

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

**ГОЛОВНЯ ОЛЕНА СЕРГІЇВНА**



УДК 004.451.9:(378.4+372.800.2)(0.43)

**МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ  
UNIX-ПОДІБНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
У ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ ІНФОРМАТИКИ**

13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України, м. Київ.

**Науковий керівник:** член-кореспондент НАПН України,  
доктор педагогічних наук, професор  
**Спирін Олег Михайлович**,  
ДВНЗ «Університет менеджменту освіти»,  
проректор з цифровізації освітньо-наукової  
діяльності, м. Київ.

**Офіційні опоненти:** доктор педагогічних наук, професор  
**Семеріков Сергій Олексійович**,  
Криворізький державний педагогічний університет,  
професор кафедри інформатики та прикладної  
математики, м. Кривий Ріг;

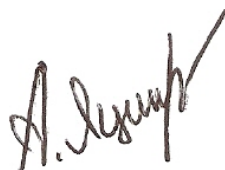
кандидат педагогічних наук, доцент  
**Олексюк Василь Петрович**,  
Тернопільський національний педагогічний  
університет імені Володимира Гнатюка,  
доцент кафедри інформатики та методики її  
викладання, м. Тернопіль.

Захист відбудеться 02 липня 2019 року о 14.30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.459.01 Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України за адресою: 04060, м. Київ, вул. М. Берлінського, 9, 2-й поверх, зала засідань вченої ради, к. 205.

Із дисертацією можна ознайомитися на сайті (<http://iitlt.gov.ua>), у відділі аспірантури та докторантури Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України за адресою: 04060, м. Київ, вул. М. Берлінського, 9, к. 209.

Автореферат розіслано 31 травня 2019 року.

**Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради**



А. В. Яцишин

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Навчання операційних систем (ОС), особливостей роботи з ними та основ написання програм для цих ОС є важливою частиною підготовки бакалаврів інформатики. Курс з ОС часто передбачає навчання Unix-подібних ОС у зв'язку з відповідністю означених ОС відкритим стандартам, розповсюдженням Unix-подібних ОС на серверах, поширенням багатьох таких ОС на безкоштовній основі, відкритістю їх програмних кодів тощо.

У процесі практичної роботи з ОС, що вивчаються, часто використовуються технології віртуалізації. Технології віртуалізації імітують різноманітні платформи і дають змогу створювати на їх основі відносно ізольовані середовища. Такі технології застосовують у випадках, коли ОС, що вивчається (наприклад, Linux), відрізняється від ОС, встановленої у комп'ютерних класах (наприклад, Windows), коли треба уникнути надання студентам адміністративних прав, коли студенти працюють на власних комп'ютерах тощо.

Навчання Unix-подібних ОС може здійснюватися у межах низки спеціальностей галузей знань 12 «Інформаційні технології», 11 «Математика та статистика», 01 «Освіта/Педагогіка» та ін., зокрема спеціальності 014.09 «Середня освіта (Інформатика)», яка передбачає підготовку вчителів інформатики.

Підготовці майбутніх учителів інформатики присвячено роботи В. Ю. Бикова, А. М. Гуржія, Л. В. Брескіної, М. І. Жалдака, М. П. Лапчика, Н. В. Морзе, С. М. Прийми, Ю. С. Рамського, О. М. Спіріна, Т. В. Тихонової, Ю. В. Триуса, Г. Ю. Цибко, Г. В. Шугайло та ін. Процес підготовки бакалаврів інформатики досліджували Т. А. Вакалюк, Т. Я. Вдовичин, Н. Б. Єпик, А. П. Кузьменко, В. М. Кузьменко, У. П. Когут та ін. Навчання інформатичних дисциплін досліджували М. І. Жалдак, Т. П. Кобильник, В. В. Лаптев, М. П. Лапчик, Н. В. Морзе, Н. І. Рижова, С. О. Семеріков, М. В. Швецький та ін.

Теоретичні і практичні аспекти технологій віртуалізації розглянуто у роботах таких авторів, як У. Агесен (O. Agesen), К. Адамс (K. Adams), М. Бен-Єгуда (M. Ben-Yehuda), Р. Голдберг (R. P. Goldberg), Ю. Лі (Y. Li), Р. Наїр (R. Nair), С. Нанда (S. Nanda), Н. Пеннеман (N. Penneman), М. Пірс (M. Pearce), Дж. Попек (G. J. Popek), М. Розенблюм (M. Rosenblum), Дж. Сміт (J. E. Smith), Р. Уліг (R. Uhlig) та ін. Практику використання технологій віртуалізації у навчанні Unix-подібних ОС описують К. Вейл (C. Vaill), Н. Вієно (N. Viennot), О. Лаадан (O. Laadan), Дж. Ні (J. Nieh) та ін.

Освітнє застосування технологій віртуалізації у вигляді хмарних обчислень розглянуто у роботах В. Ю. Бикова, С. Г. Литвинової, З. С. Сейдаметової, М. П. Шишкіної, Т. А. Вакалюк, О. В. Мерзликіна, Ю. Г. Носенко, М. В. Попель та ін. Використання технологій віртуалізації для навчання окремих інформатичних дисциплін вивчали А. Є. Батюк, Д. Є. Ванькевич, Г. Г. Злобін, Л. В. Павленко, М. П. Павленко та ін. Застосування хмарних середовищ, що надають засоби навчання для комплексу дисциплін, досліджували О. Г. Глазунова, В. В. Лапінський, О. П. Горбачевська, Г. С. Драган, В. П. Олексюк, О. В. Якобчук та ін.

Однак недостатньо вивченими лишаються питання добору засобів віртуалізації для навчання низки дисциплін, зокрема ОС, питання добору засобів віртуалізації для підготовки бакалаврів інформатики. Спостерігається відсутність навчально-

методичного забезпечення, спрямованого на добір таких засобів та ширше ознайомлення викладачів з технологіями віртуалізації.

Вибір проблеми дослідження обумовлений виявленими **суперечностями**:

- між доцільністю навчання Unix-подібних ОС бакалаврів інформатики і переважанням комп'ютерних класів з ОС Windows у ЗВО, які здійснюють підготовку бакалаврів інформатики;

- між можливостями застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики і недостатньою розробленістю відповідної методики;

- між різноманітністю сучасних засобів віртуалізації Unix-подібних ОС і нестачею інструктивно-дидактичних матеріалів для викладачів вітчизняних ЗВО з рекомендаціями щодо добору таких засобів.

**Проблемою дослідження** є необхідність розроблення навчально-методичного забезпечення для добору та застосування засобів віртуалізації у навчанні Unix-подібних операційних систем бакалаврів інформатики. Означена проблема та виявлені суперечності зумовили вибір теми дослідження *«Методика застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики»*.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація виконана в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України відповідно до тем науково-дослідної роботи «Система науково-організаційного і технологічного забезпечення розвитку мережі електронних бібліотек установ НАПН України» (ДР № 0112U000283); «Система інформаційно-аналітичної підтримки педагогічних досліджень на основі електронних систем відкритого доступу» (ДР № 0115U002234); «Хмарні технології у навчанні майбутніх вчителів інформатики» (НДР №0117U001063) спільної науково-дослідної лабораторії Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України і Житомирського державного університету імені Івана Франка. Тема дисертаційної роботи затверджена на засіданні Вченої ради Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (протокол №1 від 26.01.2012 р.), узгоджена в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні при НАПН України (протокол №7 від 27.09.2011 р.).

**Об'єкт дослідження** – процес навчання бакалаврів інформатики у ЗВО.

**Предмет дослідження** – застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики.

**Мета дослідження** – розробити методику застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у навчанні бакалаврів інформатики.

Відповідно до мети дослідження поставлено такі **завдання**:

1. З'ясувати стан розробленості проблеми застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики у практиці навчання операційних систем, уточнити понятійний апарат дослідження.

2. Проаналізувати наявні технології з метою добору засобів віртуалізації для навчання Unix-подібних операційних систем бакалаврів інформатики.

3. Визначити критерії, показники, рівні сформованості інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо операційних систем.

4. Розробити модель застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики.

5. Розробити методику застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики та експериментально перевірити її педагогічну доцільність.

Для досягнення поставленої мети й вирішення завдань використано такі **методи дослідження**.

*Теоретичні методи:* аналіз та узагальнення наукових та науково-методичних джерел з проблеми дослідження, законодавчої та нормативної документації з питань вищої освіти, вітчизняного та закордонного досвіду навчання операційних систем та використання технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем, власного педагогічного досвіду.

*Емпіричні методи:* анкетування, бесіди з викладачами, студентами, педагогічне спостереження за процесом застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики; моделювання навчального процесу і педагогічного експерименту в умовах застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем; методи математичної статистики для опрацювання результатів педагогічного експерименту (критерій типу Колмогорова-Смирнова, кутове перетворення Фішера, коефіцієнт узгодженості Кендалла).

**Наукова новизна і теоретичне значення** одержаних результатів полягає тому, що вперше:

– *теоретично обґрунтовано та розроблено* модель застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики; визначено критерії, показники та рівні сформованості інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо операційних систем;

– *уточнено* поняття інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо операційних систем; критерії добору засобів віртуалізації у навчанні бакалаврів інформатики Unix-подібних операційних систем; процедуру добору засобів віртуалізації для навчання операційних систем бакалаврів інформатики;

– *дістала подальшого розвитку* методика застосування апаратних і програмних засобів інформатизації освіти у частині, що стосується навчання операційних систем бакалаврів інформатики.

**Практичне значення** одержаних результатів полягає у тому, що

– *розроблено* методику застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики;

– *розроблено* методичний посібник для бакалаврів інформатики «Операційні системи та системне програмування», що містить лабораторні та самостійні роботи, адаптовані до застосування кількох засобів віртуалізації у процесі навчання операційних систем;

– *розроблено* методичні рекомендації «Технології віртуалізації у навчанні операційних систем бакалаврів інформатики» для викладачів закладів вищої освіти.

Теоретичні та практичні результати дослідження можуть бути використані у педагогічних закладах вищої освіти викладачами та студентами у процесі навчання Unix-подібних операційних систем, для добору засобів віртуалізації у навчанні

операційних систем, для добору та розробки навчально-методичного забезпечення курсу з операційних систем.

**Упровадження результатів дослідження.** Результати дослідження впроваджено в навчальний процес Житомирського державного університету імені Івана Франка (довідка № 587 від 19.06.2017), Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка (довідка № 1151 від 11.05.2018), Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (довідка № 521 від 17.05.2018), Бердянського державного педагогічного університету (довідка № 57-39/277 від 19.03.2019).

**Особистий внесок автора.** У статті, опублікованій у співавторстві, автору належить: обґрунтування та опис методики застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики, опис результатів експериментальної перевірки пропонованої методики [9].

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати дослідження доповідались та обговорювались на наукових заходах різного рівня: *міжнародних конференціях* – VII Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні технології в освіті» (м. Ялта, 2010 р.); Міжнародна науково-практична конференція FOSS Lviv-2011 (м. Львів, 2011 р.); IX міжнародна конференція "Нові інформаційні технології в освіті для всіх (ІТЕА-2014)" (м. Київ, 2014 р.); VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2016» (м. Житомир, 2016 р.); *міжнародних семінарах* – Науково-практичний семінар «Міжнародна співпраця» (м. Київ, 2012 р.); *всеукраїнських конференціях* – II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих науковців «Наукова молодь – 2014» (м. Київ, 2014 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці» (м. Житомир, 2016 р.); II Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці», присвячена 10-ій річниці функціонування Інтернет-порталу E-OLYMP (м. Житомир, 2017 р.); III Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці» (м. Житомир, 2018 р.); Звітні наукові конференції Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (м. Київ, 2012-2018 р.); *всеукраїнських семінарах* – Всеукраїнських методологічних семінарах для молодих учених «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті та наукових дослідженнях» (м. Київ, 2011-2016 р.).

Матеріали і результати дослідження обговорювались на засіданнях і семінарах кафедри прикладної математики та інформатики Житомирського державного університету імені Івана Франка (2011-2018 рр.), на засіданнях відділу відкритих освітньо-наукових інформаційних систем Інституту інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України (2012-2018 рр.).

**Публікації.** Основні результати дослідження відображено у 19 опублікованих працях (43,87 д. а., особистий внесок – 43,27 д. а.), серед них 6 статей у наукових фахових виданнях (5,86 д. а., особистий внесок – 5,36 д. а.), 10 тез доповідей у матеріалах конференцій (2,52 д. а., особистий внесок – 2,42 д. а.), 2 методичних посібники (32,65 д. а.), 1 методичні рекомендації (2,84 д. а.).

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотації, списку публікацій здобувача за темою дисертації, переліку умовних позначень, скорочень і термінів, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Обсяг дисертації 384 сторінки (14,2 авт. а.), основний текст дисертації викладено на 216 сторінках (8,7 авт. а.). Робота містить 45 таблиць та 65 рисунків, розміщених на 70 сторінках, 20 додатків розміщено на 126 сторінках. Список використаних джерел складає 298 найменувань, серед яких 105 – англійською мовою.

### **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження; показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; визначено об'єкт, предмет, мету, гіпотезу, завдання та методи дослідження; розкрито наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дослідження; охарактеризовано апробацію та впровадження результатів дослідження; схарактеризовано особистий внесок здобувача в роботу, опублікованій у співавторстві; подано структуру дисертаційної роботи.

У **першому розділі** «**Теоретичні основи застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики**» подано результати теоретичного аналізу стану розробленості досліджуваної проблеми у науково-методичній, психолого-педагогічній, технічній, навчальній літературі та у практиці навчання операційних систем у закладах вищої освіти.

Враховуючи широке розповсюдження та різноманітність тлумачень терміну «віртуалізація», сформульовано робоче означення віртуалізації, згідно з яким *віртуалізація* – це поняття, що об'єднує технології, засоби, методи тощо, котрим 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. Під *засобами віртуалізації* пропонуємо розуміти апаратні складові та програмне забезпечення, які у той чи інший спосіб реалізують три головні риси віртуалізації, перелічені вище. Відповідне програмне забезпечення є *програмними засобами віртуалізації*, а відповідні апаратні складові – *апаратними засобами віртуалізації*.

Виокремлено два основні аспекти зв'язку між віртуалізацією в галузі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) й віртуалізацією в освіті: (I) віртуалізація як засіб навчання (технології, котрі у тому чи іншому вигляді забезпечують ефект віртуальної реальності, використані як засіб навчання – віртуальні класи, віртуальні лабораторії, віртуальні мережні спільноти, віртуальні машини, віртуальні контейнери тощо); (II) віртуалізація як предмет навчання (віртуалізація у будь-якому з її тлумачень як частина змісту освіти). Визначено часткову відповідність віртуалізації у досліджуваному розумінні обом аспектам.

У результаті розгляду низки підходів до систематизації технологій віртуалізації в ІКТ розумінні вироблено узагальнену систематизацію цих технологій. Систематизація здійснювалася за двома критеріями: напрям віртуалізації та метод віртуалізації. За напрямом віртуалізації виокремлено віртуалізацію серверів, віртуалізацію настільних ОС, віртуалізацію програмних застосунків та віртуалізацію

робочого столу. За методом віртуалізації виокремлено програмну та апаратну віртуалізацію. Апаратна віртуалізація виконується на основі двох основних технологій: Intel VT-x та AMD-V, програмна віртуалізація – методом повної емуляції, емуляції системних бібліотек чи квазіемуляції. Квазіемуляцію може бути реалізовано методом динамічної трансляції та методом паравіртуалізації.

Досліджено відомості про курс з ОС у вітчизняних ЗВО (інформація з офіційних веб-ресурсів ЗВО, наукові, науково-методичні та навчально-методичні публікації, усні та електронні бесіди з викладачами та випускниками). З'ясовано перелік основних спеціальностей, студенти яких вивчають курс з ОС, назви відповідних навчальних дисциплін. Виявлено застосування під час лабораторних робіт з ОС як встановлюваних локально засобів віртуалізації, так і надання віддаленого доступу до віртуальних машин і віртуальних контейнерів на базі віртуалізованого сервера та у хмарі.

*Інформатичні компетентності бакалаврів інформатики щодо операційних систем* пропонуємо розуміти як підтверджені на практиці здатності особистості на основі опанованих знань, умінь та навичок з операційних систем використовувати такі системи та технології їх адміністрування й системного програмування для задоволення власних індивідуальних потреб і розв'язування професійних задач у галузі інформатики.

Виокремлено інформатичні компетентності бакалаврів інформатики щодо ОС: знати та розуміти основні етапи, напрями та тенденції розвитку ОС; орієнтуватися у класифікації ОС, з урахуванням їх архітектури та сфери застосування; знати та розуміти теоретичні основи будови та функціонування ОС; вміти використовувати інтерфейс користувача Unix-подібних ОС (графічний інтерфейс і/або інтерфейс командного рядка); вміти налаштовувати мережне з'єднання у Unix-подібних ОС; вміти встановлювати програмне забезпечення у Unix-подібних ОС, виконувати його наступне оновлення та деінсталяцію; вміти відстежувати роботу процесів та потоків в ОС і керувати ними; вміти здійснювати моніторинг використання різних видів пам'яті; володіти основами роботи з файловою системою у Unix-подібних ОС; володіти основами роботи з налаштуваннями системи безпеки ОС; володіти основами системного програмування мовою C++ у Linux і/або у Windows; вміти одержувати довідкові відомості щодо використання ОС та програмування у них. Визначено педагогічні умови навчання ОС: зовнішні (професіоналізм діяльності викладача; мікросоціум навчальної групи; мікросоціум навчального закладу; навчальні приміщення освітнього закладу; галузеві стандарти вищої освіти; цілепокладання; побудова навчальних планів, програм та змісту навчального матеріалу; форми, методи і засоби навчання) та внутрішні (сформованість мотиваційної сфери студента; розвиток логічного мислення студента; графічна та алгоритмічна культуру студента; рівень сформованості в студента компетентностей з інших інформатичних дисциплін, фізико-математичних дисциплін та з іноземних мов; пізнавальні вміння; емоційно-позитивне ставлення студента до учіння; здатність студента до самоорганізації; зорієнтованість щодо майбутньої професійної діяльності; спроможність до співпраці на рівноправних засадах; здатність студента до підпорядкування зі зворотним зв'язком).

В результаті аналізу закордонного досвіду навчання ОС у вищій школі (науково-методичні публікації, підручники, навчальні програми, рекомендації щодо розробки навчальних програм Computer Science Curricula 2013, відомості з онлайн ресурсів



навчальних закладів), виявлено особливості курсів з ОС, що полягають у наступному: пріоритетність вивчення Unix-подібних ОС; поєднання у практичній частині курсу системного програмування для ОС та (у деяких випадках) їх адміністрування; передбаченість лабораторних робіт курсом; розгляд технологій віртуалізації у межах лекційної частини курсу; поширеність застосування засобів віртуалізації під час виконання лабораторних робіт та різноманітність цих засобів; навчання основ роботи із застосовуваним ПЗ (зокрема із засобами віртуалізації); доступність альтернативних засобів віртуалізації та ін. Виявлені шляхи використання технологій віртуалізації було враховано під час розробки методики застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у навчанні бакалаврів інформатики.

У другому розділі **«Проектування методики застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики»** описано загальну методику дослідження, розроблено модель застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики, розроблено критерії добору програмних засобів віртуалізації у навчанні Unix-подібних ОС бакалаврів інформатики та здійснено порівняльний аналіз програмних засобів віртуалізації на основі цих критеріїв.

Розроблена *модель застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики* складається з цільового, змістового, технологічного, діагностичного та аналітичного компонентів (рис. 1), послідовність яких циклічно повторюється з кожним проведенням курсу.

*Цільовий компонент* містить мету і завдання застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики, інформатичні компетентності бакалаврів інформатики щодо ОС та відповідні їм результати навчання. Складові цільового компоненту зумовлено відповідними галузевими стандартами вищої освіти України, проаналізованими дослідженнями з підготовки вчителів інформатики, світовим досвідом навчання ОС.

*Змістовий компонент* моделі відповідає змісту навчальної дисципліни «Операційні системи та системне програмування», сформованим, у свою чергу, згідно з інформатичними компетентностями щодо ОС, виокремленими у межах цільового компоненту, й відповідними їм очікуваним результатам навчання. Визначено змістові модулі з навчальної дисципліни «Операційні системи та системне програмування», для яких є педагогічно виваженим застосування технологій віртуалізації.

*Технологічним компонентом* визначено форми, методи та засоби навчання, спрямовані на досягнення поставлених мети і завдань. Серед засобів навчання особливу увагу приділено засобам віртуалізації.

*Діагностичний компонент* передбачає діагностування рівня сформованості визначених компетентностей шляхом перевірки відповідних результатів навчання під час захисту лабораторних робіт, тестових опитувань з теорії ОС, тестового опитування «Unix-подібні операційні системи», педагогічне спостереження. Діагностування здійснюється згідно з критеріями (теоретичний, адміністративний, програмістський, самонавчальний), показниками сформованості інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо ОС.

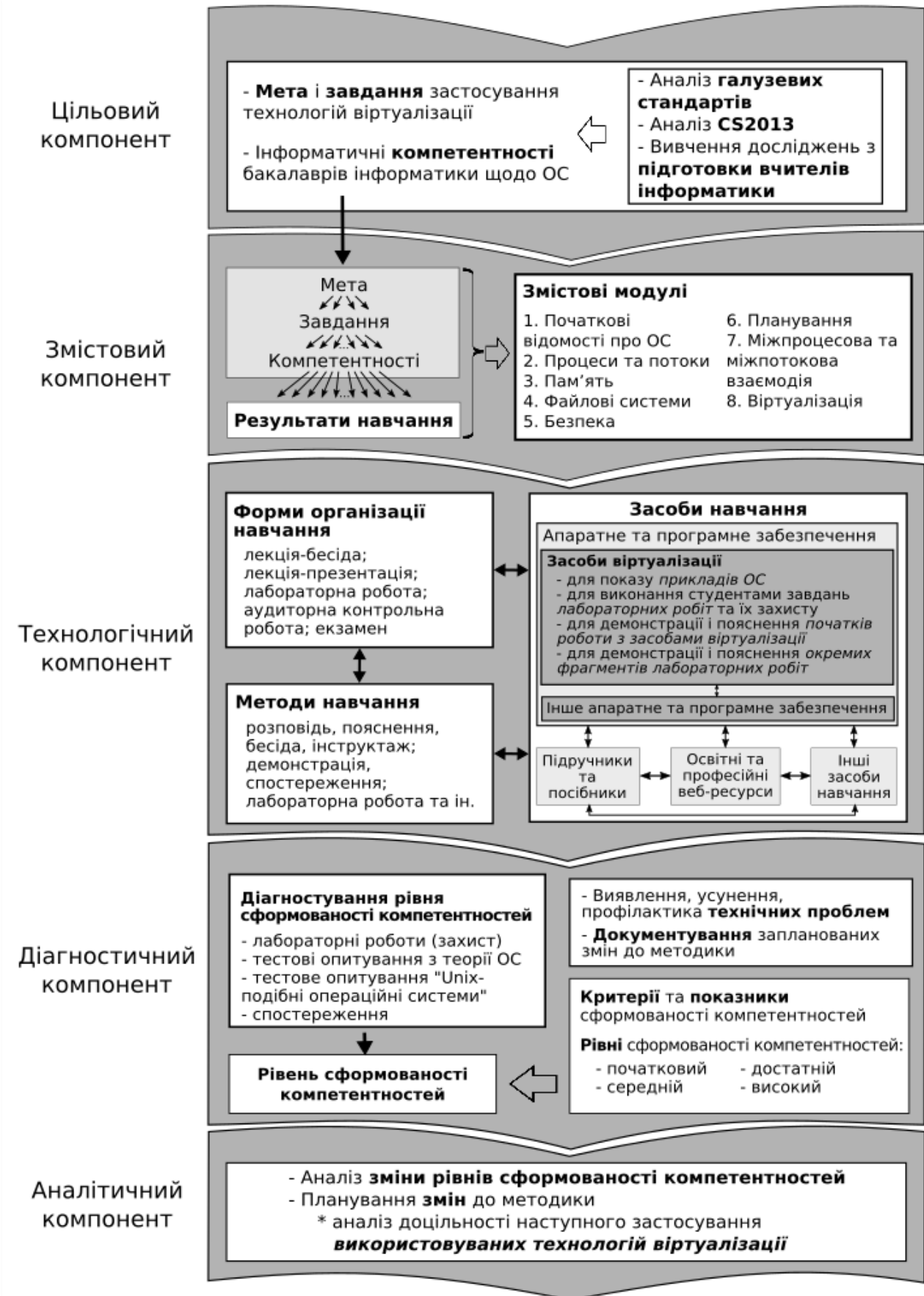


Рис. 1. Модель застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики

Оцінювання за пропонованими критеріями та показниками відбувається за рівнями сформованості компетентностей: початковий (наявність фрагментарних знань, мінімальна самостійність у виконанні практичних завдань), середній (володіння необхідним мінімумом знань, базова самостійність у виконанні практичних завдань), достатній (впевнене володіння основним обсягом знань, помірна самостійність у виконанні практичних завдань), високий (вільне володіння визначеним програмою обсягом знань, суттєва самостійність у виконанні практичних завдань, схильність до аналітичного й творчого опрацювання матеріалу, пошуку власних способів виконання завдань).

Також у межах діагностичного компоненту відбувається виявлення й усунення технічних проблем, зокрема пов'язаних з використанням засобів віртуалізації, здійснюється профілактика виникнення цих проблем у майбутньому. Виконується документування успішних технічних рішень та запланованих змін до методики.

*Аналітичний компонент* містить аналіз ходу й результатів реалізації методики протягом поточної ітерації задля подальшого врахування підсумків аналізу на наступній ітерації і, як наслідок, поступового вдосконалення методики.

Сформовано наступні критерії та показники добору програмних засобів віртуалізації у навчанні бакалаврів інформатики Unix-подібних ОС: відповідність використовуваної технології віртуалізації потребам курсу (можливість формування інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо ОС; швидкість; надійність; універсальність щодо гостьових ОС; універсальність комп'ютерного класу; м'якість переходу для викладача та навчального закладу; уникнення надання студенту прав адміністратора; простота організації студентської самостійної роботи; оперативність переключення між ОС; простота вилучення/заміни ОС, що вивчається), універсальність (універсальність щодо основних ОС; універсальність щодо гостьових ОС; універсальність щодо технологій апаратної віртуалізації), ліцензійна чистота (вид ліцензії), функціональність інтерфейсу (наявність графічного інтерфейсу; можливість керування з командного рядка; наявність україномовного інтерфейсу; можливість віддаленого доступу), популярність та підтримка (середній пошуковий інтерес; засоби підтримки користувачів; дата випуску останнього стабільного релізу). Сформовано параметри оцінювання показників. На основі розроблених критеріїв проведено порівняльний аналіз низки програмних засобів віртуалізації, а також альтернативних варіантів навчання Unix-подібних ОС, котрі не передбачають безпосереднього застосування технологій віртуалізації. У разі, коли всі показники мають однакову вагу, найбільшу кількість позитивно проявлених показників має гіпервізор Oracle VirtualBox. Водночас, відзначено суттєву залежність одержаних результатів від вагових коефіцієнтів оцінюваних показників і зроблено висновок про потребу індивідуального добору засобів віртуалізації у кожному окремому випадку.

У **третьому розділі «Методичні основи застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики»** розроблено та описано методику застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики.

*Мета* застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики полягає у створенні умов для формування в студентів інформатичних компетентностей щодо ОС. Відповідно до мети визначено *завдання*

застосування Unix-подібних ОС: (1) навчання основ теорії ОС; (2) освоєння основ адміністрування ОС; (3) навчання основ системного програмування; (4) створення передумов для подальшої самоосвіти з ОС.

Кожному завданню відповідають інформатичні *компетентності* бакалаврів інформатики щодо ОС, визначені у розділі 1, та *очікувані результати навчання*. Разом зазначені мета, завдання, компетентності й результати навчання утворюють чотирирівневу структуру.

Розроблена методика містить мету, завдання, зміст, форми, методи і засоби. Обґрунтовано необхідність індивідуального добору засобів віртуалізації Unix-подібних ОС, потребу залучення альтернативних засобів віртуалізації поряд з основними. Запропоновано здійснювати застосування технологій віртуалізації згідно з варіативним підходом.

*Варіативний підхід* до застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики полягає у поєднанні кількох засобів віртуалізації та, можливо, варіантів навчання ОС без використання віртуалізації задля відповідності індивідуальним особливостям проведення курсу, індивідуальним потребам студентів і для забезпечення стійкості у разі програмних та апаратних збоїв. Підхід передбачає наступні завдання: (1) ознайомити викладачів та студентів з різноманітністю засобів віртуалізації; (2) навести приклад поєднання кількох засобів віртуалізації у межах одного курсу з ОС; (3) здійснити адаптування навчально-методичних матеріалів до використання різних засобів віртуалізації.

Відповідно до завдань варіативного підходу, створено *комбінацію засобів віртуалізації* та іншого ПЗ для навчання ОС бакалаврів інформатики (гіпервізор Oracle VirtualBox, хмарний сервіс Amazon EC2, інтегроване середовище розробки Code::Blocks, а також варіанти навчання ОС без залучення засобів віртуалізації). Пропонується різна пріоритетність вибору засобу, залежно від суті практичних завдань (адміністрування чи програмування) та ОС, що вивчається (Linux чи Windows). Визначено поняття **основного засобу**, застосовуваного для практичних завдань певного типу у більшості ситуацій, та **альтернативних засобів**, які можуть бути використані у разі виникнення проблем з основним. Уточнено процедуру добору засобів віртуалізації для навчання ОС бакалаврів інформатики, спрямовану на визначення однієї або кількох категорій засобів віртуалізації залежно від індивідуальних особливостей проведення курсу з ОС.

Розроблено *методичний посібник* «Операційні системи та системне програмування» для навчання бакалаврів інформатики, складений відповідно до варіативного підходу і створеної комбінації засобів віртуалізації. У методичному посібнику завдання є максимально незалежними від використовованого засобу віртуалізації, наведено адаптовані інструкції для різних засобів віртуалізації. Укладено *методичні рекомендації* «Технології віртуалізації у навчанні операційних систем бакалаврів інформатики», спрямовані на ознайомлення викладачів із технологіями віртуалізації, підтримку свідомого та поінформованого добору ними засобів віртуалізації для курсу з ОС.

Зміст, форми, методи і засоби навчання під час застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС описано на прикладі змістового модуля «Файлові

системи». З метою вибору змістового модуля для детального розгляду проведено експертне опитування. До опитування залучено 15 респондентів – викладачів ЗВО України, яким було запропоновано оцінити важливість змістових модулів курсу з ОС для бакалаврів інформатики. Констатовано невисоку однотайність експертів (коефіцієнт узгодженості Кендалла  $W=0,33$ ), визначено її можливі причини, виокремлено групу змістових модулів, котрі одержали найвищі суми оцінок, серед яких – змістовий модуль «Файлові системи».

У **четвертому розділі «Організація, проведення та результати педагогічного експерименту»** описано організацію і проведення педагогічного експерименту, а також статистичне опрацювання одержаних результатів.

У ході педагогічного експерименту перевірялася гіпотеза: якщо навчання Unix-подібних операційних систем здійснювати на основі розробленої методики застосування технологій віртуалізації, то це дасть змогу підвищити результативність формування інформатичних компетентностей щодо ОС у бакалаврів інформатики.

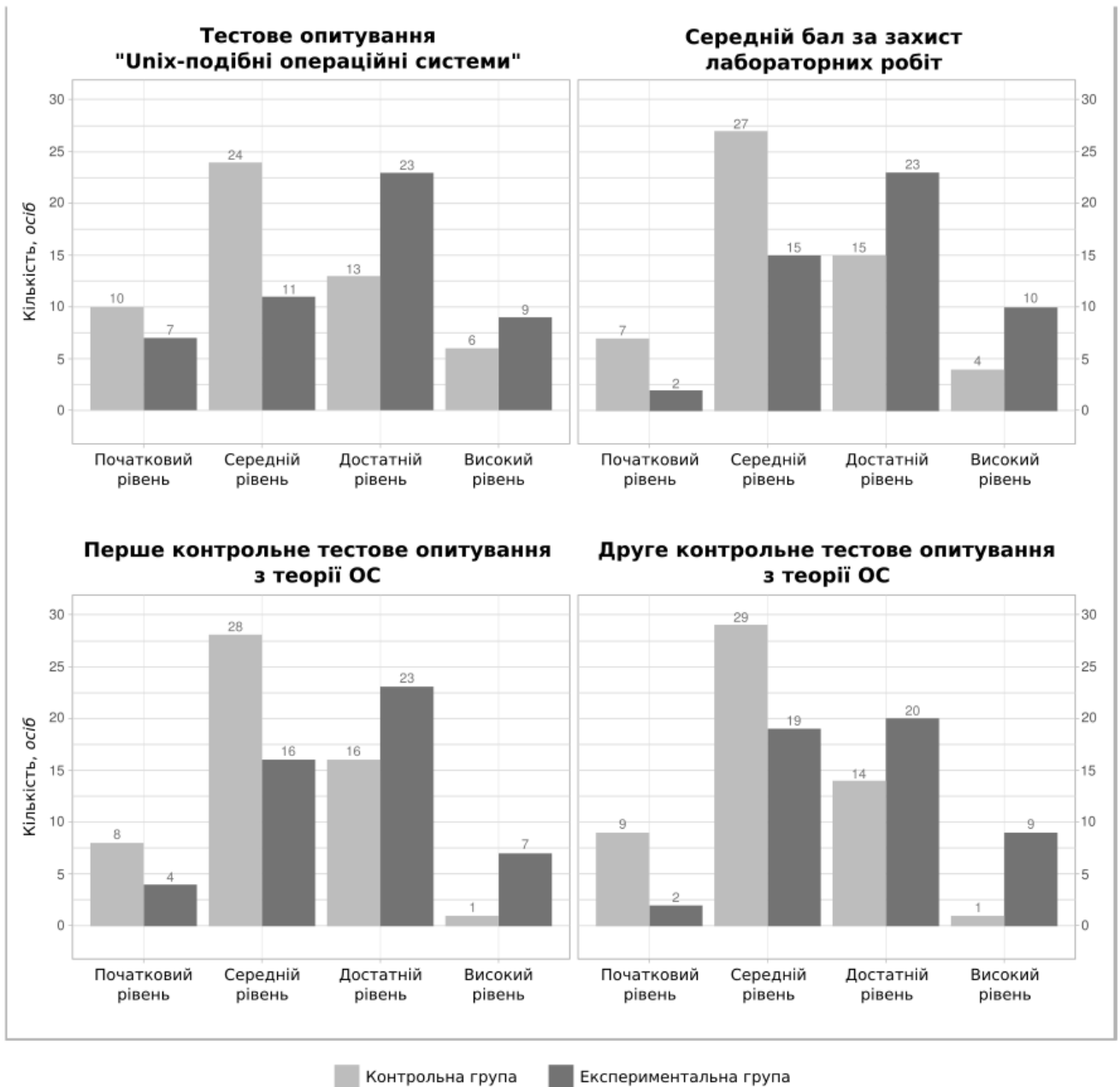
Педагогічний експеримент тривав з 2013 по 2018 рр. й відбувався у наступні етапи: *констатувальний етап* (2013-2015; аналіз вітчизняного та закордонного досвіду навчання ОС і ролі у ньому засобів віртуалізації; бесіди з вітчизняними студентами, викладачами курсу з ОС, фахівцями в галузі; аналіз власного досвіду викладання курсу з ОС бакалаврам інформатики; аналіз підсумкових балів майбутніх бакалаврів інформатики за курс з ОС та контрольне тестове опитування «Unix-подібні операційні системи»; анкетування викладачів щодо їхнього досвіду застосування технологій віртуалізації під час викладання курсу з ОС; розробка методики застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики; уточнення гіпотези дослідження; підбір експериментальної бази для формувального етапу експерименту, формування контрольної та експериментальної групи й перевірка однорідності вибірок); *формувальний етап* (2015-2018; реалізація навчання курсу з ОС відповідно до розробленої методики; організація і проведення контрольних заходів у контрольній та експериментальній групах; аналіз одержаних експериментальних даних; узагальнення результатів аналізу експериментальних даних; розробка методичних рекомендацій із застосування технологій віртуалізації у навчанні ОС бакалаврів інформатики; експертне опитування з метою вибору змістового модуля для опису на його прикладі розробленої методики; впровадження результатів дослідження у процес підготовки бакалаврів інформатики у вітчизняних ЗВО).

У межах **констатувального етапу** експерименту було виявлено такі особливості курсу з ОС у вітчизняних та закордонних ЗВО, як: неоднаковість за обсягом годин та навчальними програмами; часте використання технологій віртуалізації під час виконання лабораторних робіт; застосування одного чи декількох засобів віртуалізації під час виконання лабораторних робіт; пріоритетність вивчення Unix-подібних ОС (особливо у закордонних ЗВО) і можливість вивчення також іншої ОС (Windows, Android та ін.); навчання основ роботи із застосовуваним ПЗ та ін. Відзначено наступні проблеми, пов'язані із застосуванням технологій віртуалізації під час навчання Unix-подібних ОС: апаратні та програмні збої; низька швидкість роботи віртуалізованої ОС; відсутність адаптованих інструкцій до віртуалізаційного ПЗ;

прив'язаність лабораторних занять до конкретних аудиторій; неоднаковість умов здійснення самостійної роботи студентів з віртуалізованою ОС. Констатовано загалом нижчий рівень навчальних досягнень, пов'язаних із Unix-подібними ОС, порівняно з аналогічним рівнем для ОС Windows. Виявлено наявність низки відмінностей у навчанні ОС у вітчизняних ЗВО, які стосувалися зокрема: ОС, що вивчаються; категорій використовуваного віртуалізаційного ПЗ та конкретних засобів віртуалізації; технічних умов; співвідношення застосування під час лабораторних робіт графічного інтерфейсу та інтерфейсу командного рядка; оцінювання викладачами важливості низки факторів добору засобів віртуалізації та ін. На підставі результатів констатувального етапу експерименту зроблено висновки: важливим є індивідуальний добір засобів віртуалізації для курсу з ОС; необхідним є залучення альтернативних засобів віртуалізації поряд з основними. Формувальний етап педагогічного експерименту було проведено на базі Житомирського державного університету імені Івана Франка (2014-15, 2015-16 н. р.), Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (2014-15, 2015-16 н. р.), Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка (2015-16 н. р.). Контрольну групу (КГ) – 53 особи та експериментальну групу (ЕГ) – 50 осіб сформовано з майбутніх бакалаврів інформатики (загальна кількість – 103 особи), на момент проведення експерименту – студентів напряму підготовки 6.040302 «Інформатика». Однорідність вибірок перевірено шляхом аналізу середнього балу, одержаного студентами на попередніх сесіях (критерій типу Колмогорова-Смирнова, емпіричне значення критерію 0,34, менше за критичне  $\lambda_{0,05} = 1,22$ ), а також аналізу частки студентів, які мали досвід користування Unix-подібними ОС і досвід користування засобами віртуалізації до початку проходження курсу (кутове перетворення Фішера, емпіричні значення критерію 0,38 для частки студентів з досвідом користування Unix-подібними ОС і 0,57 для частки студентів з досвідом користування засобами віртуалізації, менші за критичне  $\varphi_{0,05} = 1,64$ ). За результатами аналізу всіх трьох ознак маємо право прийняти гіпотезу про однаковість розподілу досліджуваних ознак у контрольній та експериментальній групі на рівні значущості 0,05.

Під час **формульовального етапу** експерименту відбулася реалізація пропонованої методики. Було одержано та проаналізовано наступні бали студентів контрольної та експериментальної групи: бал за тестове опитування «Unix-подібні операційні системи», середній бал за захист лабораторних робіт, бали за два контрольні тестові опитування з теорії ОС (рис. 2).

Застосовано критерій типу Колмогорова-Смирнова (емпіричні значення критерію 1,43, 1,53, 1,42, 1,51 відповідно, більші за критичне  $\lambda_{0,05} = 1,22$ , але менші або несуттєво більші за критичне  $\lambda_{0,01} = 1,52$ ). З метою уточнення результатів використано кутове перетворення Фішера (емпіричні значення критерію 2,90, 3,11, 2,88, 3,09 відповідно, більші за критичне  $\varphi_{0,01} = 2,31$ ). В усіх чотирьох випадках маємо право прийняти гіпотезу про наявність статистично значущих відмінностей розподілу досліджуваних ознак у контрольній та експериментальній групі на рівні значущості 0,01.



*Рис. 2. Розподіл за рівнями навчальних досягнень на основі результатів формувального етапу експерименту*

Отже, результати формувального етапу педагогічного експерименту підтверджують гіпотезу дослідження й засвідчують педагогічну доцільність запропонованої методики застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики.

## ВИСНОВКИ

Відповідно до мети і завдань дисертаційного дослідження отримано наступні основні **результати**: з'ясовано стан розробленості проблеми застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики у практиці навчання операційних систем, уточнено понятійний апарат дослідження; проаналізовано наявні технології з метою добору засобів віртуалізації для навчання Unix-подібних операційних систем бакалаврів інформатики; визначено критерії

показники, рівні сформованості інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо операційних систем; розроблено модель застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики; розроблено методичку застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики та експериментально перевірено її педагогічну доцільність.

Одержані результати дослідження дають підстави зробити наступні висновки.

1. Віртуалізацію варто розуміти як поняття, що об'єднує технології, засоби, методи тощо, котрим 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.

Побудовано узагальнену систематизацію технологій віртуалізації за напрямом (віртуалізація серверів на основі віртуальних машин, віртуальних контейнерів; віртуалізація настільних ОС на основі віртуальних машин, віртуальних контейнерів; віртуалізація програмних застосунків; віртуалізація робочого столу на основі сервісів віддаленого робочого столу, інфраструктури віртуального робочого столу) та за методом (програмна віртуалізація за допомогою повної емуляції; емуляції системних бібліотек; квазіемуляції на основі динамічної трансляції, паравіртуалізації; апаратна віртуалізація на основі технологій AMD-V, Intel VT-x).

В результаті аналізу вітчизняного та закордонного досвіду навчання ОС у ЗВО встановлено, що важливим є індивідуальний добір засобів віртуалізації для курсу з ОС, необхідним є залучення альтернативних засобів віртуалізації поряд з основними.

2. Добір програмних засобів віртуалізації у навчанні Unix-подібних ОС бакалаврів інформатики доцільно здійснювати на основі сформульованих критеріїв та показників: відповідність використовуваної технології віртуалізації потребам курсу (можливість формування інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо ОС; швидкість; надійність; універсальність щодо гостьових ОС; універсальність комп'ютерного класу; м'якість переходу для викладача та навчального закладу; уникнення надання студенту прав адміністратора; простота організації студентської самостійної роботи; оперативність переключення між ОС; простота вилучення/заміни ОС, що вивчається), універсальність (універсальність щодо основних ОС; універсальність щодо гостьових ОС; універсальність щодо технологій апаратної віртуалізації), ліцензійна чистота (вид ліцензії), функціональність інтерфейсу (наявність графічного інтерфейсу; можливість керування з командного рядка; наявність україномовного інтерфейсу; можливість віддаленого доступу), популярність та підтримка (середній пошуковий інтерес; засоби підтримки користувачів; дата випуску останнього стабільного релізу). Водночас, встановлено суттєву залежність результату оцінювання програмних засобів за пропонованими критеріями і показниками від ваги показників і, як наслідок, потребу індивідуального добору засобів віртуалізації у кожному окремому випадку.

3. Виокремлено інформатичні компетентності бакалаврів інформатики щодо ОС: знати та розуміти основні етапи, напрями та тенденції розвитку ОС; орієнтуватися у



класифікації ОС, з урахуванням їх архітектури та сфери застосування; знати та розуміти теоретичні основи будови та функціонування ОС; вміти використовувати інтерфейс користувача Unix-подібних ОС (графічний інтерфейс і/або інтерфейс командного рядка); вміти налаштовувати мережне з'єднання у Unix-подібних ОС; вміти встановлювати програмне забезпечення у Unix-подібних ОС, виконувати його наступне оновлення та деінсталяцію; вміти відстежувати роботу процесів та потоків в ОС і керувати ними; вміти здійснювати моніторинг використання різних видів пам'яті; володіти основами роботи з файловою системою у Unix-подібних ОС; володіти основами роботи з налаштуваннями системи безпеки ОС; володіти основами системного програмування мовою C++ у Linux і/або у Windows; вміти одержувати довідкові відомості щодо використання ОС та програмування у них.

Діагностування рівня сформованості інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо ОС доцільно здійснювати на основі розроблених критеріїв (теоретичний, адміністративний, програмістський, самонавчальний) та показників за чотирма рівнями сформованості інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо ОС: початковий, середній, достатній, високий.

4. Модель застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики складається з цільового, змістового, технологічного, діагностичного й аналітичного компонентів. В основу моделі покладено послідовність розроблення методики, враховуючи послідовне вдосконалення з кожним проведенням курсу з ОС.

5. Застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики доцільно здійснювати за розробленою методикою, в основу якої покладено варіативний підхід до використання таких технологій. Підхід полягає у поєднанні кількох засобів віртуалізації у межах одного курсу з ОС задля відповідності індивідуальним особливостям проведення курсу, індивідуальним потребам студентів і забезпечення стійкості у разі програмних та апаратних збоїв. Пропонований підхід передбачає ознайомлення викладачів та студентів з різноманітністю засобів віртуалізації, наведення прикладу поєднання кількох засобів віртуалізації у межах одного курсу з ОС, адаптування навчально-методичних матеріалів до використання різних засобів віртуалізації. Розроблена методика містить мету, завдання, зміст, форми, методи і засоби. Організацію навчального процесу відповідно до пропонованої методики варто здійснювати за методичним посібником з дисципліни «Операційні системи та системне програмування» для навчання майбутніх бакалаврів інформатики та методичними рекомендаціями щодо використання технологій віртуалізації у навчанні ОС бакалаврів інформатики. Для врахування індивідуальних особливостей проведення курсу з ОС добір засобів віртуалізації доцільно здійснювати на основі пропонованої процедури добору цих засобів.

За результатами експериментальної перевірки методики підтверджено гіпотезу дослідження і встановлено її педагогічну доцільність для організації навчання Unix-подібних ОС бакалаврів інформатики. Впровадження розробленої методики у навчальний процес дає змогу підвищити результативність формування інформатичних компетентностей щодо ОС у бакалаврів інформатики.

Виконане дослідження не вичерпує всіх аспектів окресленої проблеми. Подальші наукові розвідки доцільно спрямувати на обґрунтування та розроблення методичної системи застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики у ЗВО, науково-методичний пошук можливостей використання таких технологій в освіті дорослих.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати**

#### **Посібники**

1. О. С. Головня, *Операційні системи та системне програмування: Методичний посібник для студ. вищ. навч. закл.*, 2-ге вид., Житомир: Рута, 2016.
2. О. С. Головня, *Операційні системи та системне програмування: Методичний посібник для студ. вищ. навч. закл.*, Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2013.

#### **Методичні рекомендації**

3. О. С. Головня, *Технології віртуалізації у навчанні операційних систем бакалаврів інформатики: Методичні рекомендації для викладачів вищ. навч. закл.*, Житомир: Рута, 2017.

#### **Статті у наукових фахових виданнях України**

4. О. С. Сверчевська, "Репозиторії вільно поширюваного програмного забезпечення в навчанні операційних систем і системного програмування", *Інформаційні технології і засоби навчання*, №24 (4), 2011.
5. О. С. Головня, "Систематизація технологій віртуалізації", *Інформаційні технології в освіті*, №12, с. 127-133, 2012. (включений до міжнародних наукометричних баз)
6. О. С. Головня, "Критерії добору програмних засобів віртуалізації у навчанні Unix-подібних операційних систем", *Інформаційні технології в освіті*, №24, с. 119-133, 2015. (включений до міжнародних наукометричних баз)
7. О. С. Головня, "Аналіз зарубіжного досвіду навчання операційних систем у вищій школі", *Комп'ютер у школі та сім'ї*, №1, с. 19-23, 2017.
8. О. С. Головня, "Варіативний підхід до застосування засобів віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики", *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, №19 (16), с. 228-233, 2017.
9. О. М. Спірін, О. С. Головня, "Застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики", *Інформаційні технології і засоби навчання*, т. 65, № 3, с. 201-222, 2018. (включений до міжнародних наукометричних баз)

### **Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

#### **Тези доповідей у наукових виданнях України**

10. О. С. Сверчевська, "Вільне програмне забезпечення у вивченні операційної системи Linux", на *VII міжнародній науково-практичній конференції "Інноваційні технології в освіті"*, Ялта, 20-22 вересня, 2010, с. 224-226.
11. О. М. Спірін, О. С. Сверчевська, "Linux та VirtualBox у навчанні

абстрактних понять теорії операційних систем", на *FOSS Lviv-2011*, Львів, 1-4 лютого, 2011, с. 149-151.

12. О. С. Головня, "Систематизація технологій віртуалізації", на *звітній науковій конференції Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України*, Київ, 29 березня, 2012, с. 87-88.

13. О. С. Головня, "Психолого-педагогічні особливості студентів напряму підготовки «Інформатика» в контексті навчання операційних систем", на *науково-практичній семінар "Міжнародна співпраця у просторі відкритої освіти"*, Київ, 5 листопада, 2012.

14. О. С. Головня, "Критерії добору віртуалізаційного ПЗ у навчанні Unix-подібних операційних систем", на *IX міжнародній конференції ІТЕА-2014*, Київ, 26 листопада, 2014, с. 124-130.

15. О. С. Головня, "Критерії добору програмних засобів віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики", на *II всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців "Наукова молодь – 2014"*, Київ, 11 грудня, 2014, с. 101-104.

16. О. С. Головня, "Аналіз досвіду навчання операційних систем у зарубіжних вищих освітніх закладах", на *Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю "Сучасні інформаційні технології в освіті та науці"*, Житомир, 10-11 листопада, 2016, с. 194-199.

17. О. С. Головня, "Поєднання кількох засобів віртуалізації у навчанні бакалаврів інформатики дисципліни «Операційні системи та системне програмування»", на *VII міжнародній науково-технічній конференції "Інформаційно-комп'ютерні технології – 2016"*, Житомир, 22-23 квітня, 2016, с. 220-221.

18. О. С. Головня, "Розробка методичних рекомендацій із застосування технологій віртуалізації у курсі з операційних систем", на *II всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю "Сучасні інформаційні технології в освіті та науці", присвяченій 10-й річниці функціонування Інтернет-порталу E-OLYMP*, Житомир, 9-10 листопада, 2017, с. 119-123.

19. О. С. Головня, "Хмарні інтегровані середовища розробки у курсі з операційних систем для студентів педагогічних спеціальностей: досвід і перспективи", на *III всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю "Сучасні інформаційні технології в освіті та науці"*, Житомир, 8-9 листопада, 2018, с. 327-332.

## АНОТАЦІЇ

**Головня О. С. Методика застосування технологій віртуалізації Unix-подібних операційних систем у підготовці бакалаврів інформатики.** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 13.00.10 «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті». – Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Київ, 2019.

Дисертацію присвячено вивченню проблеми розроблення навчально-методичного забезпечення для добору та застосування засобів віртуалізації у навчанні Unix-подібних операційних систем (ОС) бакалаврів інформатики. Проаналізовано

основні поняття дослідження, сформульовано робоче означення поняття «віртуалізація». Побудовано узагальнену систематизацію технологій віртуалізації. Здійснено аналіз вітчизняного та закордонного досвіду навчання ОС у ЗВО. Уточнено поняття інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо операційних систем. Виокремлено інформатичні компетентності бакалаврів інформатики щодо ОС та педагогічні умови навчання ОС бакалаврів інформатики. Побудовано модель застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики. Визначено критерії, показники, рівні сформованості інформатичних компетентностей бакалаврів інформатики щодо ОС, критерії добору програмних засобів віртуалізації у навчанні Unix-подібних ОС. Уточнено процедуру добору засобів віртуалізації для навчання ОС бакалаврів інформатики. Розроблено методика застосування технологій віртуалізації Unix-подібних ОС у підготовці бакалаврів інформатики на основі варіативного підходу до використання таких технологій. Відповідно до запропонованої методики створено методичний посібник з дисципліни «Операційні системи та системне програмування» для навчання майбутніх бакалаврів інформатики та методичні рекомендації щодо використання технологій віртуалізації у навчанні ОС бакалаврів інформатики. Здійснено експериментальну перевірку методики, наведено результати, виконано їх узагальнення та інтерпретацію.

**Ключові слова:** технології віртуалізації, засоби віртуалізації, бакалаври інформатики, операційні системи, Unix-подібні операційні системи.

**Головня Е. С. Методика применения технологий виртуализации Unix-подобных операционных систем в подготовке бакалавров информатики.** – Квалификационная научная работа на правах рукописи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.10 – «Информационно-коммуникационные технологии в образовании». – Институт информационных технологий и средств обучения НАПН Украины, Киев, 2019.

Диссертация посвящена изучению проблемы разработки учебно-методического обеспечения для подбора и применения средств виртуализации в обучении Unix-подобным операционным системам (ОС) бакалавров информатики. Проанализированы основные понятия исследования, сформулировано рабочее определение понятия «виртуализация». Построена обобщенная систематизация технологий виртуализации. Осуществлен анализ отечественного и зарубежного опыта обучения ОС в высших учебных заведениях. Уточнено понятие информатических компетентностей бакалавров информатики относительно ОС. Выделены информатические компетентности бакалавров информатики относительно ОС, и педагогические условия обучения ОС бакалавров информатики. Построена модель применения технологий виртуализации Unix-подобных ОС в подготовке бакалавров информатики. Выработаны критерии, показатели, уровни формирования информатических компетентностей бакалавров информатики относительно ОС, критерии подбора программных средств виртуализации в обучении Unix-подобным операционным системам. Уточнена процедура добора средств виртуализации для обучения ОС бакалавров информатики. Разработана методика применения технологий виртуализации Unix-подобных ОС в подготовке бакалавров информатики на основании вариативного подхода к применению таких технологий. Согласно

предложенной методике создано методическое пособие по дисциплине «Операционные системы и системное программирование» для обучения будущих бакалавров информатики и методические рекомендации по использованию технологий виртуализации в обучении ОС бакалавров информатики. Осуществлена экспериментальная проверка методики, приведены результаты, выполнено их обобщение и интерпретация.

**Ключевые слова:** технологии виртуализации, средства виртуализации, бакалавры информатики, операционные системы, Unix-подобные операционные системы.

**Holovnia O. S. Methodology for using Unix-like operating systems virtualization technologies in training bachelors of Informatics.** – Qualifying scientific paper, manuscript. The thesis for a Candidate Degree in Pedagogical Sciences on speciality 13.00.10 «Information and Communication Technologies in Education». – Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine, Kyiv, 2019.

The dissertation study investigated the problem of development of training and methodological materials on selecting and using virtualization tools for teaching Unix-like operating systems (OS) to bachelors of Informatics.

The basic concepts are analysed, a working definition for the term «virtualization» is provided. The study develops the generalized systematization of virtualization technologies. Through research on the experience of teaching OS in Ukrainian higher educational establishments, the dissertation detected a range of issues in using virtualization technologies such as hardware and software failures, the low performance of virtualized operating systems, the lack of adapted instructions, dependence on specific computer laboratories, differing conditions of out-of-class work with virtualized OS. Comparison of bachelors' of Informatics scores in OS course showed a generally lower level of learning achievements in Linux than a level of learning achievements in Windows. The study revealed a number of differences in OS courses, including differing experience of using virtualization technologies among the teaching staff, a variety of virtualization technologies applied during a course, differing evaluation of factors for selecting virtualization tools. The research considered that virtualization tools in OS course for bachelors of Informatics need to be selected individually, and alternative virtualization tools need to be used along with main tools. A study on the foreign experience of teaching OS also detected the use of alternative virtualization tools.

The concept of informatics competencies in OS of bachelors of Informatics is specified. The dissertation determines the informatics competencies in OS of bachelors of Informatics, which are as follows: know and understand the main milestones, directions and trends of OS development; describe the OS classifications, based on the architecture and scope of application; know and understand theoretical basis of OS structure and functioning; be able to apply graphical user interface of Unix-like OS (graphical user interface and / or command line interface); be able to do network settings in Unix-like OS; be able to install, update and remove software in Unix-like OS; be able to monitor and manage OS processes and threads; be able to monitor the usage of different memory types; have basic familiarity on manipulating file system in Unix-like OS; have basic familiarity on configuring the OS system security; have basic familiarity on system programming on C++ in Linux and / or

Windows; be able to get reference information on OS using and programming. The work also defines the pedagogical conditions of teaching OS to bachelors of Informatics.

The study specifies the model of using Unix-like OS virtualization technologies in training bachelors of Informatics, containing target, content, technological, diagnostical and analytical components. The model includes the criteria for the determination of the level of the informatics competencies in OS of bachelors of Informatics (theoretical, administrative, programming, self-studying), as well as the corresponding indicators and four levels of informatics competencies in OS of bachelors of Informatics (elementary, basic, intermediate, advanced).

The work elaborates the criteria for selecting virtualization tools in teaching Unix-like OS to bachelors of Informatics (conformity of the underlying virtualization technology with specific features of the course; universality; compliance with the license; interface functionality; popularity and support), specifies the procedure for selecting these virtualization tools.

The study develops the methodology for using Unix-like OS virtualization technologies in training bachelors of Informatics based on the varied approach to applying before-mentioned technologies. The methodology contains the goal and targets, content, forms, methods and tools. The suggested approach involves combining several virtualization tools for one course in OS to meet specific features of teaching the course as well as individual students' needs and ensures hardware and software fault tolerance. The approach is based on the following main targets: (1) to familiarize teaching staff and students with a diversity of virtualization technologies; (2) to give an example of combining different virtualization tools for a course in OS; (3) to adapt the instructive and training materials for using different virtualization tools. Following the suggested methodology, the study also developed the «Operating Systems and System Programming» handbook for future bachelors of Informatics and methodological guidelines on applying these technologies to teaching OS to bachelors of Informatics.

The work provides experimental results demonstrating the effectiveness of the elaborated methodology. The analysis of the data received uses statistical methods, including the Kolmogorov-Smirnov test and Fisher's test.

**Keywords:** virtualization technologies, virtualization tools, bachelors of Informatics, operating systems, Unix-like operating systems.