

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики
Кафедра інформатики, програмної інженерії та економічної
кібернетики

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОНЛАЙН
КОНФЕРЕНЦІЯМИ BIGBLUEBUTTON ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ З LCMS
MOODLE KSUONLINE

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр

Виконав: студент 4 курсу 441 групи

Спеціальності: 121 Інженерія
програмного забезпечення

Освітньо-професійної програми:

Інженерія програмного забезпечення

Романенко Владислав Михайлович

Керівник: доктор педагогічних наук,
професор кафедри інформатики,
програмної інженерії та економічної
кібернетики

Шерман Михайло Ісаакович

Рецензент: Азадова Елліна

Валеріївна, DataArt, Senior QA

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Порівняльний аналіз сучасних сервісів веб конференцій	8
1.1. Поняття сервісу веб конференцій. Критерії оцінки сервісів веб конференцій.....	8
1.2. Порівняння існуючих рішень сервісів веб конференцій	12
1.3. Огляд сервісу веб конференцій BigBlueButton.....	13
РОЗДІЛ 2. Інтеграція сервісу веб конференцій. проєктування системи управління веб конференцій	17
2.1. Розгортання сервісу веб конференцій у ІТ середовищі університету.....	17
2.2. Концепція взаємодії сервісу веб конференцій з платформами дистанційної освіти. Налаштування взаємодії між сервісами	19
2.3. Архітектурні особливості сервісу управління веб конференцій.....	21
2.4. Концепція інтеграції сервісу управління веб конференцій у ІТ середовище університету	23
РОЗДІЛ 3. Розроблення системи управління веб конференціями	26
3.1. Архітектурні особливості системи. Модуль авторизації.....	26
3.2. Модуль керування конференціями	27
3.3. Модуль оповіщення.....	29
3.4. Розгортання сервісу управління веб конференцій у ІТ середовищі університету	29
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	34
ДОДАТКИ	

Додаток А. Таблиця порівняння сервісів веб конференцій.....	37
Додаток Б. Діаграмма класів веб додатку	38
Додаток В. Діаграми активності.....	39
Додаток Г. Загальна структура проєкту Інтеграції системи веб конференцій.....	40
Додаток Д. Кодекс академічної доброчесності здобувача вищої освіти Херсонського державного університету.....	41

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

API	Application Programming Interface
BBB	BigBlueButton
CLI	Command Line Interface
CMS	Content Management System (Система управління вмістом даних)
COVID	Corona Virus Disease
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
JWT	JSON Web Token
LMS	Learning Management System (Система управління навчанням)
MCU	Multipoint Conferencing Unit [10]
OAuth	Open Authorization
SFU	Selective Forwarding Unit [9]
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SSL	Secure Sockets Layer
SQL	Structured Query Language
URL	Uniform Resource Locator
WebRTC	Web Real Time Communications
YAML	YAML Ain't Markup Language
«Єдиний ключ»	Система авторизації та аутентифікації Херсонського державного університету
ЗВО	Заклад вищої освіти
IT	Інформаційні технології
СУБД	Система управління базами даних

ВСТУП

Університет як платформа для надання освітніх послуг має забезпечити неперервний процес отримання знань для здобувачів вищої освіти. За умов карантинного періоду «COVID 19» у 2020 році ЗВО Херсонський державний університет активно впроваджував елементи дистанційної освіти у навчальний процес. Результатом нововведень став перехід від стаціонарної на змішану форму освіти, використовуючи власні платформи дистанційної освіти, а також сторонні сервіси для комунікації здобувачів із професорсько-викладацьким складом у реальному часі. Проте, інтеграція таких програмних засобів у цілісне ІТ середовище університету є недоцільною через пропріетарний характер сервісів та додаткового бюджетування, що є технічно та, відповідно, економічно не вигідним для ЗВО рішенням.

З-поміж багатьох систем проведення онлайн конференцій буде розглянуто та порівняно декілька, проте кожна з них забезпечує саме зв'язок між учасниками конференцій незалежно від існуючих сервісів. Це створює проблеми необхідності ведення контролю на усіх цих платформах з боку викладача, що призводить до сповільнення навчального процесу та незручності у взаємодії між працівниками ЗВО, студентами та викладачами.

З огляду на вищезазначене, **актуальність** роботи обумовлена необхідністю розробки та інтеграції в інформаційне середовище Херсонського державного університету такого сервісу, що забезпечує вільну комунікацію між викладачами та студентами для забезпечення неперервного освітнього процесу за умов як змішаної так і повністю дистанційної форми освіти у вигляді комплексу платформи для проведення веб конференцій та веб додатку для керування функціоналом цієї платформи за межами функціональності систем дистанційної освіти. Ціллю створення такої системи є покриття усіх управлінських та освітніх

потреб у комунікації в реальному часі незалежно від фізичного розташування суб'єктів зазначених процесів. Тобто така система дозволить проводити конференції на інформаційних ресурсах університету у найбільш зручний та безпечний для учасників освітнього та бізнес процесів спосіб.

Метою роботи є проєктування, створення структури та розробка веб додатку для керування онлайн конференціями BigBlueButton, інтеграція комплексу з існуючими сервісами ІТ середовища університету.

Об'єктом роботи є комплекс сервісів «Система веб конференцій з відкритим кодом для онлайн навчання BigBlueButton» та «Сервіс управління системою онлайн конференціями BigBlueButton».

Предметом роботи є розробка застосунку «Сервіс управління системою онлайн конференціями BigBlueButton».

Завдання роботи:

1. Проаналізувати існуючі сервіси веб конференцій та виділити критерії оцінювання їх придатності для забезпечення дистанційної роботи університету;
2. Визначити на підставі порівняльного аналізу функціоналу існуючих та перспективних сервісів веб конференцій придатні для забезпечення наукової, управлінської та навчальної діяльності програмні продукти;
3. Розробити концепцію та визначити і обґрунтувати способи інтеграції платформи веб конференцій та додатку для її управління в ІТ середовище університету;
4. Розробити структуру проєкту «Система управління онлайн конференціями BigBlueButton»;
5. Розробити додаток «Сервіс управління системою онлайн конференціями BigBlueButton»;
6. Інтегрувати розроблений комплекс в ІТ середовище університету.

У процесі роботи використовувалися такі **методи дослідження** як аналіз, синтез та порівняння.

Структура роботи: робота складається з переліку умовних позначень, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СЕРВІСІВ ВЕБ КОНФЕРЕНЦІЙ

1.1. **Поняття сервісу веб конференцій. Критерії оцінки сервісів веб конференцій**

Термін веб конференція використовується як узагальнююче поняття для різних типів онлайн зв'язку та технологій спільної роботи у реальному часі в просторі мережі. Це поняття включає в себе такі варіанти активності, як вебінари (веб семінари), відеоконференції, веб трансляції та веб зустрічі.

Можна виділити наступні моделі веб конференцій:

- Хостинг рішення: використання віддаленого серверу, до якого можна отримати доступ через певне програмне або апаратне рішення;
- Програмне рішення: використання певного застосунку, що надає можливість комунікації учасникам конференції та використовує потужності серверу, на який застосунок встановлений;
- Апаратне рішення: використання системи пристроїв, що надають можливість комунікації за умови наявності апаратного зв'язку між місцеположеннями учасників конференції.

З огляду на означення веб конференції можна виділити поняття сервісу веб конференцій. Сервіс веб конференцій – апаратно-програмний комплекс, що забезпечує відео та аудіо зв'язок між учасниками веб конференції у реальному часі, знаходячись у локальній мережі або в Інтернет.

Для покриття потреб освітнього процесу університету за умов дистанційної освіти однією з найважливіших функцій є доступ до сервісу

веб конференцій незалежно від місцезнаходження учасника освітнього процесу за умови доступу до мережі Інтернет. З огляду на дану необхідність модель апаратного рішення є недоречною саме через жорстку прив'язку до певного фізичного розташування апаратного забезпечення.

Іншим важливим елементом є забезпечення безпеки даних учасників веб конференції до початку, під час проведення, а також після її завершення (у разі збереження матеріалів конференції). Тоді, використання стороннього хостингу як серверу веб конференцій є недоцільним, бо гарантування безпеки даних за межами цілісного ІТ середовища університету є неможливим. З вищевикладеного виникає необхідність встановлення сервісу веб конференцій як локальної системи з можливістю доступу до нього як з локальної університету так і зовнішньої мережі за умови аутентифікації учасника та його авторизації до певного ресурсу, до якого користувач має доступ.

Якщо мова йде про систему дистанційного навчання, то користувач, який має роль здобувача освіти, повинен мати доступ лише до тих ресурсів та даних, до яких було надано дозвіл. Для проведення загальноуніверситетських нарад або конференцій учасники мають бути однозначно аутентифіковані. Даний підхід забезпечить безпеку персональних даних користувачів та зменшить ризик витоку інформації з ІТ середовища.

Ще однією критичною функцією сервісу веб конференцій є можливість інтеграції з іншими функціональними одиницями ІТ середовища ЗВО. Для освітнього процесу найефективнішим варіантом є така система, що дозволить проведення онлайн конференції як різновиду навчальної діяльності інтегрованої в навчальний процес. Необхідно побудувати таку взаємодію між сервісом веб конференцій та платформами дистанційної освіти (див. рис. 1.1), яка забезпечить

найбільш якісне надання освітніх послуг. З цієї потреби випливає наступний перелік додаткових функцій сервісу:

- вільний обмін матеріалами;
- можливість демонстрації екрану;
- електронна дошка для записів та приміток;
- чат групи;
- можливість запланувати та створити конференцію як додаткову діяльність для дистанційного курсу;
- запис конференції.

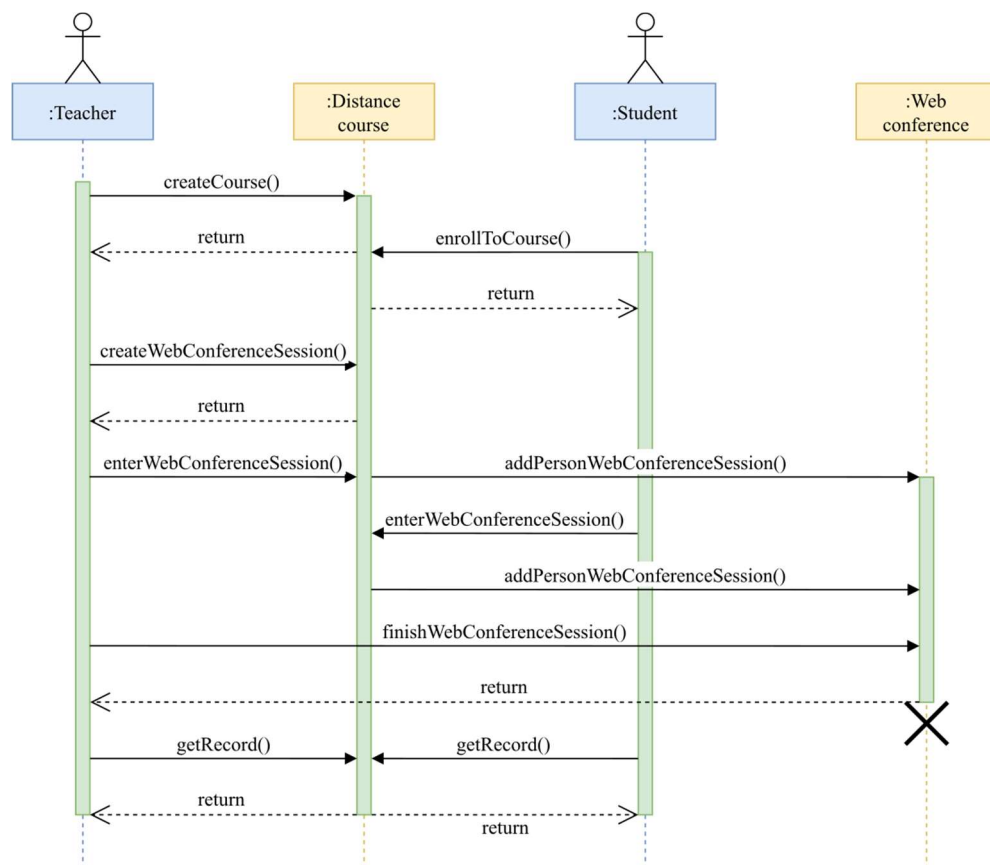


Рисунок 1.1 – Діаграма послідовності взаємодії платформи дистанційної освіти та сервісу веб конференцій

Для бізнес процесів за умови віддаленої комунікації користувачів необхідно визначити перелік учасників, яким буде конференція доступна. Щоб забезпечити безпеку персональних даних, а також обмежити доступ

сторонніх користувачів або неавторизованих агентів до конференцій, необхідно побудувати взаємодію сервісу веб конференцій із системою аутентифікації та авторизації «Єдиний ключ». Для забезпечення управлінської діяльності є необхідними такі функції (див. рис. 1.2) як:

- планування онлайн зустрічі;
- повідомлення про її початок;
- запис конференції;
- вільний обмін матеріалами;
- можливість демонстрації екрану.

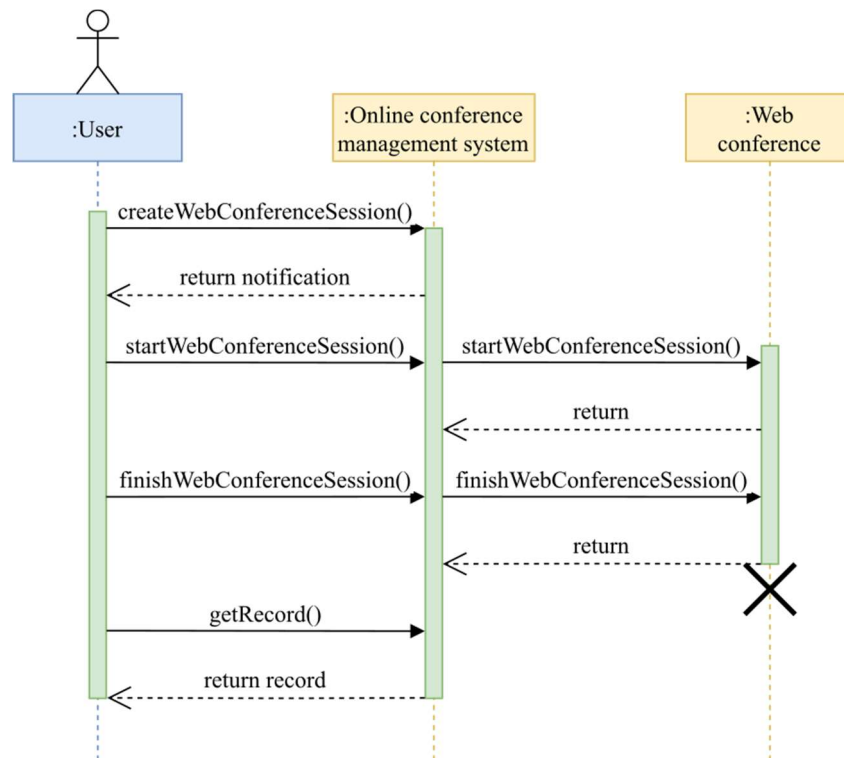


Рисунок 1.2 – Діаграма послідовності взаємодії з сервісом управління

Вищезазначені критерії описують необхідні вимоги до сервісу веб конференцій. Беручи до уваги їх перелік, можна виділити та оцінити найбільш ефективні для використання в процесах університету платформи веб конференцій.

1.2. Порівняння існуючих рішень сервісів веб конференцій

На сьогодні існує велика кількість різноманітних сервісів для проведення веб конференцій. Нижче наведені найбільш наближені для використання в освітньому та бізнес процесах ЗВО системи.

Zoom – запатентована хмарна платформа для відео, аудіо обміну вмістом та чату, що працює на мобільних пристроях, персональних комп'ютерах та кімнатних системах конференцій [1]. Дана система дозволяє проводити веб конференції у двох режимах:

- Zoom Meeting – веб зустріч, яка створюється та проводиться за допомогою програмного додатку Zoom;
- Zoom Room – апаратне рішення, що дозволяє проводити веб конференції з певного місця, використовуючи програмний застосунок Zoom.

Microsoft Teams – запатентоване хмарне програмне рішення, що є частиною офісного пакету Microsoft Office 365, для проведення веб конференцій. Даний сервіс використовується як різнопланова система комунікації наряду зі Skype for Business. Він став повноцінною заміною для Microsoft Classroom. Викладачі навчального закладу можуть створювати певні групи для навчання та спілкування зі здобувачами освіти [2].

Apache OpenMeetings – програмне забезпечення з відкритим висхідним кодом, що забезпечує проведення відеоконференцій, обмін миттєвими повідомленнями, дошку, спільне редагування документів та інші інструменти групового програмного забезпечення [3]. Зв'язок відбувається у віртуальних «кімнатах для переговорів», які можуть бути налаштовані на різні режими зв'язку, безпеки та якості відео.

BigBlueButton – це система веб-конференцій з відкритим кодом для онлайн-навчання [4]. Її функції включають обмін аудіо, відео, презентаціями та екраном у режимі реального часу, а також інструменти

для спільної роботи, такі як дошка, спільні нотатки, опитування та кімнати. Клієнтом даної системи виступає застосунок Інтернет браузера, що робить її кросплатформеним рішенням.

Кожна з вищенаведених систем забезпечують основний набір функцій, проте не покривають певні важливі для ЗВО критерії, описані в пункті 1 даного розділу. Виходячи з результатів порівняння цих систем (див. Додаток А) можна виділити дві з них, які найбільше підходять для забезпечення необхідних для ЗВО бізнес та освітнього процесів функцій: ВВВ та OpenMeetings.

Дані рішення мають найбільше можливостей інтеграції зі сторонніми системами типу LMS та CMS, мають відкритий висхідний код, дозволяють використовувати веб браузер як клієнт конференції, що забезпечує доступ на будь-якій платформі.

Платформа ВВВ є більш вдалим вибором для налаштування через певні особливості інформаційного середовища університету, а саме система “Єдиний ключ” та необхідність повідомлення користувачів про найближчі події. Вона може передавати медіа дані (аудіо та відео) у високій якості у порівнянні з зазначеними платформами. OpenMeetings має вбудовану панель адміністрації, яка не виконує необхідних описаних вище функцій.

Тож, ВВВ є архівдальним вибором для використання в ІТ середовищі університету. Опис обраної системи описано в пункті 3 даного розділу.

1.3. Огляд сервісу веб конференцій BigBlueButton

Клієнт ВВВ – це веб-додаток на основі HTML5 [4]. На відміну від багатьох систем веб-конференцій, які вимагають встановлення певного застосунку програмного забезпечення, ВВВ використовує веб-браузер для повноцінної роботи.

BBB забезпечує звук, відео та спільний доступ до екрану, використовуючи вбудовану підтримку браузера для веб бібліотек спілкування в реальному часі (WebRTC) [4].

WebRTC – браузерна комунікація в реальному часі. Це відкритий стандарт мультимедійного зв'язку між користувачами, реалізований безпосередньо в браузері. В загальному плані дана технологія функціонує за допомогою JavaScript API [5], вбудованому в JavaScript двигун браузера, кодеків (кодувальник) для відео та аудіо, а також технології HTML5. Тобто користувач запитує веб сторінку із визначеним відео тегом. Далі відбувається створення сесії між користувачами: коли один користувач обирає однорангового іншого користувача, починається аудіовізуальна сесія 1 на 1 між браузерами двох однорангових агентів [6].

Так як WebRTC є технологією зв'язку виду peer-to-peer (1 на 1) [7], то для передачі даних між багатьма користувачами необхідно використовувати технологію управління медіа потоками. Такими технологіями є моделі SFU та MCU, що забезпечують стабільний зв'язок між багатьма користувачами. BBB використовує медіа сервер Kurento [11]. Даний застосунок є медіа сервером WebRTC, функціональність якого включає груповий зв'язок, перекодування, запис, змішування, трансляцію та маршрутизацію аудіовізуальних потоків [12]. Саме він об'єднує користувачів у конференцію, надаючи можливість підключитися до спільного пулу зв'язку. Kurento об'єднує функціональність обох моделей, що дозволяє оптимізувати передачу медіа зв'язку та підвищити якість відео та аудіо. Для зменшення навантаження на медіа сервер використовується BBB-WebRTC-SFU [8] – серверна технологія для керування селективного блоку переадресації медіа сервером WebRTC. Тобто, це рішення виступає в ролі контролера медіа, який займається переадресацією та керує медіа потоками.

Ще однією важливою частиною WebRTC є кодеки відео та аудіо. Для відео використовуються такі типи кодеків:

- VP8: базується на розкладанні кожного вихідного кадру на квадратні підблоки пікселів (макроблоки), прогнозуванні таких підблоків з використанням раніше побудованих блоків та таких передбачень (а також на синтезі непередбачуваних блоків) з використанням дискретного косинусного перетворення або перетворення Уолша-Адамара [13];
- H.264: базується на розділенні частин кодування відео потоку та абстракції мережі, що кодують відео на основі механізму макроблоків та передають ці блоки за частинами мережі [14].

Такі системи забезпечують більш високу швидкість передачі даних, використовуючи ущільнення відеосигналів та більш продуктивний спосіб передачі відео потоку.

Для обслуговування аудіо використовується інтерактивний кодувальник Opus. Дана технологія заснована на об'єднанні роботи двох функціональних шарів: лінійне передбачення та модифіковане дискретне косинусне перетворення. За такого режиму кодек працює в ширшому діапазоні, ніж використовуючи кожен з шарів окремо, і може досягти кращої якості, комбінуючи їх. Це обумовлено тим, що у мовленні техніка лінійного прогнозування (наприклад, лінійне передбачення з кодовим збудженням) кодує частоти ефективніше, ніж техніка перетворення [15].

Для підтримки та розмежування зв'язку на різні конференції використовується такий програмний комутатор як FreeSWITCH. За допомоги даної технології BBB забезпечує можливість голосових конференцій за умови що веб браузер не підтримує WebRTC [11].

Ще однією особливістю роботи BBB є обов'язкова наявність SSL сертифікату. Основною метою протоколу SSL є забезпечення конфіденційності та надійності між двома взаємодіючими програмами [16]. Протокол SSL забезпечує безпеку з'єднання, яка має три основні властивості:

- Приватний зв'язок: шифрування даних, які передаються, використовується після початкового рукоштовкування для визначення секретного ключа і відбувається за допомогою симетричної криптографії;
- Ідентифікація учасника може бути виконана за допомогою асиметричної криптографії або відкритого ключа;
- Надійне з'єднання: передача повідомлень включає перевірку цілісності з використанням коду аутентифікації повідомлень, для обчислення якого використовуються функції безпечного хешування (наприклад, SHA, MD5) [16].

SSL сертифікат забезпечує безпеку даних при передачі медіа потоку під час проведення сесії конференції.

За допомогою описаних вище технологій BBB покриває всі необхідні функціональні критерії для забезпечення наукової, управлінської та навчальної діяльності Херсонського державного університету, проте не забезпечує можливість авторизації, планування конференцій, керування кімнатами та повідомлення користувачів про майбутні конференції. Ці функції будуть реалізовані за допомогою системи управління онлайн конференціями BigBlueButton, проектування та інтеграція якого описана у пункті 3 розділу 2 даної роботи.

РОЗДІЛ 2

ІНТЕГРАЦІЯ СЕРВІСУ ВЕБ КОНФЕРЕНЦІЙ. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВЕБ КОНФЕРЕНЦІЙ

2.1. Розгортання сервісу веб конференцій у ІТ середовищі університету

Зважаючи на критерії доступності та безпеки, оптимальним рішенням є встановлення програмного серверу веб конференцій на виділений локальний апаратний сервер, зареєстрований у внутрішній локальній мережі. ВВВ надає декілька способів встановлення та налаштування системи:

- Встановлення та налаштування усіх окремих необхідних для сервісу компонентів;
- Встановлення за допомогою системи автоматизації керування конфігураціями Ansible;
- Налаштування за допомогою засобу автоматизації керуванням сервісу `bbb-install.sh` [17].

Ansible – це інструмент автоматизації ІТ. Він може налаштовувати системи, розгортати програмне забезпечення та організовувати більш складні ІТ-завдання [18]. Дане рішення необхідне для налагодження роботи з багатокомпонентним програмним забезпеченням. Проте цілі даної роботи сприяють впровадженню ізольованої архітектури для сервісів, тож використання Ansible є недоцільним.

Було обрано такий спосіб налаштування ВВВ як `bbb-install.sh`. Цей засіб є сценарієм командної оболонки, який автоматизує процес взаємодії адміністратора із сервером веб конференцій та дозволяє модифікувати сервер незалежно від встановленого програмного забезпечення.

До початку процесу встановлення необхідно надати повністю визначене доменне ім'я, яке згодом буде використано як зовнішній URL

ресурсу. Наступним кроком необхідно додати 4096 розрядний SSL сертифікат.

Для завершення встановлення BBB необхідно виконати інструкцію командної оболонки 2.1.

```
wget -qO- https://ubuntu.bigbluebutton.org/bbb-install.sh |  
bash -s -- -w -v xenial-22 -s bbb.ksu.ks.ua (2.1)
```

Результатом виконання описаних вище дій є встановлений сервер BigBlueButton та готовий до проведення конференцій набір API. Розгорнутий сервіс можна використовувати в межах бізнес та освітніх процесів за покликанням <https://bbb.ksu.ks.ua/>.

BBB має перелік налаштувань, виконання яких суттєво покращить враження користувачів від використання сервісу. Виділимо основні з них:

- Видаляти записи конференцій після закінчення певного встановленого терміну;
- Змінювати зовнішній вигляд конференцій відповідно до бажання учасників конференції;
- Покращити захист серверу від впливу зі сторонніх ресурсів;
- Відключити мікрофони учасників при вході до сесії конференції [19].

Змінити ці та інші налаштування компонентів системи BBB можна за допомогою інтерфейсу командного рядка (CLI) `bbb-conf`. Даний інструмент автоматично встановлюється разом з іншими частинами серверу та дозволяє взаємодіяти з ними через єдиний інтерфейс консольної оболонки (див. рис. 2.1).

```

$ bbb-conf
BigBlueButton Configuration Utility - Version 1.0.N

bbb-conf [options]

Configuration:
--version                Display BigBlueButton version (packages)
--setip <host>           Set IP/hostname for BigBlueButton
--setsecret <secret>    Change the shared secret in bigbluebutton.properties

Monitoring:
--check                  Check configuration files and processes for problems
--debug                 Scan the log files for error messages
--watch                 Scan the log files for error messages every 2 seconds
--secret                View the URL and shared secret for the server
--lti                   View the URL and secret for LTI (if installed)

Administration:
--restart               Restart BigBlueButton
--stop                 Stop BigBlueButton
--start                 Start BigBlueButton
--clean                 Restart and clean all log files
--zip                  Zip up log files for reporting an error

Testing:
--disablewebrtc        Disables WebRTC audio in the server

```

Рисунок 2.1 – Команди CLI bbb-conf

2.2. Концепція взаємодії сервісу веб конференцій з платформами дистанційної освіти. Налаштування взаємодії між сервісами

Інтеграція веб конференцій у програмні засоби дистанційної освіти має на меті залучити відео та аудіо зв'язок як невід'ємну частину навчального процесу змішаної або дистанційної форми навчання. Даний вид взаємодії може набувати різноманітних форм: лекції, опитування, практичні заняття. Викладачу для формування пулу матеріалів дистанційного курсу необхідно додати такий вид взаємодії зі здобувачами освіти як сесія веб конференції.

В ЗВО переважна більшість платформ дистанційної освіти, такі як KSUONLINE, мультимедійна енциклопедія з курсу «Історія педагогіки», веб мультимедіа енциклопедія «Дари Фрідріха Фрьобеля» та інші базуються на LCMS MOODLE. Дана система може бути модифікована програмним додатком у вигляді плагіну [20], який додає можливість запропонувати веб конференцію як активність дистанційного курсу (див. рис. 2.2).

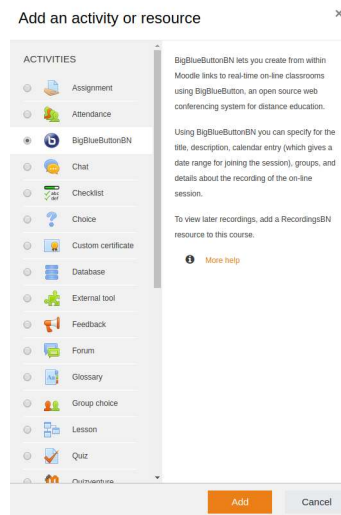


Рисунок 2.2 – Додання веб конференції до дистанційного курсу на платформі Moodle

За допомогою даного плагіну як викладач так і студент взаємодіятиме тільки з платформою дистанційної освіти для виконання усіх необхідних діяльностей в межах освітнього процесу (див. рис. 2.3).

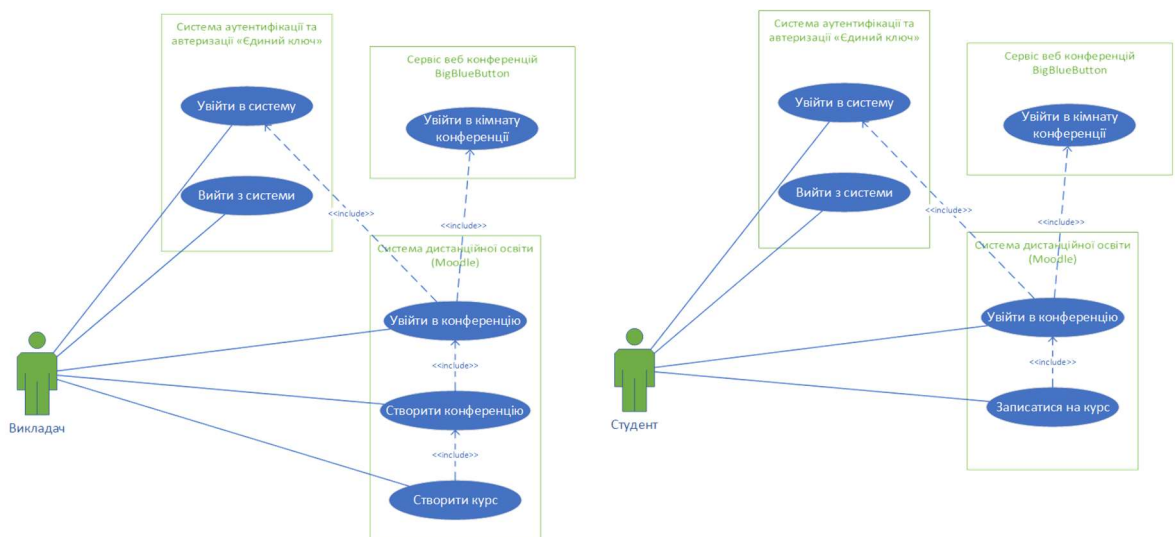


Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання плагіну веб конференцій

Цей спосіб є оптимальним для побудови взаємодії між сервісом веб конференцій та платформами дистанційної освіти. Він використовує функції вже існуючих систем, а також делегує забезпечення безпеки існуючим платформам, не змінюючи архітектуру ІТ середовища.

Встановити додаткову функціональність у вигляді плагіну LCMS MOODLE можна в панелі адміністрування в розділі «Плагіни», завантаживши додаток BigBlueButtonBN [20] у вигляді архіву ZIP в систему або знайшовши його у переліку наявних плагінів. Після встановлення розширення необхідно прив'язати конкретний екземпляр BBB до цього плагіну шляхом збереження у налаштуваннях URL та унікального коду безпеки (секрету) серверу веб конференцій. Після цих кроків тепер можливо додати сесію веб конференції як активність курсу та приєднатися до неї.

Проте, це рішення покриває тільки навчальні та частину наукових потреб університету у сфері віртуальної взаємодії. Для задоволення бізнес потреб необхідне таке програмне рішення, яке б забезпечило універсальність у використанні платформи веб конференцій.

2.3. Архітектурні особливості сервісу управління веб конференцій

Для забезпечення управлінської діяльності університету та задовільнення описаних критеріїв було обрано веб архітектуру додатку. Це рішення забезпечить повну кросплатформеність усієї системи, тобто користувачі матимуть змогу взаємодіяти з усіма компонентами частини ІТ середовища на будь-яких пристроях використовуючи тільки веб браузер за умови доступу до мережі Інтернет. Це рішення також обумовлено необхідністю взаємодії із API сервісу веб конференцій.

Необхідно щоб даний застосунок виконував роль посередника між користувачем та власне сервером веб конференцій, надаючи певний інтерфейс, який допоможе у керуванні API BBB. Розділивши усі вимоги до додатку на атомарні функціональні частини, отримаємо багатокomпонентну архітектуру сервісу (див. рис. 2.4).

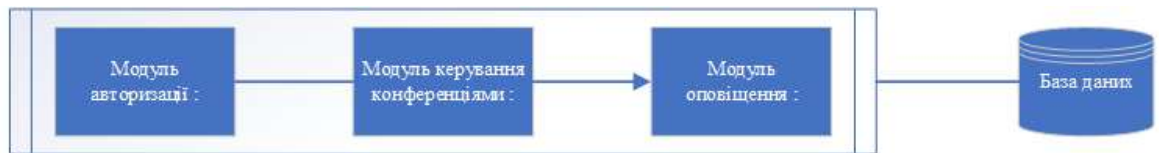


Рисунок 2.4 – Функціонально-логічна структура сервісу

Структура додатку налічує компонент авторизації для аутентифікації користувачів, обмеження їх доступу на виконання певних дій у системі конференцій та власне надання доступу до функціоналу веб додатку.

Модуль керування конференціями взаємодіє з прикладним програмним інтерфейсом серверу веб конференцій. Він інкапсулює всі методи, необхідні для обробки та відправки запитів за протоколом HTTP, які є кінцевими точками API серверу.

Модуль сповіщення повинен відправляти повідомлення про певні зміни системи. Він реагує на відправку запиту і з огляду на його тип сповіщає користувачів про певні події. Наприклад: користувач запланував конференцію, яка має відбутися через декілька днів та додав інших учасників, які мають взяти участь у цій події. Після підтвердження свого рішення модуль керування робить запис про новостворену конференцію, а модуль оповіщення відправляє повідомлення всім учасників майбутньої конференції, що містить час проведення конференції, коментарі до неї (тема, порядок денний, примітки), а також унікальний адрес конференції, за яким можна увійти до створеної сесії.

Останнім необхідним компонентом системи є база даних. У процесі проектування було обрано SQL базу даних реляційного типу за декількома причинами:

- Чітко визначені необхідні та достатні сутності, їх властивості;
- Чітко визначені строгі відношення між сутностями;
- Горизонтальне масштабування при збільшенні функціональності сервісів.

Сервером бази даних можна обрати будь-яку із сучасних SQL СУБД, бо достатньо реалізувати певний абстрактний універсальний рівень для роботи з базою даних та визначити сутності, які будуть в ній збережені.

Створимо моделі системи (див. Додаток Б). Така схема бази даних дозволить забезпечити гнучкість та розширюваність системи.

Обрана довжина поля електронної адреси користувача складає 255 символів. Це обумовлено стандартом SMTP, адреса поштового клієнта складає:

- Локальна частина (ім'я користувача чи іншого агента), максимальна довжина якої складає 64 знаки;
- Доменне ім'я, максимальна довжина якого дорівнює 320 символам [21].

Максимальною довжиною поля URL для моделі конференції є 2000 символів, що обумовлено сумісністю з веб браузером Microsoft Internet Explorer, який підтримує довжину шляхів до 2048 символів [22]. Проте, при подальших модифікаціях розроблюваної системи можлива зміна цього значення. Протокол HTTP не встановлює жодного апріорного обмеження довжини URI. Сервери повинні мати можливість обробляти URI будь-якого ресурсу, який вони обслуговують, і мати можливість обробляти URI необмеженої довжини [23].

2.4. Концепція інтеграції сервісу управління веб конференцій у ІТ середовище університету

Інтеграція сервісу керування веб конференцій, описаного у пункті 3 даного розділу, у ІТ середовище університету для забезпечення управлінської та наукової діяльності має супроводжуватись побудовою взаємодії між даним додатком та системою авторизації та аутентифікації «Єдиний ключ». Необхідною та достатньою умовою для досягнення даної

мети є впровадження клієнту протоколу OAuth2.0 у сервіс. Загальний опис процесу авторизацію додатку буде наступним (див. рис. 2.5):

- Зареєструвати розроблений додаток на сервері авторизації «Єдиний ключ» як сервер ресурсу;
- Отримати можливість авторизації шляхом залучення дозволу для розробленої системи управління конференціями з системи авторизації «Єдиний ключ»;
- Авторизувати користувача розробленого додатку, отримавши токен дозволу з системи авторизації «Єдиний ключ»;
- Перевірити чинність отриманого токена, запросивши дані користувача з бази даних розробленої системи;
- Надати доступ до функціоналу системи управління веб конференцій.

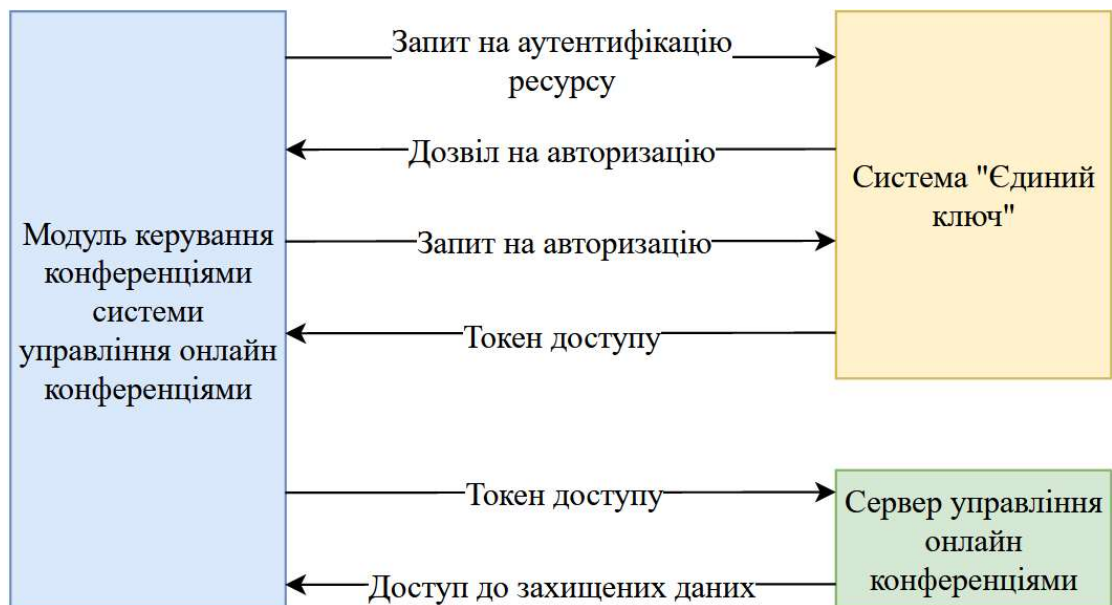


Рисунок 2.5 – Процес авторизації користувача у розробленій системі

Забезпечити захищеність та конфіденційність даних користувача при обміні цих даних у вигляді дозволу авторизації та токена доступу дозволить авторизація з використанням JWT токена пред'явника (bearer token).

Токен пред'явника – це токен безпеки, який характеризується тим, що будь-яка сторона (пред'явник), що володіє токеном, може використовувати його будь-яким способом, як і будь-яка інша сторона, що володіє ним. Використання токена пред'явника не вимагає від пред'явника доказу володіння матеріалом криптографічного ключа: наявність цього токена і є вже підтвердженням володіння [24].

Використовуючи в заголовці авторизації запиту наявний та валідний токен пред'явника, система надасть користувачу доступ до потрібних йому ресурсів системи.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВЕБ КОНФЕРЕНЦІЯМИ

3.1. Архітектурні особливості системи. Модуль авторизації

Цільова система розроблена за принципами мікросервісної архітектури, тобто було виділено окремі частини, які забезпечують та інкапсулюють власні бізнес процеси всередині своїх модулів на макро- (див. Додаток Г) та мікрорівнях (див. рис. 2.4). Між собою модулі обмінюються даними через веб запити за допомогою HTTP. Обраний підхід надасть наступні переваги:

- Відмовостійкість: негаразди у деяких компонентах в межах усієї програмної інфраструктури університету вплинуть тільки на ці компоненти та залежні від них та не зачеплять інші сервіси;
- Горизонтальне масштабування: додання нового функціоналу та програмних комплексів у IT інфраструктуру університету не вплине на існуючі сервіси та дозволить розмістити програмні комплекси у апаратно незалежні частини;
- Децентралізація даних: незалежність та ізолюваність сервісів БД а також даних користувачів, що забезпечує додаткову безпеку від втрати даних та полегшення модернізації програмних комплексів без втручання у інші сервіси.

Модуль авторизації системи взаємодіє з системою «Єдиного ключа», делегуючи йому процеси аутентифікації та авторизації користувача глобально в межах усього програмного комплексу університету. Проте, існує необхідність додаткових даних для користувача специфічних для даної системи, а саме дозволи на створення конференцій, приєднання до них та перегляд записів.

Цей модуль надалі дозволить користувачам взаємодіяти з іншими функціональними частинами розробленої системи тільки після вдалого проходження процесу авторизації.

Для імплементації цього модулю було інтегровано клієнт OAuth2.0 протоколу, а саме використано як базову технологію фреймворк NestJS мови програмування JavaScript та бібліотеку PassportJS з шаром абстракції passport-oauth2. Ключовим елементом взаємодії з системою «Єдиний ключ» є стратегія авторизації, яка повинна пов'язати клієнт розробленої системи із глобальним сервером авторизації. Достатньою реалізацією стратегії є запит даних поточного користувача з «Єдиного ключа». Якщо ж токен пред'явника відсутній або в нього вийшов термін чинності, то сервіс автоматично переадресує користувача на форму заповнення логіну та пароля для його аутентифікації в системі.

Реалізація стратегії валідації користувача клієнта OAuth2.0 зображена на рис. 3.1.

```
public async validate(accessToken: string): Promise<UserDTO> {
  const { data } = await this.http.get(`${AUTH_API_URL}/auth/me`, {
    headers: { Authorization: `Bearer ${accessToken}` },
  });
  return this.userService.findOneById(data.id);
}
```

Рисунок 3.1 – Опис процедури валідації користувача стратегії OAuth2.0 розробленої системи

3.2. Модуль керування конференціями

Модуль управління конференціями є основною частиною розробленої системи, яка забезпечує взаємодію з API серверу веб конференцій BigBlueButton та надає зручний інтерфейс для користувача для виконання необхідних дій. Він має надати наступні функції для користувача:

- Створити нову конференцію (для користувачів, які володіють певним правом на це);
- Продивитися перелік усіх активних доступних для авторизованого користувача конференцій;
- Приєднатися до конференції, в якій користувач має право брати участь;
- Показати перелік наявних записів конференцій, до яких користувач має доступ.

Для розробки цього модулю було використано фреймворк React для побудови легкого користувацького інтерфейсу та бібліотеку `bigbluebutton-js` [25], яка надає зручний рівень абстракції для взаємодії з API `BigBlueButton`, мови програмування JavaScript.

Бібліотека React була обрана для створення легковісного веб додатку з можливістю подальшого створення прогресивного веб додатку (PWA) або швидкої міграції на проєкт для мобільних платформ з використанням фреймворку React Native.

Модель безпеки API `BigBlueButton` дозволяє здійснювати виклики API стороннім програмам (якщо вони мають спільний секрет), але не дозволяє іншим сутностям (кінцевим користувачам) [26]. Тобто, необхідною умовою взаємодії клієнта управління сервісом конференцій є залучення секрету серверу API для перевірки дійсності та валідності клієнта. Для забезпечення максимально універсального середовища, в якому функціонуватиме сервіс, було забезпечено відповідність рекомендаціям дванадцятифакторному додатку. Одним з факторів такого сервісу є збереження конфігурації в середовищі виконання [27]. Для реалізації такого підходу скористаймося файлом змінних середовища (`.env` файлом), в який було записано URL серверу веб конференцій та секрет API цього серверу.

3.3. Модуль оповіщення

Модуль оповіщення повинен відправити повідомлення усім користувачам, які мають відношення до певної конференції, одразу після того як модератор цієї віртуальної зустрічі виконав певні дії над нею. Система реагує на наступні тригери:

- Додання користувача до конференції;
- Видалення користувача до конференції;
- Зміна ролі учасника конференції;
- Зміна параметрів конференції: часу початку, назви, коментаря.

Тобто модуль оповіщення відправляє повідомлення при після підтвердження виконання операції над сутностями таблиці ConferenceParticipant БД розробленої системи (див. Додаток Б).

Для реалізації функціоналу повідомлення було використано бібліотеку podemailer, за допомогою якої було налаштовано автоматична розсилка електронних листів користувачам.

Надалі, можливий розвиток системи у вигляді відправлення нотифікації користувачам у обрані ним соціальні мережі. Також, при створенні прогресивного веб або мобільного додатку можливо додати функціональність пуш повідомлень.

3.4. Розгортання сервісу управління веб конференцій у ІТ середовищі університету

З метою створення універсальної процедури для розгортання розробленого програмного комплексу на будь-якій з сучасних популярних операційних систем було використано для розробки мову програмування JavaScript та програмне забезпечення для автоматизації процесу розгортання за допомогою інтегрованого конвеєра розроблення продукту та консолідації компонентів програми Docker [28].

Метою використання цієї технології полягає в контейнеризації кожного з розроблених компонентів у ізольований віртуальний стандартизований модуль або контейнер. Тобто, це дозволяє створити експлуатаційне середовище, що характеризується стабільністю та простотою у розгортанні. В цьому і полягає автоматизація процесу розгортання: налаштувати конфігурацію контейнера таким чином, щоб у результаті виконання описаних кроків було побудовано одне й те ж віртуальне середовище, незалежно від системи, в якому знаходиться віртуальний модуль.

Для оптимізації розгортання середовища було використано технологію Docker Compose. Цей інструмент застосовується для визначення та керування багатоконтейнерними додатками Docker, що використовує файл конфігурації за технологією YAML [29]. Тобто для розгортання розробленого комплексу всі створені віртуальні контейнери були представлені у вигляді сервісів та об'єднані в єдину конфігурацію, яка використовуватиметься як єдиний інтерфейс для взаємодії з усіма контейнерами. Ця технологія також дозволяє автоматично перезавантажувати сервіси, якщо виникли проблеми з їх нормальним функціонуванням.

Необхідними для побудови модулю є певні кроки, зазначивши які Docker створює віртуальну машину, яка і виконуватиме роль контейнера для кожного розробленого сервісу. Основою таких контейнерів є образ певної збірки ядра операційної системи Linux. Для цілей цієї роботи було обрано образ Alpine, який позиціонується як легковісна орієнтована на безпеку збірка [30]. Docker надає велику кількість готових образів, які вже були модифіковані для використання у певних цілях. Тому для побудови та запуску додатку, написаного на Node JS, знадобиться Alpine збірка образу Node JS. Образ є саме модифікованою основою контейнера. В даному випадку інфраструктура цієї основи зосереджена навколо інтерпретатора мови JavaScript.

Для розгортання React додатку було використано декілька образів: для побудови оптимізованої збірки фронтенд частини розробленої системи використано NodeJS образ та для функціонування сервісу образ серверу Nginx. За допомогою інструкції Docker Compose для запуску усіх сервісів відбувається автоматична побудова React додатку, результат якої у вигляді готового для запуску веб сервісу копіюється для обслуговування запитів у сервіс веб серверу Nginx (див. рис. 3.2).

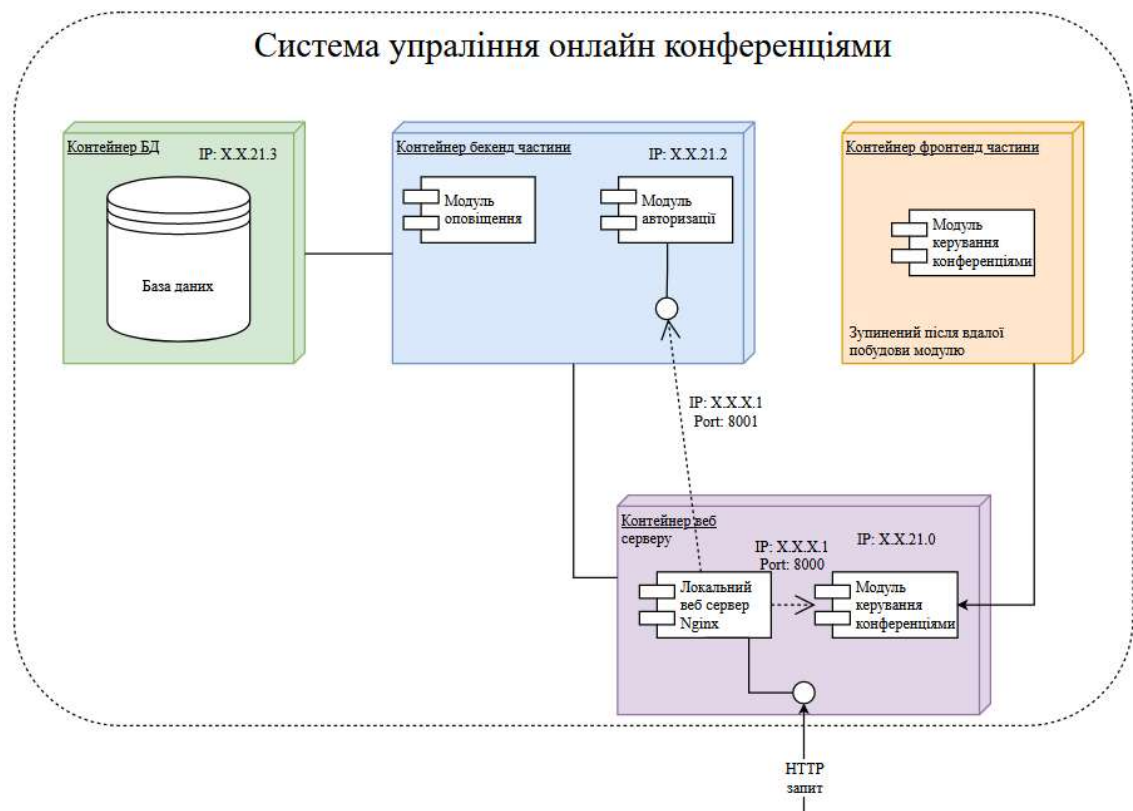


Рисунок 3.2 – Структурна модель додатку після розгортання в Docker

Оптимізуючи процес розгортання системи, життєвий цикл контейнеру фронтенд частини було обмежено тільки для збірки готового сервісу, надалі його використання не несе жодної функціональної користі. Використання локального веб серверу також дозволило взаємодіяти з бекенд частиною розробленої системи: продивитися документацію API (Swagger) розробленої системи, використати кінцеві точки API для отримання даних.

ВИСНОВКИ

Відповідно до актуальності та мети роботи було проведено аналіз сучасних додатків корпоративного масштабу та сервіси з відкритим висхідним кодом, створено та інтегровано програмний комплекс, який покриває освітні та бізнес потреби університету за умов стаціонарної, змішаної та дистанційної форми освіти.

Відповідно до завдань роботи були виконані наступні дії.

Було досліджено та порівняно сервіси веб конференцій, моделі їх розгортання та виділено критерії оцінювання їх придатності для забезпечення дистанційної роботи університету за умов змішаної або дистанційної форми освіти. Було обрано таку модель сервісу веб конференції як програмний сервер.

Визначено такий перелік критеріїв, за яким можна досягнути необхідної функціональності:

- планування онлайн зустрічі;
- повідомлення про її початок;
- запис конференції;
- вільний обмін матеріалами;
- можливість демонстрації екрану;
- електронна дошка для записів та приміток;
- чат групи;
- створення конференції як додаткову діяльність для дистанційного курсу.

У процесі аналізу було звужено коло варіантів, що дозволило обрати сервіс веб конференції BigBlueButton як основу для реалізації системи, яка буде розроблена. Даний вибір реалізує можливості для проведення високоякісних веб конференцій та покриває основні функціональні критерії.

Проаналізовано різні способи інтеграції сервісу веб конференцій у інформаційно-комунікаційну інфраструктуру університету. З-поміж проаналізованих було обрано плагін для взаємодії між сервером ВВВ та

платформами дистанційної освіти таких як KSUONLINE, мультимедійна енциклопедія з курсу «Історія педагогіки», веб мультимедіа енциклопедія «Дари Фрідріха Фрьобеля», який дає змогу впровадити проведення конференцій як додаткового виду діяльності дистанційного курсу.

Описано процес розгортання сервісу веб конференції, розроблено концепцію його інтеграції, а також побудовано структуру сервісу управління веб конференцій та план його інтеграції у ІТ середовище університету. Інтеграція сервісів забезпечує мікросервісну архітектуру комплексу всього зазначеного програмного забезпечення. Структура веб додатку була розроблена за модульною архітектурою, що дозволило розробити застосунок гнучким та легко маштабованим.

Описано та обґрунтовано розроблення концептуальних частин сервісу управління онлайн конференціями BigBlueButton, який покриває необхідні університету бізнес процеси під час дистанційної взаємодії їх учасників.

Виділено кроки для забезпечення безпеки при передачі особистих даних користувача між розробленим сервісом управління веб конференцій, власне сервером онлайн конференцій BigBlueButton, системою авторизації та аутентифікації «Єдиний ключ» та системою LCMS MOODLE KSUONLINE.

Описано універсальний процес розгортання розробленого комплексу за допомогою технології Docker.

Описано кроки для подальшого розвитку та модифікації розробленої системи.

У результаті роботи було розгорнуто та інтегровано сервер веб конференцій BigBlueButton та систему управління веб конференціями у інформаційно-комунікаційне середовище ЗВО Херсонський державний університет. Налагоджено взаємодію між існуючими та розробленими сервісами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. About Zoom Conference. URL: <https://zoom.us/about>
2. Microsoft Teams for educational institutions. URL: <https://support.microsoft.com/en-us/help/4022583/microsoft-classroom-preview-features-are-moving-to-microsoft-teams>
3. Apache OpenMeetings - Features and overview. URL: <http://openmeetings.apache.org/index.html>
4. BigBlueButton official documentation. About BigBlueButton. URL: <https://docs.bigbluebutton.org/>
5. H. Alvestrand. Overview: Real Time Protocols for Browser-based Applications. *IETF-related tools*. 2015. draft-ietf-rtcweb-overview-14. URL: <https://tools.ietf.org/html/draft-ietf-rtcweb-overview-14>
6. Holmberg C., Hakansson S., Eriksson G. Web Real-Time Communication Use Cases and Requirements. *IETF-related tools*. 2015. RFC 7578. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7478>
7. WebRTC 1.0: Real-Time Communication Between Browsers. *W3C Candidate Recommendation Draft*. 2020. URL: <https://www.w3.org/TR/webrtc/>
8. Server for controlling a WebRTC selective forwarding unit (SFU) media server. 2020. URL: <https://github.com/bigbluebutton/bbb-webrtc-sfu>
9. WebRTC Glossary: SFU. 2017. URL: <https://webrtcglossary.com/sfu/>
10. WebRTC Glossary: MCU. 2017. URL: <https://webrtcglossary.com/sfu/>
11. BigBlueButton official documentation. Architecture. 2020. URL: <https://docs.bigbluebutton.org/2.2/architecture.html>
12. Kurento official documentation. What's Kurento. 2020. URL: <https://www.kurento.org/whats-kurento>

13. Bankoski J., Koleszar J., Quillio L. VP8 Data Format and Decoding Guide. *IETF-related tools*. 2011. RFC 6386. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6386>
14. Wang Y.-K., Even R., Kristensen T. RTP Payload Format for H.264 Video. *IETF-related tools*. 2011. RFC 6184. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6184>
15. Valin JM., Vos K., Terriberry T. Definition of the Opus Audio Codec. 2012. RFC 6716. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6716>
16. Freier A., Karlton P., Kocher P. The Secure Sockets Layer (SSL) Protocol Version 3.0. *IETF-related tools*. 2011. RFC 6101. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6101>
17. BigBlueButton official documentation. bbb-install.sh. URL: <https://docs.bigbluebutton.org/2.2/install.html>
18. Ansible official documentation. About Ansible. 2020. URL: <https://docs.ansible.com/ansible/latest/index.html>
19. BigBlueButton official documentation. Customize BigBlueButton. URL: <https://docs.bigbluebutton.org/2.2/customize.html>
20. Moodle plugin documentation. BigBlueButtonBN. 2020. URL: https://moodle.org/plugins/mod_bigbluebuttonbn
21. Klensin J. Simple Mail Transfer Protocol. *IETF-related tools*. 2001. RFC 2821. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc2821>
22. Ресурс підтримка Microsoft. Maximum URL length is 2,083 characters in Internet Explorer. 2019. URL: <https://support.microsoft.com/uk-ua/help/208427/maximum-url-length-is-2-083-characters-in-internet-explorer>
23. Fielding R., Gettys J., Mogul J. Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1. *IETF-related tools*. 1999. RFC 2616. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc2616>
24. Jones M., Hardt D. The OAuth 2.0 Authorization Framework: Bearer Token Usage. *IETF-related tools*. 2012. RFC 6750. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6750>

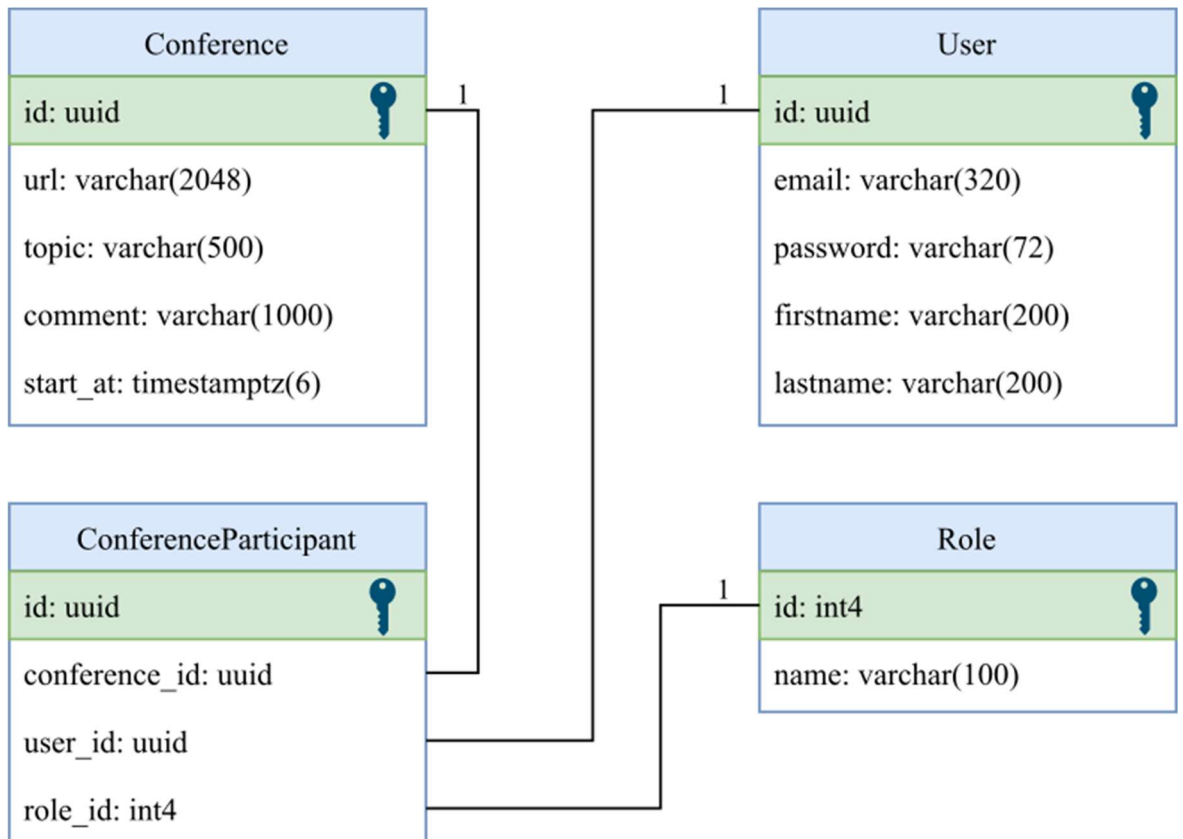
25. JavaScript layer to interact with BigBlueButton API. URL: <https://github.com/aakatev/bigbluebutton-js>
26. BigBlueButton official documentation. API. URL: <https://docs.bigbluebutton.org/dev/api.html>
27. The Twelve-Factor App methodology. URL: <https://12factor.net>
28. Official Docker company website. About Docker company. URL: <https://www.docker.com/company>
29. Docker official documentation. Overview of Docker Compose. URL: <https://docs.docker.com/compose/>
30. Alpine Linux home page. URL: <https://alpinelinux.org/>

ДОДАТКИ

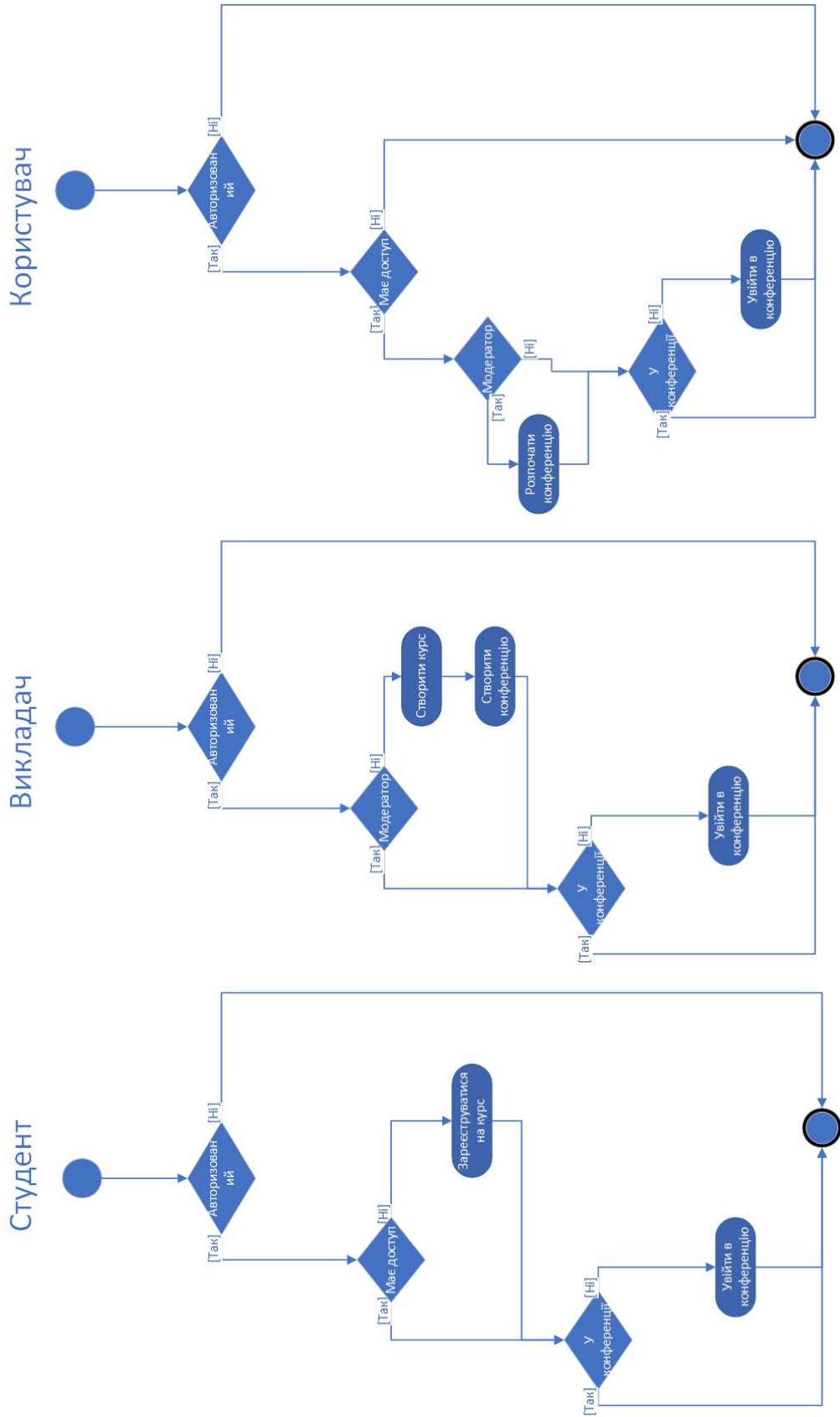
ДОДАТОК А. ТАБЛИЦЯ ПОРІВННЯ СЕРВІСІВ ВЕБ
КОНФЕРЕНЦІЙ

Назва сервісу	Операційні системи	Підтримка аудіо	Підтримка відео	Підтримка чату	Підтримка демонстрації екрану	Підтримка дошки	Підтримка документів в форматі Office	Підтримка спільного використання ресурсу	Запис конференції	Групові заняття
Zoom	Windows, Linux, MacOs, Android, IOS	+	HD	+	+	+	+	+	+	-
Microsoft Teams	Windows, Linux, MacOs, Android, IOS	+	VGA, HQ, HD	+	+	+	+	-	+	-
Apache OpenMeetings	Усі актуальні	+	VGA	+	+	+	+	+	+	-
BigBlueButton	Усі актуальні	+	VGA, HQ	+	+	+	+	+	+	+

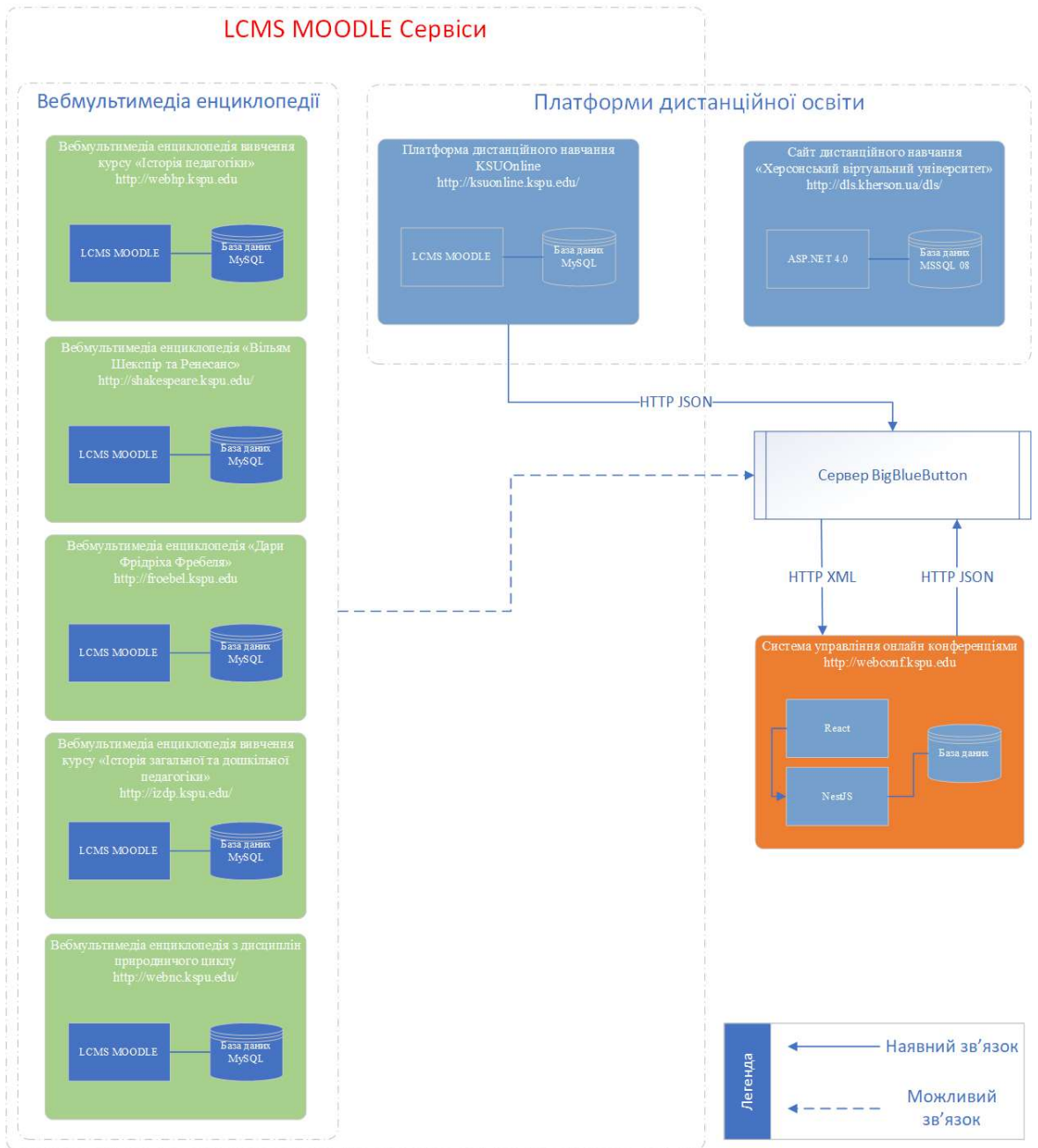
ДОДАТОК Б. ДІАГРАММА КЛАСІВ ВЕБ ДОДАТКУ



ДОДАТОК В. ДІАГРАМИ АКТИВНОСТІ



ДОДАТОК Г. ЗАГАЛЬНА СТРУКТУРА ПРОЄКТУ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМИ ВЕБ КОНФЕРЕНЦІЙ



ДОДАТОК Д. КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ХЕРСОНЬСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ


Я, Романенко Владислав Михайлович, учасник освітнього процесу Херсонського державного університету, **УСВІДОМЛЮЮ**, що академічна доброчесність – це фундаментальна етична цінність усієї академічної спільноти світу.

ЗАЯВЛЯЮ, що у своїй освітній і науковій діяльності **ЗОБОВ'ЯЗУЮСЯ**:

- дотримуватися:
 - вимог законодавства України та внутрішніх нормативних документів університету, зокрема Статуту Університету;
 - принципів та правил академічної доброчесності;
 - нульової толерантності до академічного плагіату;
 - моральних норм та правил етичної поведінки;
 - толерантного ставлення до інших;
 - дотримуватися високого рівня культури спілкування;
- надавати згоду на:
 - безпосередню перевірку курсових, кваліфікаційних робіт тощо на ознаки наявності академічного плагіату за допомогою спеціалізованих програмних продуктів;
 - оброблення, збереження й розміщення кваліфікаційних робіт у відкритому доступі в інституційному репозитарії;
 - використання робіт для перевірки на ознаки наявності академічного плагіату в інших роботах виключно з метою виявлення можливих ознак академічного плагіату;
- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного й підсумкового контролю результатів навчання;
 - надавати достовірну інформацію щодо результатів власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використаних методик досліджень та джерел інформації;
 - не використовувати результати досліджень інших авторів без використання покликань на їхню роботу;
 - своєю діяльністю сприяти збереженню та примноженню традицій університету, формуванню його позитивного іміджу;
 - не чинити правопорушень і не сприяти їхньому скоєнню іншими особами;
 - підтримувати атмосферу довіри, взаємної відповідальності та співпраці в освітньому середовищі;
 - поважати честь, гідність та особисту недоторканність особи, незважаючи на її стать, вік, матеріальний стан, соціальне становище, расову належність, релігійні й політичні переконання;
 - не дискримінувати людей на підставі академічного статусу, а також за національною, расовою, статевою чи іншою належністю;
 - відповідально ставитися до своїх обов'язків, вчасно та сумлінно виконувати необхідні навчальні та науково-дослідницькі завдання;
 - запобігати виникненню у своїй діяльності конфлікту інтересів, зокрема не використовувати службових і родинних зв'язків з метою отримання нечесної переваги в навчальній, науковій і трудовій діяльності;
 - не брати участі в будь-якій діяльності, пов'язаній із обманом, нечесністю, списуванням, фабрикацією;
 - не підроблювати документи;
 - не поширювати неправдиву та компрометуючу інформацію про інших здобувачів вищої освіти, викладачів і співробітників;
 - не отримувати і не пропонувати винагород за несправедливе отримання будь-яких переваг або здійснення впливу на зміну отриманої академічної оцінки;
 - не залякувати й не проявляти агресії та насильства проти інших, сексуальні домагання;
 - не завдавати шкоди матеріальним цінностям, матеріально-технічній базі університету та особистій власності інших студентів та/або працівників;
 - не використовувати без дозволу ректорату (деканату) символіки університету в заходах, не пов'язаних з діяльністю університету;
 - не здійснювати і не заохочувати будь-яких спроб, спрямованих на те, щоб за допомогою нечесних і негідних методів досягати власних корисних цілей;
 - не завдавати загрози власному здоров'ю або безпеці іншим студентам та/або працівникам.

УСВІДОМЛЮЮ, що відповідно до чинного законодавства у разі недотримання Кодексу академічної доброчесності буду нести академічну та/або інші види відповідальності й до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення принципів академічної доброчесності.

09.04.2021
(дата)


(підпис)

Романенко Владислав
(ім'я, прізвище)