теми). Наразі йдеться як про віртуалізацію у досліджуваному нами значенні, так і про віртуалізацію у ширшому розумінні.

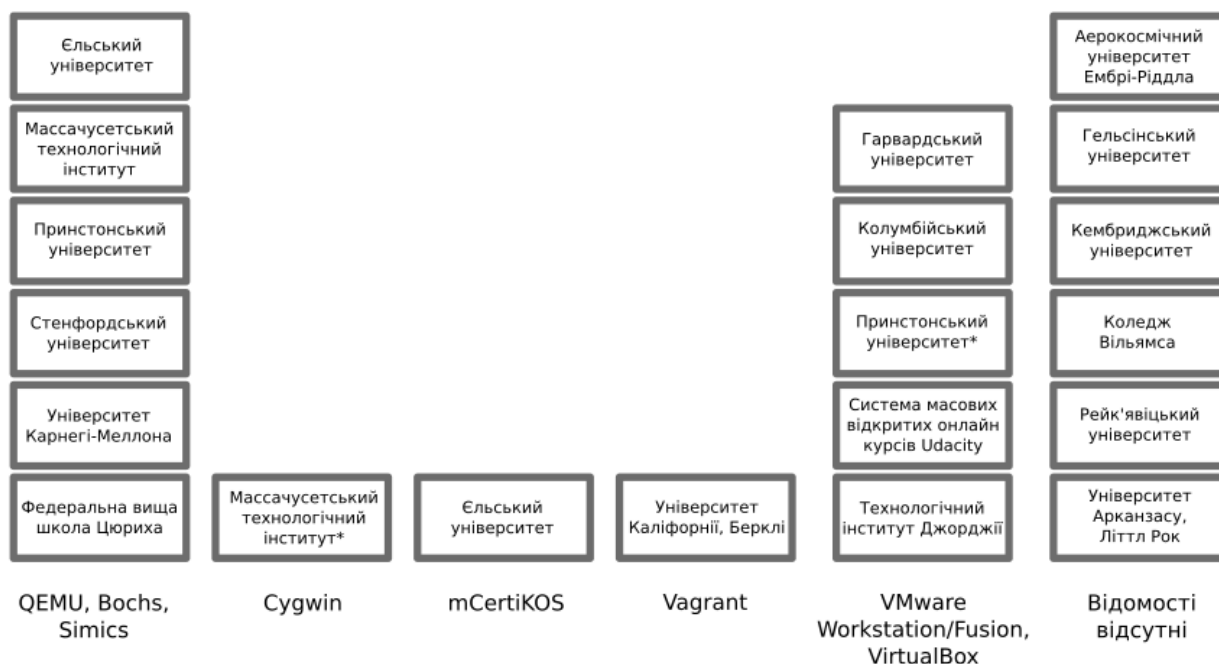
2. Застосування технологій віртуалізації під час виконання лабораторних робіт. У переважній більшості випадків для виконання лабораторних робіт використовуються один або декілька засобів віртуалізації (рис. 1). У частині випадків відомості про застосування засобів віртуалізації відсутні, що не підтверджує, але й не виключає можливість їх використання під час проведення курсу (стовпчик «Відомості відсутні»). Наразі, як видно з рис. 1, спостерігається значна різноманітність конкретних застосовуваних технологій та засобів віртуалізації.

3. Пріоритетність вивчення Unix-подібних ОС. Абсолютна більшість розглянутих курсів передбачає вивчення Unix-подібних ОС (рис. 2). Водночас конкретні Unix-подібні ОС, що вивчаються, різняться і мо-

Таблиця 1

Нормативні та вибіркові змістові модулі області знань «Операційні системи» (Operating Systems, OS) згідно з рекомендаціями CS2013

№ п/п	Назва змістового модуля	Статус змістового модуля: нормативний (Core Tier-1 / Core Tier-2) чи вибіркового	Мінімальна передбачена кількість лекційних годин (лише для нормативних змістових модулів), год
1	Огляд операційних систем	Нормативний (Core Tier-1)	2
2	Основні принципи роботи операційної системи	Нормативний (Core Tier-1)	1
3	Паралелізм	Нормативний (Core Tier-2)	1,5
4	Планування та диспетчеризація	Нормативний (Core Tier-2)	2
5	Керування пам'яттю	Нормативний (Core Tier-2)	2
6	Безпека і захист	Нормативний (Core Tier-2)	2
7	Віртуальні машини	Вибірковий	–
8	Керування пристроями	Вибірковий	–
9	Файлові системи	Вибірковий	–
10	Системи реального часу та вбудовані системи	Вибірковий	–
11	Відмовостійкість	Вибірковий	–
12	Оцінювання продуктивності системи	Вибірковий	–
Загальна кількість лекційних годин (без урахування вибіркового змістового модуля)			10,5



Примітка. Символом * позначено навчальні заклади, у яких вказаний засіб/засоби віртуалізації використовуються як допоміжні чи альтернативні. Ельський університет вказано у двох стовпчиках і без символу *, оскільки QEMU і mCertiKOS застосовуються разом (mCertiKOS поєднує риси гіпервізора й ОС).

Рис. 1. Розподіл досліджених вищих навчальних закладів світу за засобами віртуалізації, які застосовуються під час проведення курсу з ОС

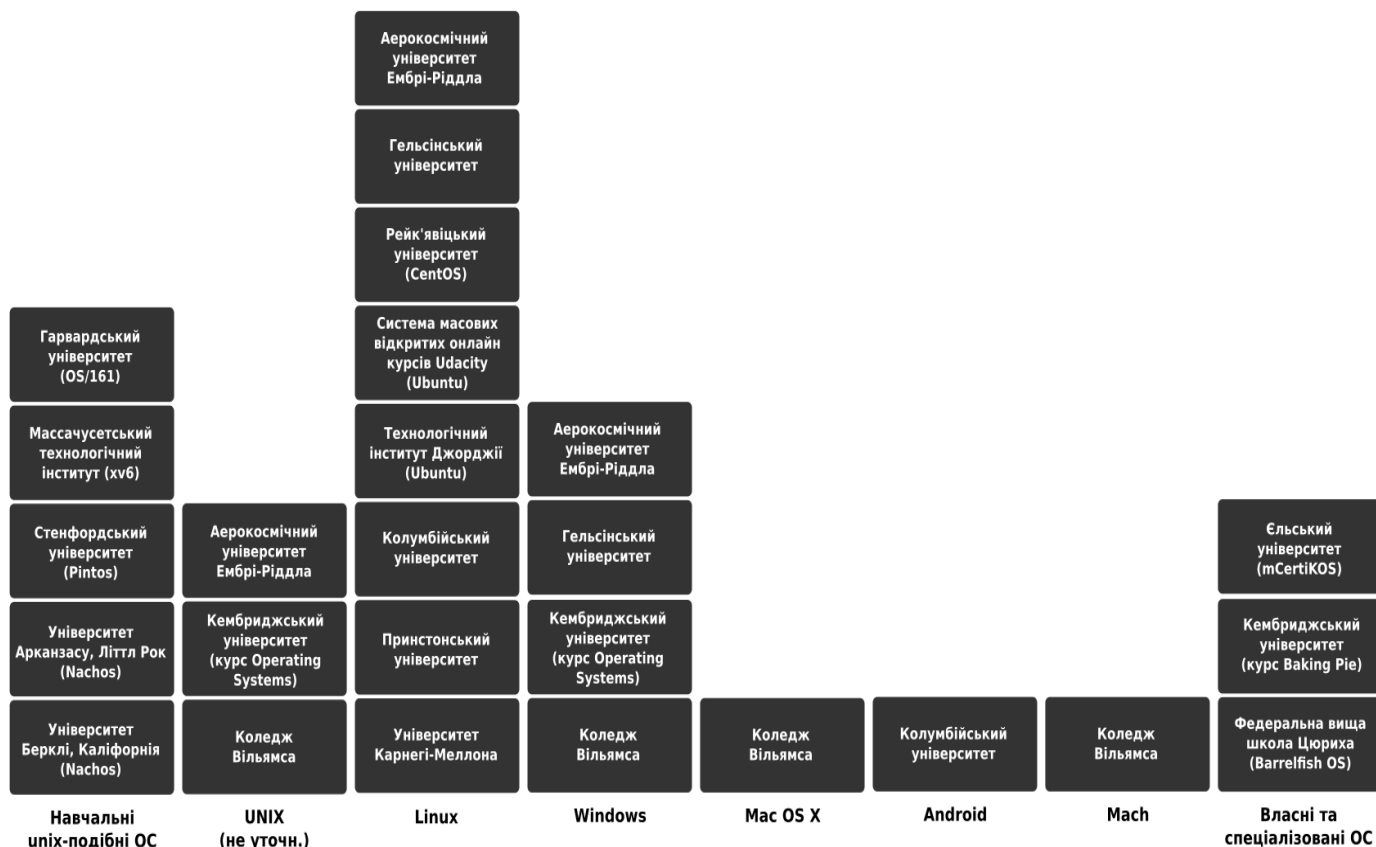


Рис. 2. Розподіл досліджених вищих навчальних закладів світу за ОС, що вивчаються у межах відповідного курсу

жуть бути навчальними unix-подібними ОС (Pintos, Nachos, OS/161, xv6), дистрибутивами Linux (Ubuntu, CentOS тощо), Mac OS X (у ролі додаткової ОС, поряд з іншою, не пропрієтарною unix-подібною ОС), мобільними unix-подібними ОС (Android). Зазначимо також, що у межах деяких курсів паралельно відбувається вивчення й ОС інших платформ (зокрема Windows та Mach).

4. Поєднання у практичній частині курсу системного програмування для ОС та (у деяких випадках) їх адміністрування. Хоч у більшості розглянутих курсів практична частина зосереджена передусім на системному програмуванні, у CS2013 рекомендується також включати до курсу навчання студентів адміністративних задач, зокрема пов'язаних з системною безпекою.

5. Навчання основ роботи із застосуванням ПЗ, у тому числі із програмними засобами віртуалізації. Відповідні інструктивні та інструктивно-методичні матеріали (розроблені спеціально для курсу або універсальні) розміщені у вільному онлайн-доступі і розраховані на самостійне опрацювання студентами.

6. Доступність альтернативних засобів віртуалізації. Веб-ресурси кількох курсів містять рекомендації щодо засобів віртуалізації, відмінних від основних засобів, використовуваних у межах курсу. Ці рекомендації адресовані студентам, які мають комп'ютери альтернативних апаратних та операційних платформ або які є власниками комп'ютерів з обсягом системних ресурсів, недостатнім для нормальної роботи основних засобів віртуалізації, що застосовуються під час цього курсу.

7. Жорсткі терміни здачі лабораторних робіт. У більшості випадків розклад курсу містить конкретні дати, до яких необхідно здати ту чи іншу роботу.

8. Жорстка політика щодо списування. Окремо наголошується також на необхідності вказувати джерела за умови використання готових фрагментів програмного коду (наприклад, коду із відкритих джерел). Описуються такі ситуації, як співпраця студентів під час групових проєктів.

9. Використання мережних ресурсів для здачі лабораторних робіт, зокрема Git (Колумбійський університет), персональний простір на сервері університету (Університет Карнегі-Меллона), Dropbox (Принстонський університет).

Висновки. Здійснено аналіз зарубіжного досвіду навчання ОС у вищих освітніх закладах, у тому числі аналіз ролі технологій віртуалізації у курсі з ОС, з огляду на можливість застосування цього досвіду у процесі підготовки бакалаврів інформатики. Серед виділених у результаті аналізу особливостей: пріоритетність вивчення unix-подібних ОС (в усіх випадках, у деяких з них – також паралельне вивчення інших ОС); застосування технологій віртуалізації під час виконання лабораторних робіт (у більшості випадків); жорстка політика щодо списування (у більшості випадків); жорсткі терміни здачі лабораторних робіт (у більшості випадків); розгляд технологій віртуалізації у межах лекційної частини курсу (у значній частині випадків); використання мережних ресурсів для здачі лабораторних робіт (у значній частині випадків); навчання основ ро-

боти із застосуванням ПЗ (у значній частині випадків); доступність альтернативних засобів віртуалізації (у деяких випадках); поєднання у практичній частині курсу системного програмування для ОС та їх адміністрування (згідно з рекомендаціям CS2013, у решті випадків – акцент на системне програмування). Частину виокремлених у ході аналізу особливостей було взято до уваги під час побудови методики застосування технологій віртуалізації unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики (доступність альтернативних засобів віртуалізації; навчання основ роботи з використовуваним ПЗ; поєднання у практичній частині курсу системного програмування та адміністрування). Досліджується можливість використання у курсі з ОС для бакалаврів інформатики й інших фрагментів зарубіжного досвіду.

* * *

Головня Е. С. Анализ зарубежного опыта обучения операционным системам в высшей школе

Аннотация. В статье проанализирован зарубежный опыт обучения операционным системам в высшей школе, в том числе рекомендации из руководящих принципов разработки учебных программ Computer Science Curricula 2013 (CS2013), материалы курсов по операционным системам известных высших учебных заведений мира. Выделены общие черты рассмотренных курсов и определены рекомендации по организации курса по операционным системам для бакалавров информатики в Украине.

Ключевые слова: бакалавры информатики, операционные системы, unix-подобные операционные системы, технологии виртуализации, CS2013.

* * *

Holovnya O. S. Analysis of the Experience of Teaching Operating Systems in Foreign Higher Education Institutions

Annotation. This study analyses the experience of teaching operating systems in foreign higher education institutions, particularly Computer Science Curricula 2013 (Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science, CS2013), and materials for operating systems courses taking place in world leading universities. The article reveals commonalities of considered courses and defines the recommendations for teaching the operating system course for bachelors of informatics in Ukraine.

Keywords: bachelors of informatics, operating systems, unix-like operating systems, virtualization technologies, CS2013.

Література

1. Computing Curriculum 2005: The Overview Report. Association for Computing Machinery (ACM), Association for Information Systems (AIS), Computer Society (IEEE-CS). 30 September 2005. URL: http://www.acm.org/education/education/curric_vols/CC2005-March06-Final.pdf (last access: 10.10.2016).
2. Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. The Joint Task Force on Computing Curricula. Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society. December 20, 2013. URL: <https://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf> (last access: 10.10.2016).
3. Головня О. С. Систематизація технологій віртуалізації // Інформаційні технології в освіті. – 2012. – №12. – С. 127-133. URL: <http://ite.kspu.edu/issue-12/p-127-133> (дата звернення: 10.10.2016).
4. Головня О. С. Критерії добору програмних засобів віртуалізації у навчанні unix-подібних операційних систем // Інформаційні технології в освіті. – 2015. – №24. – С. 119-133. URL: http://ite.kspu.edu/issue_24/p-119-133 (дата звернення: 10.10.2016).