



**Національний лісотехнічний
університет України**

НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ УКРАЇНИ

Засновано в 1994 р.

Том 30, № 5

Львів – 2020

Збірник публікує науково-технічні праці співробітників вищих навчальних закладів України, науковців з-за кордону, присвячених різним особливостям наукових досліджень, освітянських проблем, передового досвіду і впровадження у виробництво здобутих результатів.

Призначений для наукових працівників, аспірантів, фахівців галузі, викладачів вищих навчальних закладів освіти, коледжів і технікумів, студентів старших курсів.

Рекомендовано до друку вченою радою НЛТУ України (протокол № 8 від 03.11.2020 р.). У збірнику розглядають проблеми лісового та садово-паркового господарства, екології та довкілля, технології та устаткування, економіки та інформаційних технологій.

Редакційна колегія

Головний редактор: Я. І. Соколовський, *д.т.н., професор*
Заступник головного редактора: Ю. І. Грицюк, *д.т.н., професор*
Відповідальний секретар: Г. Г. Гриник, *д.с.-г.н., доцент*

М. Г. Адамовський, *к.т.н., проф.*

С. А. Гаврилюк, *к.с.-г.н., доц.*

В. І. Гавриш, *д.т.н., проф.*

П. М. Гарасим, *д.е.н., проф.*

Я. В. Геник, *д.с.-г.н., доц.*

В. М. Голубець, *д.т.н., проф.*

М. М. Гузь, *д.с.-г.н., проф.*

Н. О. Олексійченко, *д.с.-г.н., проф.*

Ю. М. Дебринюк, *д.с.-г.н., проф.*

А. М. Дейнека, *д.е.н., проф.*

І. І. Дідович, *к.е.н., доц.*

Л. Д. Загвойська, *к.е.н., доц.*

В. К. Заїка, *д.б.н., проф.*

О. В. Мокрицька, *к.т.н., доц.*

О. А. Кійко, *д.т.н., проф.*

Л. І. Копій, *д.с.-г.н., проф.*

М. М. Король, *к.с.-г.н., доц.*

В. О. Крамарець, *к.с.-г.н., доц.*

Г. Т. Криницький, *д.б.н., проф.*

І. М. Крошний, *к.т.н., доц.*

Е. А. Кульчицька, *к.е.н., доц.*

Я. В. Кульчицький, *д.е.н., проф.*

Б. Я. Кшивецький, *д.т.н., проф.*

В. В. Лавний, *д.с.-г.н., доц.*

Є. М. Лютий, *д.т.н., проф.*

В. О. Маєвський, *д.т.н., проф.*

С. І. Миклуш, *д.с.-г.н., проф.*

Г. Є. Ортинська, *к.т.н., доц.*

Л. С. Осадчук, *д.с.-г.н., проф.*

Б. П. Поберейко, *д.т.н., проф.*

В. Д. Погребенник, *д.т.н., проф.*

І. П. Соловій, *д.е.н., с.н.с.*

М. І. Сорока, *д.б.н., проф.*

Т. Ю. Туниця, *д.е.н., проф.*

А. В. Фечан, *д.т.н., проф.*

О. Г. Часковський, *к.с.-г.н., доц.*

Ю. В. Шабатура, *д.т.н., проф.*

В. М. Шиманський, *к.т.н., доц.*

В. П. Шлапак, *д.с.-г.н., проф.*

Станіслав Баран, *д.габ., проф. (Польща)*

Анджей Возняк, *д.габ., проф. (Польща)*

Гражина Жуковска, *д.габ., проф. (Польща)*

Володимир Мосоров, *д.габ., проф. (Польща)*

Томаш Ошако, *д.габ., проф. (Польща)*

Ярослав Соха, *д.габ., проф. (Польща)*

Роберт Станіславський, *д.габ., проф. (Польща)*

Лідія Суковата, *д.габ., проф. (Польща)*

Відповідальний за випуск : В. С. Гураков
Літературний редактор : А. Ф. Павлишин, І. І. Балух
Англомовний редактор : Т. П. Дяк
Технічний редактор : А. Т. Калинюк
Коректори : О. П. Лаврова, Ю. З. Некига

Адреса редакції

79057, м. Львів–57, вул. Ген. Чупринки, 103, НЛТУ України
Тел.: (032) 240-23-50; Email: nv@nltu.edu.ua; www: <https://nv.nltu.edu.ua>



Ukrainian National Forestry University

Scientific Bulletin of UNFU

Established in 1994

Volume 30, No 5

Lviv – 2020

The bulletin publishes original scientific articles submitted by academic staff of higher education institutions in Ukraine, scientists from abroad, and also experts in forestry and woodworking industry, that are focused on various aspects of research and education, the best practices and their implementation.

The Bulletin is recommended for publication by the Academic Council of the Ukrainian National Forestry University (*meeting minutes from November 03, 2020, No 8*).

Journal presents current problems in the field of forestry and horticulture, ecology and environment protection, technology and equipment, economics and information technologies.

Editorial Board

Head of the Board: Yaroslav Sokolovskyy, *DSc., Prof.*
Deputy Head of the Board: Yuriy Hrytsiuk, *DSc., Prof.*
Executive Secretary: Heorhiy Hrynyk, *DSc., Prof.*

Mykola Adamovskyy, *PhD, Prof.*
Oleh Chaskovskyy, *PhD, Assoc. Prof.*
Yuriy Debryniuk, *DSc., Prof.*
Anatoly Deyneka, *DSc., Prof.*
Ivan Didovych, *PhD, Assoc. Prof.*
Andriy Fechan, *DSc., Prof.*
Petro Garasym, *DSc., Prof.*
Volodymyr Golubets, *DSc., Prof.*
Mykola Guz, *DSc., Prof.*
Serhii Havryliuk, *PhD, Assoc. Prof.*
Vasyl Havrysh, *DSc., Prof.*
Yaroslav Henyk, *DSc., Prof., Assoc. Prof.*
Orest Kijko, *DSc., Prof.*
Leonid Kopij, *DSc., Prof.*
Mykola Korol, *PhD, Assoc. Prof.*
Volodymyr Kramarets, *PhD, Assoc. Prof.*
Igor Kroshnyy, *PhD, Assoc. Prof.*
Hryhoriy Krynytskyy, *DSc., Prof.*
Bohdan Kshyvetsky, *DSc., Prof.*
Evelina Kulchytska, *PhD, Assoc. Prof.*
Yaroslav Kulchytskyy, *DSc., Prof.*
Vasyl Lavnyy, *DSc., Prof.*
Yevhen Lyutyy, *DSc., Prof.*
Volodymyr Mayevskyy, *DSc., Prof.*

Olha Mokrytska, *PhD, Assoc. Prof.*
Stepan Myklush, *DSc., Prof.*
Nadiia Oleksiichenko, *DSc., Prof.*
Galyna Ortynska, *PhD, Assoc. Prof.*
Leonid Osadchuk, *DSc., Prof.*
Bohdan Pobereyko, *DSc., Prof.*
Volodymyr Pohrebennyk, *DSc., Prof.*
Yuriy Shabatura, *DSc., Prof.*
Volodymyr Shlapak, *DSc., Prof.*
Volodymyr Shymanskyi, *PhD, Assoc. Prof.*
Ihor Soloviy, *DSc., Prof.*
Myroslava Soroka, *DSc., Prof.*
Taras Tunytsya, *DSc., Prof.*
Lyudmyla Zahvoyska, *PhD, Assoc. Prof.*
Volodymyr Zaika, *DSc., Prof.*
Stanisław Baran, *Dr Hab., Prof. (Poland)*
Volodymyr Mosorov, *Dr Hab., Prof. (Poland)*
Tomasz Oszako, *Dr Hab., Prof. (Poland)*
Jarosław Socha, *Dr Hab., Prof. (Poland)*
Robert Stanisławski, *Dr Hab., Prof. (Poland)*
Lidia Sukovata, *Dr Hab., Prof. (Poland)*
Andrzej Wozniak, *Dr Hab., Prof. (Poland)*
Grażyna Żukowska, *Dr Hab., Prof. (Poland)*

Managing Editor : Vitaliy Gurakov
Literary editors : Anna Pavlyshyn, Iryna Balukh
English-language editor : Tetyana Dyak
Technical editor : Andriy Kalynyuk
Correctors : Oxana Lavrova, Yuliya Nekiya

Editorial address

79057, Ukrainian National Forestry University, Generala Chuprynky Str. 103, Lviv, Ukraine
Phone: (032) 240-23-50; **Email:** nv@ntu.edu.ua; **Web:** <https://nv.ntu.edu.ua>

ЗМІСТ

ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

М. Ю. Осінов, Ю. А. Величко, С. А. Масловата, Н. Л. Паливода ТОПІНГ ЯК ЯВИЩЕ В УКРАЇНСЬКИХ РЕАЛІЯХ: ОЧЕВИДНІ ПОМИЛКИ ПІД ЧАС ЙОГО ВИКОНАННЯ ТА ЇХ ШКІДЛИВІ НАСЛІДКИ ДЛЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ.....	9
В. Ф. Левон, Н. В. Скрипченко, Н. Є. Горбенко СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ АНТОЦІАНІВ У ДЕРЕВНИХ ПЛОДОВИХ ЛІАНАХ.....	15
О. Є. Галевич, М. І. Сорока АНАЛІЗ СПОНТАННОЇ ФЛОРИ ПЛОСКИХ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ЕКСТЕНСИВНОГО ТИПУ У МІСТІ ЛЬВОВІ.....	21
М. С. Коленкіна СТАН ЛИПИ ДРІБНОЛИСТОЇ (<i>TILIA CORDATA</i> MILL.) У ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕННЯХ МІСТА ХАРКІВ (ЗА ДАНИМИ ВЕСНЯНОГО ОБСТЕЖЕННЯ).....	26
С. І. Мусієнко, В. А. Лук'янець, В. В. Бондаренко, М. Г. Румянцев, О. В. Кобець ТИПОЛОГІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ РЕКРЕАЦІЙНО-ОЗДОРОВЧИХ ЛІСІВ ЛІВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ.....	33
Л. В. Мурадян, С. А. Ситник ТИПОЛОГІЧНА СТРУКТУРА Й ТАКСАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ РОБІНІЄВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ У ЗАХИСНИХ ЛІСАХ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ОБЛАСТІ БАЙРАЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ.....	38

ЕКОЛОГІЯ ТА ДОВКІЛЛЯ

У. Б. Башуцька, Ришард Конєчни ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЕФЕКТУ ПУЛЬВЕРИЗАЦІЙНОГО АЕРАТОРА ВОДИ В УМОВАХ ЯВОРІВСЬКОГО ШТУЧНОГО ОЗЕРА.....	49
М. М. Радомська, А. В. Гусева, І. В. Горобцов ПОЛІНОМІНАЛЬНА БІОІНДИКАЦІЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ МІСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХЕРСОН.....	55
П. В. Босак, В. В. Попович, В. Ф. Піндер, О. В. Стокалюк ТЕМПЕРАТУРА ЗАЙМАННЯ ТА САМОЗАЙМАННЯ НАЙПОШИРЕНІШИХ ДЕРЕВНИХ ПОРІД ТЕРИКОНІВ.....	56

ЕКОНОМІКА

Н. Є. Паньків ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ РОЗВИТУ ЗЕЛЕНОГО (СІЛЬСЬКОГО) ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ В ІВАНО- ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	62
Н. М. Гринчишин ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДИК ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЗБИТКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ.....	69
Г. Я. Кучер МОДЕЛЬ МАКСИМІЗАЦІЇ ДОДАНОЇ ВАРТОСТІ ЕНЕРГОСЕРВІСНИХ КОМПАНІЙ.....	74

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Н. Б. Шаховська, Н. І. Мельникова НОВІ МЕТОДИ ТА РІШЕННЯ ЩОДО ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧІВ.....	79
Р. Т. Ковальчук, Т. О. Коротєєва АДАПТАЦІЯ ВЕРСІЇ АЛГОРИТМУ INTELLISENSE ДО ПРОФІЛЮ ПОТОЧНОГО ПРОЕКТУ.....	89
В. М. Теслюк, А. Г. Казарян ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ТИПУ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ "РОЗУМНОГО" БУДИНКУ.....	96
О. Б. Вовк, О. Ю. Ємельянов, А. В. Симак, Л. І. Лесик ВИДИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗМІЩЕННЯ ВЕЛОТРЕНАЖЕРІВ З ФУНКЦІЄЮ ПІДЗАРЯДКИ ЗОВНІШНІХ ПРИСТРОЇВ НА ТЕРИТОРІЇ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ.....	100

В. В. Жуковський, С. В. Шатний, Н. А. Жуковська НЕЙРОННА МЕРЕЖА ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ КАРТОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ.....	106
О. В. Придатко, Н. Є. Бурак, В. Є. Дзень, М. С. Кунинець АДАПТИВНА ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВА СИСТЕМА "UNIBELL" ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ "SMART-УНІВЕРСИТЕТ"	113
О. О. Гордєєв, Марк Ізраєль, В. С. Харченко ЯКІСТЬ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ: МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСІВУ ТА ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ПРОФІЛЮ ДЕФЕКТІВ	123
Є. В. Левус, А. О. Полянська АЛГОРИТМ ВИРОБЛЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ КЛІЄНТАМ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ.....	133
В. І. Гавриш, В. Б. Лоїк, І. Є. Овчар, О. С. Король, І. Г. Козак, О. В. Куспиш, Р. Р. Шкраб МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ У ЕЛЕМЕНТАХ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ.....	140
І. Ю. Хомицька, В. М. Теслюк, І. Б. Базилевич, В. В. Березовський СТАТИСТИЧНІ МОДЕЛІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ РОЗМЕЖУВАННЯ АВТОРСЬКИХ СТИЛІВ АНГЛІЙСЬКОЇ ПРОЗИ.....	149



О. В. Придатко, Н. Є. Бурак, В. Є. Дзень, М. С. Кунинець

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

АДАПТИВНА ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВА СИСТЕМА "UNIBELL" ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ "SMART-УНІВЕРСИТЕТ"

Проаналізовано освітнє середовище закладу освіти на предмет його відповідності умовам організації освітнього процесу за принципами віддаленого навчання. Встановлено низку чинників, що можуть впливати на якість результатів навчання за означених умов. Серед отриманих чинників на прикладі освітнього середовища Львівського державного університету безпеки життєдіяльності визначено один із пріоритетних, що потребував негайної реакції – розроблення інформаційно-довідкової системи "UniBell" для організації віддаленого доступу до бази даних навчального розкладу із використанням мобільних технологій. З'ясовано, що розроблення сервісу для обліку та контролю навчального розкладу, а також інших сервісів, цільовим призначенням яких є забезпечення якості освітнього процесу, задекларовано в рамках реалізації проекту "Розумний університет". Подано означення терміна "Smart-університет" або "Розумне освітнє середовище". На прикладі створення інформаційно-довідкової системи "UniBell" та її функціональних можливостей досліджено множини зацікавлених сторін. З використанням понятійного апарату теорії множин визначено обсяги внутрішніх стейкхолдерів і їх зв'язок із Smart-середовищем. Описано функціональні можливості та особливості роботи окремо клієнтської та серверної частин інформаційно-довідкової системи "UniBell". Висвітлено особливості додаткових підсистем управління серверною частиною, що реалізовані за допомогою програмних технологій .Net, Java та мови структурованих запитів SQL. Подано архітектуру інформаційно-пошукової системи "UniBell". Описано особливості оброблення даних й адміністрування реляційної бази даних розробленої системи та графічно візуалізовано блок-схеми алгоритмів роботи клієнтської та серверної її частин, що сукупно стало основою розроблення діючого застосунку під операційну систему Android із можливістю завантаження через Google Play.

Ключові слова: освітнє середовище; розклад; віддалений доступ; мобільний застосунок; внутрішні стейкхолдери.

Вступ

Проблема віртуалізації освітнього середовища [16, 17, 18] та адаптації внутрішніх стейкхолдерів до новачійних підходів набула особливої актуальності за останній рік. Умови, в яких перебувають заклади вищої освіти, зумовлюють швидку адаптацію до динамічних змін і переведення формату здобуття освіти у дистанційну, віддалену площину. Звичайно, в епоху сучасних інформаційних технологій швидка адаптація можлива завдяки використанню низки сервісів та технологій дистанційного навчання, зокрема, таких як MS Teams, Zoom, Moodle, Google Classroom тощо. Проте означені технології, зазвичай, зосереджені на реалізацію основних освітніх процесів: проведення занять, організація контролю знань, обмін навчальним контентом, консультації тощо. Як відомо, освітнє середовище володіє значно ширшим спектром внутрішніх і зовнішніх процесів,

для організації віддалено менеджменту яких існує значно менше сервісів.

Зважаючи на окреслену проблему в роботі поставлено завдання дослідити освітнє середовище закладу вищої освіти на предмет його відповідності умовам організації освітнього процесу за принципами віддаленого навчання та задекларувати розроблені інструменти діджиталізації окремих освітніх і адміністративних процесів способом розроблення та впровадження інформаційно-довідкової системи "UniBell".

Об'єкт дослідження – процеси функціонування окремих компонент освітнього середовища.

Предмет дослідження – інформаційні технології організації функціонування окремих компонент освітнього середовища, які дають змогу запровадити інформаційно-довідкову систему віддаленого доступу до бази даних навчального розкладу.

Мета роботи – забезпечення якості менеджменту

Інформація про авторів:

Придатко Олександр Володимирович, канд. техн. наук., доцент, кафедра управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій. Email: o_prydatko@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-0719-9118>

Бурак Назарій Євгенович, канд. техн. наук, доцент, кафедра управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій. Email: nazar.burak@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-3880-4077>

Дзень Віталій Євгенович, студент, кафедра управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій. Email: vitaliy.dzen.303@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6546-0233>

Кунинець Михайло Сергійович, студент, кафедра управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій. Email: xfreed1@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4903-6963>

Цитування за ДСТУ: Придатко О. В., Бурак Н. Є., Дзень В. Є., Кунинець М. С. Адаптивна інформаційно-довідкова система "UniBell" як складова частина проекту "Smart-університет". Науковий вісник НЛТУ України. 2020, т. 30, № 5. С. 113–121.

Citation APA: Prydatko, O. V., Burak, N. Ye., Dzen, V. Ye., & Kunynets, M. S. (2020). Adaptive information-references system UniBell as part of the Smart-university project. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(5), 113–121. <https://doi.org/10.36930/40300518>

освітнього процесу способом розроблення та впровадження інформаційно-довідкової системи віддаленого доступу до бази даних навчального розкладу в адаптованому (структурованому) для користувача вигляді з використанням мобільних технологій.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі *основні завдання дослідження*:

- дослідити основні чинники, що впливають на зниження якості продукту освітнього процесу у форматі віддаленого навчання;
- розробити архітектуру та алгоритм інформаційно-довідкової системи для організації віддаленого доступу до даних навчального розкладу;
- дослідити множину зацікавлених сторін у процесах розвитку інформаційного середовища закладу вищої освіти.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – здійснено ідентифікацію чинників впливу на якість освітнього процесу та основних внутрішніх стейкхолдерів реалізації проєкту "Розумний університет", що дало змогу визначити цільову аудиторію та пріоритетність реалізації його основних етапів.

Практична значущість результатів дослідження – розроблений мобільний додаток дає змогу отримати здобувачам освіти доступ до бази даних навчального розкладу та іншої актуальної інформації довідкового характеру, що в умовах дистанційного навчання забезпечить якісне функціонування закладу освіти.

Матеріали та методи дослідження. Для збирання вихідних даних у роботі використано емпіричні методи натурного спостереження. Теоретичні дослідження базувались на використанні елементів теорії множин, аналітичних методів оброблення інформації, методу експертного оцінювання та імітаційного моделювання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання інформатизації освітнього середовища та розроблення систем управління навчальним закладом порушено у низці наукових праць як на теренах України, так і за кордоном. Питання менеджменту освітнього процесу є достатньо динамічним і це зумовлює до постійного запровадження наукових досліджень в означені галузі. Зокрема, у працях [6, 21, 22] обґрунтовано можливість сталого розвитку університетського середовища шляхом інтеграції сучасних інформаційних технологій в освітні та науково-дослідні процеси. Окрім цього, з'ясовано передумови системної та цілісної інтеграції принципів сталого розвитку університету, які неможливо повноцінно реалізувати без інформаційно-комунікаційних технологій. У праці [13] доведено, що використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в освітній системі навчання та виховання здобувачів вищої освіти є одним із пріоритетних напрямів підготовки та розвитку майбутнього фахівця у сфері цивільного захисту. Автор наголошує, що завдяки комп'ютерним технологіям вдається виконати одне з найважливіших освітніх завдань – налагодження взаємозв'язку викладача зі студентом, діалогу між репрезентантом нових знань і їхнього сприйняття суб'єктом. Аналіз інтеграційних процесів сучасних інформаційних технологій в освітній процес досліджено в наукових працях [5, 20], а отримані результати дають підстави вважати, що розроблення та використання новітніх засобів взаємодії учасників освітнього процесу є перспективними та невідкладними завданнями сьогодення. У роботі [16] досліджено ефективність застосування засобів комунікації під час орга-

нізації освітнього процесу, за прикладом використання Веб-квестів, результатом якої є доведена ефективність процесів інформатизації освітнього середовища та підвищення якості формування професійних компетенцій. Проважливості розуміння та використання цифрових технологій в освітньому процесі, як одного із новітніх навчальних методів, зазначено також у роботах [4, 15], що сприяє пришвидшенню соціалізації та інформатизації здобувачів освіти в умовах стрімкого зростання доступу до технологій, її доступності, використання та включення в освітній сектор.

Деякі концепції загального механізму організації освітнього процесу шляхом надання віддаленого доступу до електронних ресурсів у поєднанні з можливостями інформаційно-комунікаційних технологій наведено у праці [11].

Аналіз наукових праць в означеній галузі можливо продовжувати довго та будувати на підставі їх результатів не один науковий дискус. Проте, здебільшого, фокус подібних досліджень висвітлює тільки основну компоненту освітньо-інформаційного середовища – формування компетенцій у здобувача освіти в рамках освітнього процесу. Безсумнівно, означена компонента є одним із пріоритетних завдань для сталого розвитку закладу освіти, проте подібний акцент забирає на себе надмірну увагу наукових осередків, і поза увагою залишаються дослідження решти компонентів освітнього середовища, які є не менш вагомими та в комплексі націлені на покращення якості здобуття освіти. Йдеться про діджиталізацію освітніх й адміністративних процесів в освітньому середовищі.

Результати дослідження та їх обговорення

Основна частина досліджень зосереджена на декількох питаннях. Проте почати варто з означення основних характеристик та компонентів освітнього Smart-середовища. Безперечно, усі асоціативні зв'язки поняття "smart" пов'язані з чимось розумним, сучасним, технологічним тощо. Поняття "smart" у сучасному світі стало популярним завдяки впровадженню розумних технологій у більшості сфер життя і діяльності людини, починаючи від побутової техніки щоденного використання і аж до організації складних технологічних виробництв. Не стали винятком і заклади, що працюють у царині освітніх послуг. Це пов'язано з постійним розвитком інформаційного ресурсу закладу освіти і як наслідок – поява нових сервісів для задоволення потреб усіх стейкхолдерів.

Симбіоз "розумних" технологій та освітнього середовища описано в працях [3, 7, 10, 14]. Зважаючи на наукові твердження означених робіт, варто узагальнити розуміння поняття "Smart-університет" або "Розумний університет" – наповнений реальними та віртуальними елементами системно організований освітній простір, орієнтований на забезпечення якості функціонування закладу освіти шляхом діджиталізації його основних робочих процесів.

Зважаючи на основний акцент досліджень, варто провести аналіз зацікавлених сторін, визначити обсяги стейкхолдерів та встановити рівень їх взаємозв'язку з елементами Smart-університету. З цією метою, із використанням понятійного апарату теорії множин, освітнє середовище представлено як універсум Θ , елементами якого є узагальнені множини внутрішніх стейкхолдерів.

До цих множин відносять множину студентського середку (S); множину науково-педагогічних працівників (T); множину адміністрацій різних рівнів (A). Розглянемо кожну множину стейкхолдерів окремо. Для кращого уявлення про досліджуване середовище та структуру наведеної моделі опишемо елементи представлених множин. Множину здобувачів освіти (студентів) подамо у такому вигляді:

$$S = \{s_i, i = \overline{1, m}; s_j, j = \overline{1, n}; s_k, k = \overline{1, s}\}, \quad (1)$$

де: m – обсяг здобувачів освіти першого "бакалаврського" рівня; n – обсяг здобувачів освіти другого "магістерського" рівня; s – обсяги пошукувачів наукових ступенів "доктор філософії" та "доктор наук".

Множина науково-педагогічних працівників матиме такий вигляд:

$$T = \{t_i, i = \overline{1, h}; t_j, j = \overline{1, l}\}, \quad (2)$$

де: h – обсяги науково-педагогічних працівників за основним місцем праці; l – обсяги науково-педагогічних працівників за сумісництвом.

Множина адміністрації з урахуванням допоміжного персоналу подамо так:

$$A = \{a_i, i = \overline{1, q}; a_j, j = \overline{1, h}; a_k, k = \overline{1, g}; a_y, y = \overline{1, o}\}, \quad (3)$$

де: q – обсяги деканатів; h – обсяги підрозділів з організації та контролю за освітньо-науковим процесом; g – обсяг адміністрації закладу освіти; o – обсяги допоміжних підрозділів, не дотичних до організації освітньо-наукового процесу.

Взаємозв'язок між множинами внутрішніх стейкхолдерів Smart-університету геометрично можна відтворити (рис. 1).

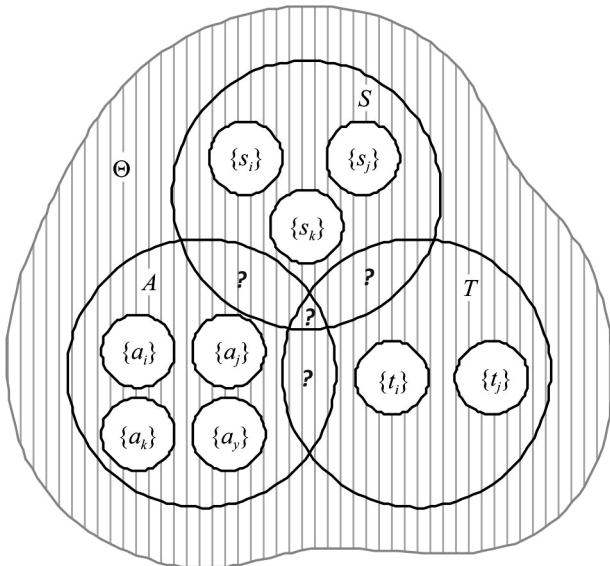


Рис. 1. Множина внутрішніх стейкхолдерів

Як видно з геометричної моделі, операції перетину є комутативними, тому відношення множин до універсалу освітнього середовища та їх взаємозв'язок можна описати так:

$$\Theta \supseteq \bigcap_{i=1}^3 (S, T, A). \quad (4)$$

Далі розглянемо результати об'єднання множин у контексті їх відношення до об'єкта дослідження:

$$A \cap T = \{\lambda: \lambda \in A \wedge \lambda \in T\}, \quad (5)$$

$$S \cap T = \{\alpha: \alpha \in S \wedge \alpha \in T\}, \quad (6)$$

$$A \cap S = \{\varphi: \varphi \in A \wedge \varphi \in S\}, \quad (7)$$

де: λ – множина елементів Smart-середовища, яка задовольняє потреби множини стейкхолдерів A і T та представлена кортежем $\langle M, U, B, R, W, D, N, F, P, C, V, Z \rangle$; α – множина елементів Smart-середовища, яка задовольняє потреби множини стейкхолдерів S і T та представлена кортежем $\langle M, I, U, B, R, P, V, Z \rangle$; φ – множина елементів Smart-середовища, яка задовольняє потреби множини стейкхолдерів A і S та представлена таким кортежем $\langle M, U, B, R, P, V, Z \rangle$, δ – множина елементів Smart-середовища, яка задовольняє потреби усіх внутрішніх стейкхолдерів.

Під задоволенням потреб множини внутрішніх стейкхолдерів розуміємо підвищення рівня їх комунікації та інформаційної взаємодії внаслідок: розміщення навчального контенту на платформі з вільним доступом, можливістю контролю знань та зворотного зв'язку $\langle M \rangle$; залучення новачієних інтерактивних практик в освітньому процесі засобами комп'ютерних тренажерів [14], симуляторів, квест-кімнат тощо $\langle I \rangle$; віддаленого доступу до бази навчального розкладу $\langle U \rangle$, наявності друкованих видань у бібліотеці із можливістю їх резервування $\langle B \rangle$, а також поточної успішності навчання $\langle R \rangle$ за допомогою мобільних застосунків або Веб-сервісів; зручного обліку робочого часу із застосуванням мобільних технологій та інтегрованою системою табулювання $\langle W \rangle$; організації внутрішнього та зовнішнього документообігу з обліком стану їх виконання за допомогою інтегрованих Веб-сервісів $\langle D \rangle$; планування, організації, обліку та звітування освітнього процесу засобами сервісу "Деканат" $\langle N \rangle$; розподілу завдань на рівні структурних підрозділів із встановленням особливостей і термінів виконання та інтегрованою системою звітування за допомогою мобільних застосунків або Веб-сервісів $\langle F \rangle$; вільного доступу до зведеної бази навчальних, наукових, спортивних і творчих досягнень здобувачів освіти $\langle P \rangle$; організації інтегрованої системи ведення планувальної та звітно-облікової документації із збереженням даних упродовж встановленого терміну та доступом до них через Веб-сервіси $\langle C \rangle$; автоматизації процесу вибору здобувачами освіти навчальних курсів з каталогу вибіркових дисциплін $\langle V \rangle$, запису на спортивні секції та творчі гуртки, заселення в гуртожиток, резервування обсягів харчування та вирішення інших побутових потреб $\langle Z \rangle$ за допомогою Веб-сервісів.

Усі перераховані сервіси та системи спрямовані на покращення умов організації праці, навчання та забезпечення якості функціонування університету загалом. Роботу деяких систем вже налагоджено в рамках проекту "Розумний університет", проте деякі сервіси потребують розробок із застосуванням сучасних мережових технологій, технологій програмування, технологій організації та оброблення даних, клієнт-серверних і хмарних рішень тощо. Власне наступна частина роботи присвячена огляду підходів та технологій розроблення однієї із декларованих компонент, що наповнюють сутність поняття "Smart-університет" – адаптивної інформаційно-пошукової системи віддаленого доступу до бази даних навчального розкладу "UniBell".

Адаптивність системи зумовлена особливістю реалізації алгоритму її функціонування, що здатен змінювати хід оброблення запитів залежно від користувача,

який входить у систему. Інформаційно-довідкова система побудована за клієнт-серверною архітектурою. Користувачький інтерфейс реалізовано у вигляді мобільного додатку під операційну систему Android. Серверна частина призначена для завантаження, зберігання, пошуку та оброблення даних, а також підтримки працездатності системи, віддаленого доступу до бази даних навчального розкладу "UniBell". При розробці системи враховано основні вимоги та використано кращі практики викладені в працях [8, 9, 19], а також враховано особливості старіння програмного забезпечення мобільних платформ [23].

Система потребує попередньої реєстрації, що націлено на ідентифікацію користувача для подальшої організації автоматичних пошукових запитів для означеного користувача (науково-педагогічний працівник, навчальна група). У разі авторизації науково-педагогічного працівника при черговому вході у додаток автоматично формується пошукове розпорядження (інформаційний запит) у форматі інформаційно-пошукової мови за конкретним Id (викладачем), подальше порівняння пошукових образів у базі даних і виведення необхідної інформації на екран застосунку без будь-яких додаткових впливів на систему. За умови авторизації студента, автоматичні інформаційні запити система проводить за Id навчальною групою згідно з даними попередньої реєстрації.

Окрім автоматичного формування пошукових розпоряджень для авторизованого користувача, інформаційно-пошукова система "UniBell" наділена опцією персоналізованого пошуку, яка також працює на рівні "клієнт-сервер". За умови використання цього інструменту будь-якому користувачеві стає доступний пошук інформації щодо розкладу занять за прізвищем викладача, навчальною групою або аудиторією (рис. 2). Ця процедура вимагає ручного формування пошукового запиту: викладач → прізвище → дата; група → шифр → дата; аудиторія → номер → дата. Особливістю меню пошуку є можливість вибору діапазону дат для аналізу шуканої інформації у певному часовому проміжку. За

описаної процедури кожне пошукове розпорядження формується та обробляється як індивідуальний запит.

Розроблена система також передбачає формування пошукових запитів за допомогою сканера QR-коду. Кожній аудиторії закладу освіти присвоєно індивідуальний QR-код, який можливо відскакувати за допомогою вбудованої у додаток функції сканування. Зчитана інформація порівнюється із пошуковим образом у базі даних у режимі реального часу та повертає до клієнтської частини дані щодо заняття, навчальної групи та викладача в аудиторії.

Серверна частина системи складається із декількох підсистем. До першої віднесено підсистему парсингу даних для збирання, систематизації та структурування інформаційних ресурсів. Вона реалізована у вигляді Desktop-застосунку з використанням технології .NET (рис. 3). Аналіз потоку отриманої інформації з вихідного файлу, відсіювання надлишкових даних, систематизація тільки необхідних компонентів та їх побудова за структурою бази даних, а також завантаження даних у базу покладено на функцію парсингу.

Для відслідковування нештатних ситуацій та відлагодження коректної роботи інформаційно-пошукової системи "UniBell" розроблена CRM-підсистема. Підсистема Customer Relationship Management реалізована у вигляді окремого модуля програмного забезпечення із використанням технології Java та Web User Interface (рис. 4). Підсистема дає змогу додавати, редагувати або видаляти дані з бази, тобто редагувати окремі складники навчального розкладу (зміна дати або часу заняття; заміна локації проведення заняття; заміна викладача тощо). Такий підхід нівелює потребу повного перезавантаження бази та дає змогу вносити правки локально і за потреби.

Розглянемо концептуальну модель програмного забезпечення шляхом візуалізації архітектури клієнтської частини застосунку (рис. 5). Архітектура цієї частини застосунку відповідає за реакцію дій користувача та її взаємодію із сервером. За умови авторизації користувача його дані заносяться до реєстру та зберігаються там до моменту нової авторизації на мобільному пристрої.

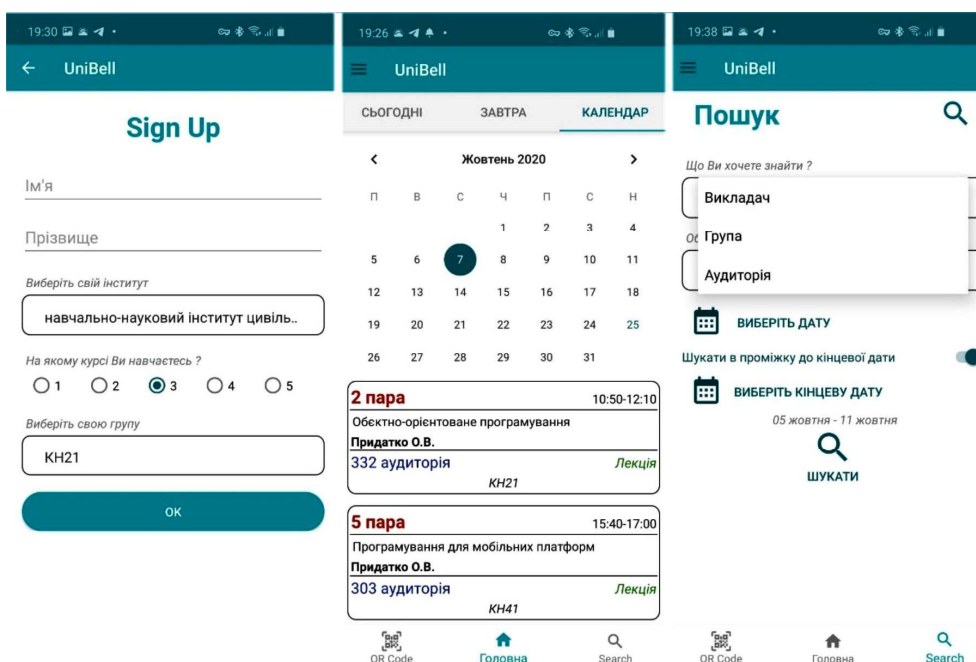


Рис. 2. Візуалізація окремого функціоналу клієнтської частини системи

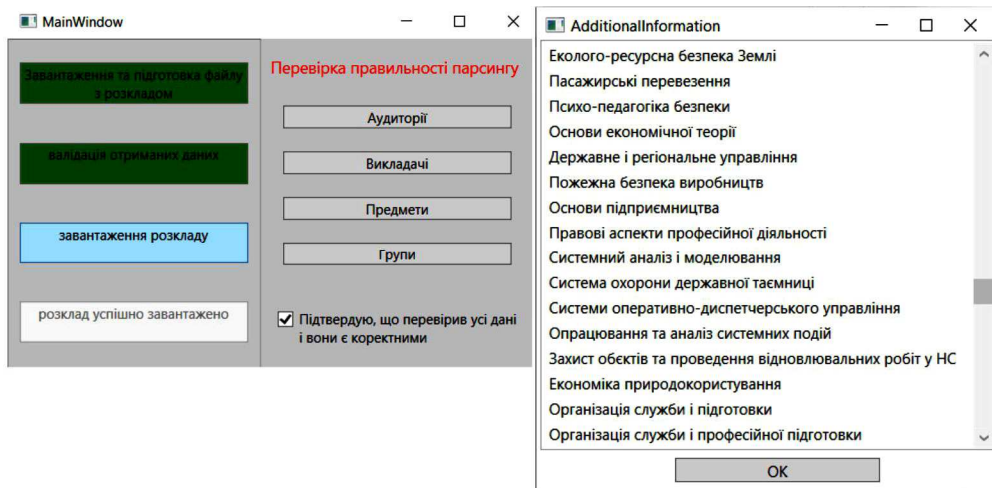


Рис. 3. Адміністрування серверної частини за допомогою підсистеми парсингу (завантаження та валідація розкладу)

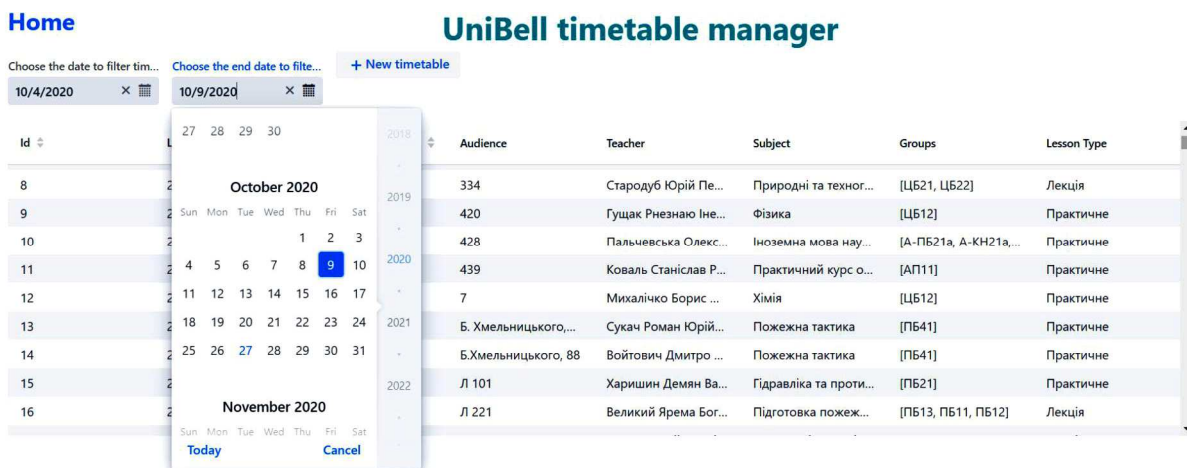


Рис. 4. Адміністрування серверної частини за допомогою CRM-підсистеми

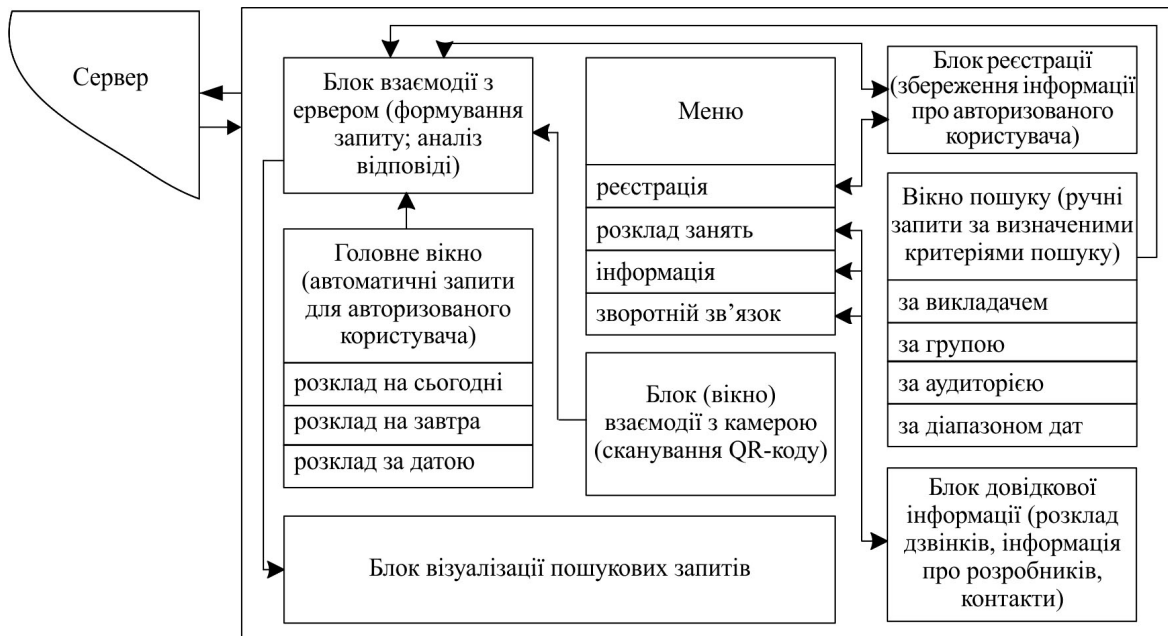


Рис. 5. Архітектура клієнтської частини системи "UniBell"

Збереження даних про авторизованого користувача потрібне для формування та надсилання миттєвих автоматичних запитів через "Головне вікно" при повсякденному вході у додаток залежно від обраного фільтру (запит на сьогодні, на завтра, на визначену дату).

Для формування спеціалізованих (індивідуальних) запитів за певними критеріями пошуку (викладач, група, аудиторія) інформація про авторизованого користу-

вача не береться до уваги, а пошукове розпорядження формується за допомогою передбачених фільтрів у "Вікні пошуку". Ще один варіант пошукових розпоряджень може готуватись на стороні клієнта за допомогою вбудованої опції QR-сканування, внаслідок чого формується запит на отримання інформації про заняття у визначеній аудиторії в режимі реального часу. Основне призначення роботи серверної частини (рис. 6) в ав-

томатичному режимі – це опрацювання запитів, що надходять з клієнтської частини та зворотне надсилання результатів їх оброблення через блок взаємодії з клієнтом.

Залежно від того, який запит було сформовано на клієнтській стороні, його опрацювання передається на відповідний блок оброблення (автоматичних запитів, стандартних запитів або індивідуальних пошукових запитів). Після порівняння пошукових образів у базі да-

них отримана інформація у структурованому вигляді надсилається до клієнтської частини.

Для наочності принципу роботи інформаційно-довідкової системи розроблено алгоритм роботи клієнтської (рис. 7) та серверної (рис. 8) частин. Доступ до усіх операцій забезпечується циклічно, що забезпечує постійний зв'язок компонент клієнтської частини та дає змогу, незалежно від поточної операції, повертатись до виконання будь-якої активної дії додатку.

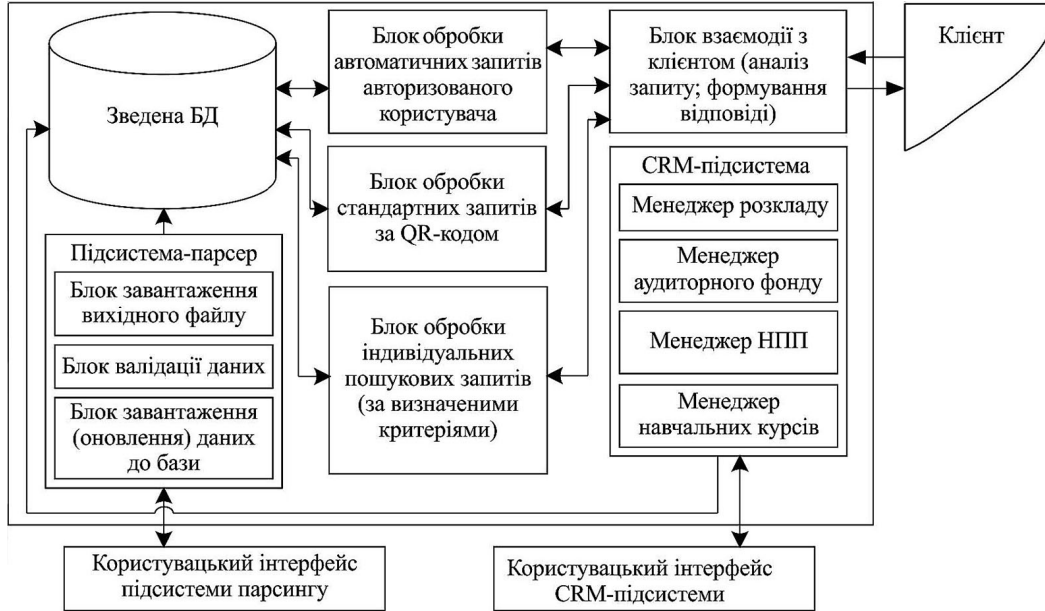


Рис. 6. Архітектура серверної частини системи "UniBell"

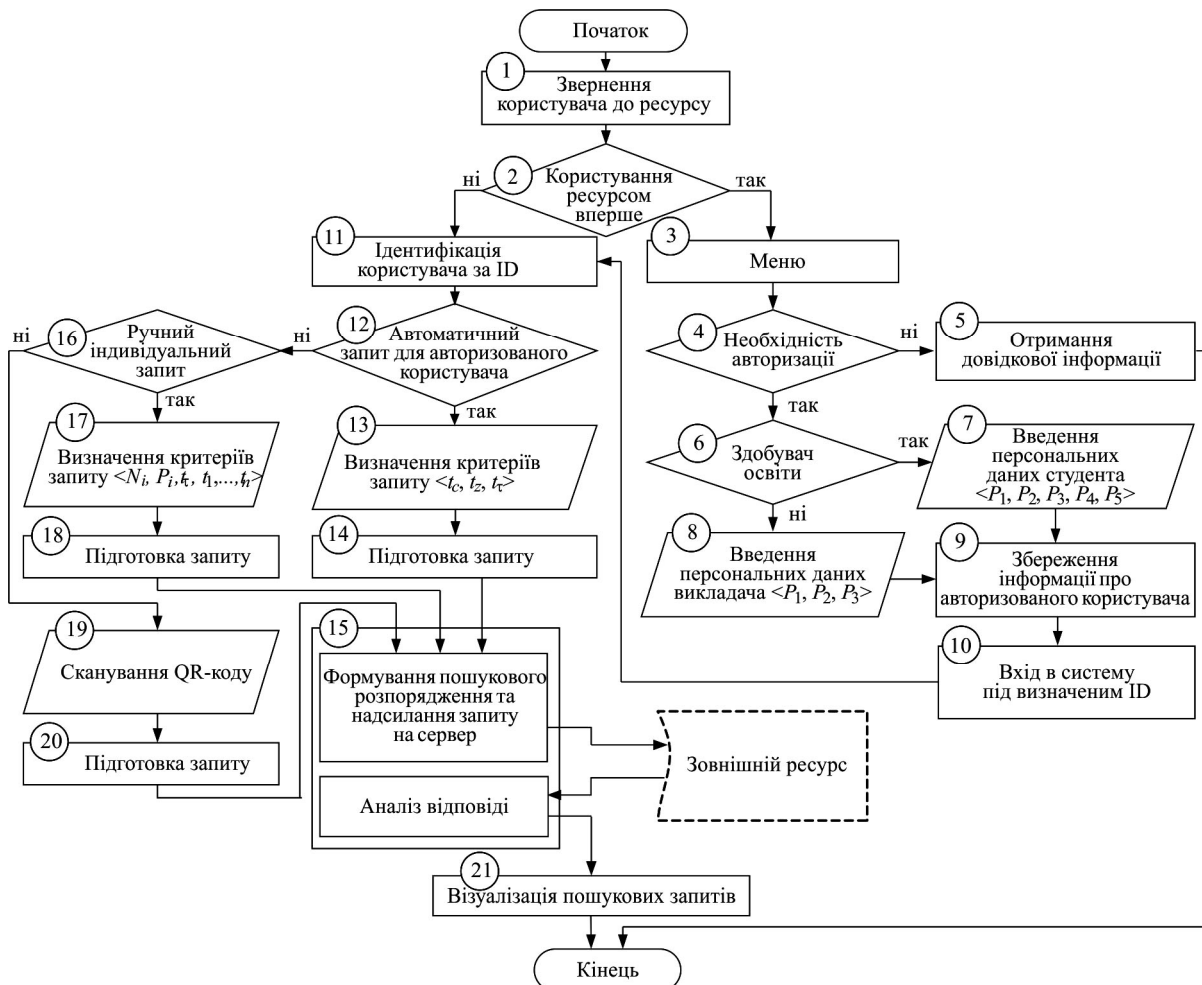


Рис. 7. Алгоритм роботи клієнтської частини системи "UniBell"

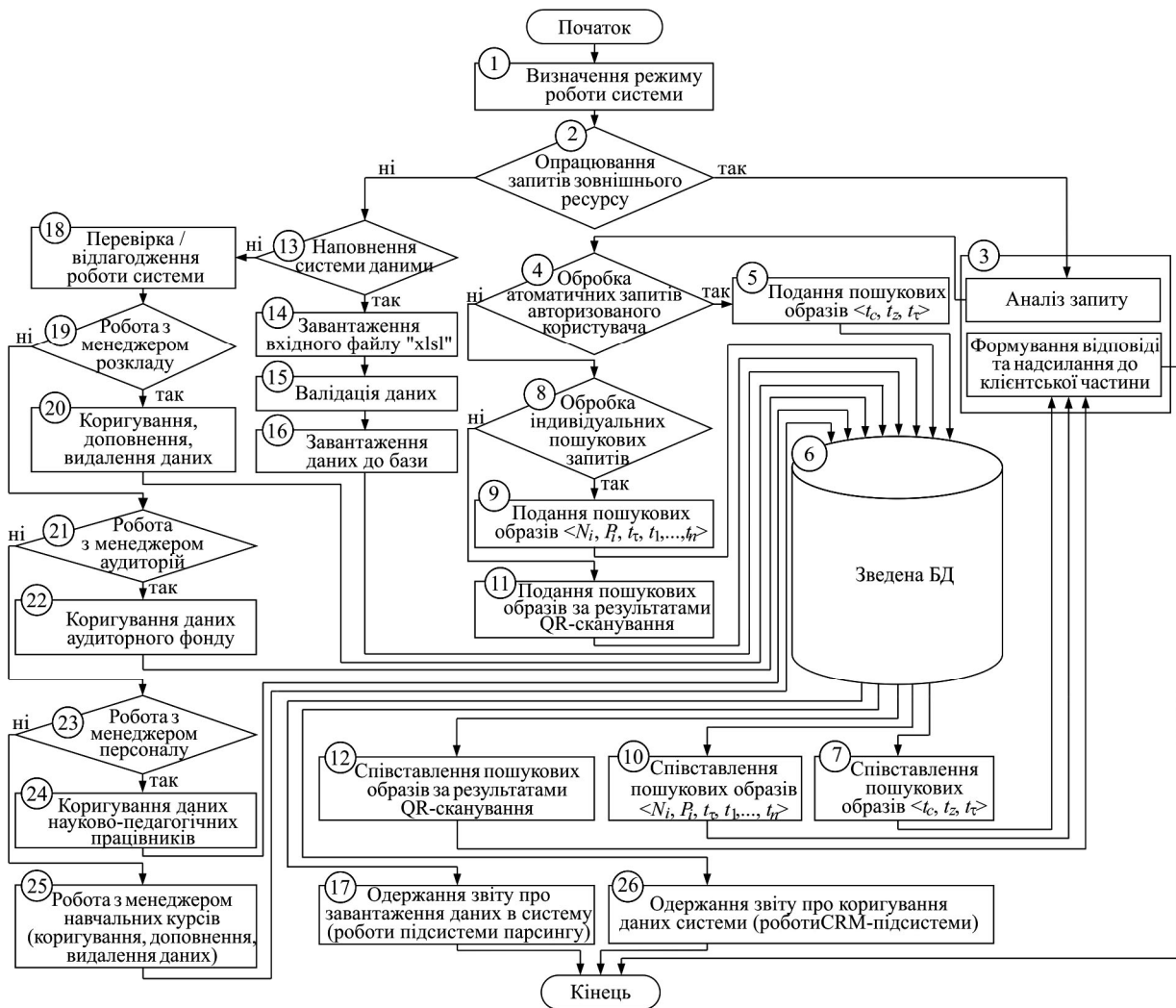


Рис. 8. Алгоритм роботи серверної частини системи "UniBell"

Щодо серверної частини, то варто зауважити про можливість її роботи у двох режимах: опрацювання запитів, що надходять зі зовнішнього ресурсу; адміністрування системи. Опрацювання запитів проводиться в автоматичному режимі залежно від пошукових розпоряджень із подальшим формуванням відповіді та її надсилання до клієнтської частини.

Обговорення результатів дослідження. Швидка динаміка адаптаційних процесів до умов віддаленого навчання у закладах освіти зумовлює до провадження низки прикладних досліджень у галузі діджиталізації освітнього процесу. Проте більшість відомих праць зосереджені здебільшого на інформатизацію освітнього процесу в контексті розроблення, дослідження та запровадження новітніх технологій оволодіння навчальним контентом [2, 12, 13], або інших суміжних технологій [4, 5, 11]. Багато праць орієнтовані на розвиток напрямку управління закладом освіти засобами інформаційних технологій [1, 3, 17]. Проте, на жаль, трапляється надмірно мала кількість робіт, які націлені на комплексне вирішенні проблеми забезпечення якості освіти шляхом розроблення нових, адаптації наявних та інтеграції передових інформаційних сервісів в освітній процес [7, 10, 18]. Виконані дослідження є декларативним кроком у необхідності комплексного аналізу освітнього середовища в сучасних умовах існування та необхідності комплексного запровадження новітніх освітніх сервісів на основі науково обґрунтованих під-

ходів. Розроблена, за принципом клієнт-серверної архітектури, інформаційно-довідкова система "UniBell" є першим етапом реалізації проекту "Розумний університет", націленого на інформатизацію освітнього процесу у закладі вищої освіти та налагодження інформаційного зв'язку між його учасниками.

Висновки

За результатами проведених досліджень зроблено такі висновки:

1. На підставі аналізу основних процесів віртуалізації освітнього середовища встановлено основні чинники, які можуть впливати на забезпечення якості кінцевого продукту у форматі віддаленого навчання, що стало підставою до реалізації в рамках проекту "Розумний університет" низки сервісів та інформаційних систем підтримки освітнього процесу.
2. Шляхом розроблення специфікації, проектування архітектури та побудови алгоритму із використанням програмних технологій.Net, Java і мови структурованих запитів SQL розроблено та представлено функціонуючу систему для організації віддаленого доступу до бази даних навчального розкладу із використанням мобільних технологій.
3. Використовуючи основи понятійного апарату теорії множин досліджено та охарактеризовано обсяги внутрішніх стейкхолдерів, що надає тверде підґрунтя та цільову аудиторію для проведення подальших досліджень з ефективності функціонування розробленої сис-

теми в освітньому середовищі Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

References

1. Biloshchytskyi, A. O., & Biloshchytska, S. V. (2012). Vector approach to management of the project the educational environment. *Management of Development of Complex Systems*, 10, 125–130.
2. Biloshchytskyi, A. O., Biloshchytska, S. V., & Bilokon, S. S. (2013). Creation of information technology for managing the educational process at universities. *Management of Development of Complex Systems*, 13, 136–142.
3. Burak, N., & Rak, Yu. (2014). Model of project-information environment of rescuers training improvement in mental space of IT technologies. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, 10, 24–32.
4. Çağlar, M., & Akçin, O. (2016). The Application of Information Technologies in Education. *Anthropologist*, 23, 49–58. <https://doi.org/10.1080/09720073.2016.11891923>
5. Davies, R. S., & West, R. E. (2013). Technology integration in schools. *Handbook of research on educational communications and technology*, 4, 841–853. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_68
6. Dobrescu, A. (2015). The Use of Information Technologies in Education. *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 4(2), 115–128. <https://doi.org/10.6007/IJAREMS/v4-i2/1783>
7. Gurevych, R. S., Koziar, M. M., Opushko, N. R., & Polishchuk, A. S. (2019). Smart technologies – a step to the future society. Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training: methodology, theory, experience, problems, 53, 9–13. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2019-53-9-13>
8. Hrytsiuk, Yu. I., & Biletskyi, T. P. (2019). Web Application for Marketing Analysis of the Social Network Instagram. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(6), 106–118. <https://doi.org/10.15421/40290622>
9. Hrytsiuk, Yu. I., & Mukha, T. O. (2020). Methods of determination of quality of software. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(1), 158–167. <https://doi.org/10.36930/40300127>
10. Kademiya, M. Yu., & Koval, M. S. (2018). Open smart-environment of training pedagogical workers in establishments of higher education. *Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training: methodology, theory, experience, problems*, 50, 279–282. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2018-50-279-2>
11. Khyzhniak, V., Shevchenko, O., & Dmytriiev, A. (2019). Structure of information and communication education environments for public administration professionals. *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, 3(61), 129–134. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.61.16>
12. Koval, M. S., & Kusii, M. I. (2012). Introduction of innovative technologies into the educational process Lviv State University of Life Safety. *Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training: methodology, theory, experience, problems*, 29, 387–392.
13. Koziar, M. M. (2020). Computerization of the education of future civil protection in specialists the conditions of the post-industrial society. *Innovative pedagogy*, 20(1), 135–139. <https://doi.org/10.32843/2663-6085-2020-20-1-28>
14. Malets, I., Popovych, V., Prydatko, O., & Dominik, A. (2018). Interactive Computer Simulators in Rescuer Training and Research of their Optimal Use Indicator. *IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP2018)*, 2, 558–562. <https://doi.org/10.1109/DSMP.2018.8478486>
15. Näykki, P., Laru, J., Vuopala, E.i, Siklander, P., & Järvelä, S. (2019). Affective Learning in Digital Education – Case Studies of Social Networking Systems, Games for Learning and Digital Fabrication. *Frontiers in Education*, 4. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00128>
16. Pashkov, V. V. (2014). Virtualization of Education: Priorities and Risks. *Gileia: scientific bulletin*, 86, 288–291.
17. Polotai, O. I. (2016). Methodological approaches development management program virtualization high school. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, 14, 53–60.
18. Prydatko, O., & Pasnak, I. (2017). Investigation of the processes of the information technologies integration into the training of specialists at mine rescue departments. *Scientific Bulletin of National mining university*, 157, 108–113.
19. Prydatko, O., Prydatko, V., Borzov, Yu., & Dzen, V. (2018). Integration of the new method of mobile education in educational projects of programmer training. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, 18, 71–80. <https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.07>
20. Raja, R., & Nagasubramani, P. (2018). Impact of modern technology in education. *Journal of Applied and Advanced Research*, 3(1), 33–35. <https://doi.org/10.21839/jaar.2018.v3iS1.165>
21. Tunytsya, Yu. Yu., Lysko, L. R., Zahvoyska, L. D., & Soloviy, I. P. (2019). Sustainable university: the model of systemic integration of sustainability principles in all spheres of activity. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(10), 54–60. <https://doi.org/10.36930/40291010>
22. Tunytsya, Yu., Adamovskyy, M. G., Borys, M. M., & Krynytskyy, G. T. (2019). Ukrainian National Forestry University – the leader of national education and science in achieving sustainable development goals. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(10), 09–17. <https://doi.org/10.36930/40291001>
23. Yakovyna, V. S., & Uhrynovskyi, B. V. (2020). Software aging in the context of reliability: a review of the issue. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(2), 107–112. <https://doi.org/10.36930/40300219>

O. V. Prydatko, N. Ye. Burak, V. Ye. Dzen, M. S. Kunynets

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

ADAPTIVE INFORMATION-REFERENCES SYSTEM UNIBELL AS PART OF THE SMART-UNIVERSITY PROJECT

Scientific work is aimed at identifying problem areas during distance education process and development of services that could help solve them. Empirical methods and methods of real-life observation were used to collect the initial data for study. Processing of the obtained data is performed on the basis of using analytical methods and methods of expert evaluations. This allowed authors to identify weaknesses at distance education organization and to form a list of necessary services, which development and implementation will improve the quality of distance and inpatient education process and education situation in general. The study identified and characterized the range of internal stakeholders of the educational environment, as the development of these services is aimed at meeting their needs. The results of empirical observations are presented using the set theory. To identify priority of declared services on the range for immediate implementation, their detailed analysis that showed high needs of an informational reference system development for remote access to the schedule with its further integration into educational environment were provided. The proposed system is called UniBell. This system is the part of education project "Smart-University", the main purpose of which is to integrate Universities into modern digital environment. The study also defined the term "Smart University" or "Smart Educational Environment" and described main functionalities, general architecture and features of separate client as well as server parts of the UniBell service. Furthermore, some features of additional subsystems of server part management, implemented with the use of

software technologies such as Net, Java and the language of structured queries SQL were highlighted. The model of client-server architecture, as well as algorithms for accounting and control of the training schedule have formed the basis for the development of an existing application for the Android operating system with the ability to download it via Google Play. The analysis of educational process virtualization has identified the main factors that may affect the education process quality in the format of distance learning. The results of the analysis have become the basis for developing the architecture and algorithm of UniBell information system necessary to organize remote access to the training schedule using mobile technology. Using the conceptual apparatus of set theory, the volumes of internal stakeholders investigated have been characterized, which provides a solid basis and target audience for further research on the effectiveness of the developed system in the Lviv State University of Life Safety educational environment.

Keywords: educational environment; schedule; remote access; mobile application; internal stakeholders.