



РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ»

THE WEB APPLICATION DEVELOPMENT FOR STUDYING THE DISCIPLINE «NUMERICAL METHODS»

Майдіков І. М.¹, Корнієнко Ю. К.²
I. Maidikov¹, Yu. Kornienko²

^{1, 2} Одеський національний технологічний університет, Одеса, Україна

^{1, 2} Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0973-3927>

E-mail: ilyamaydikov@gmail.com¹, yurikkorn@gmail.com²

Copyright © 2024 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: <https://doi.org/10.15673/atbp.v16i2.2836>

Анотація: Дослідження присвячене розробці та впровадженню веб-додатку для покращення навчання дисципліни «Чисельні методи» у вищих навчальних закладах. Метою дослідження є створення інноваційного навчального середовища, яке допоможе студентам краще засвоювати матеріал та розвивати необхідні навички. У роботі використовується аналіз вимог до програмного забезпечення, який дозволяє зрозуміти потреби користувачів та визначити функціональні вимоги до додатку. Далі проводиться проектування бази даних, що включає у себе структуру та зв'язки між таблицями.

Для розробки веб-додатку використовується архітектура «Модель-Вид-Контролер» (MVC), що дозволяє поліпшити структуру додатку та зробити його більш модульним і зручним у використанні. Використання реляційної бази даних дозволяє забезпечити стійкість до втрати даних та забезпечує швидкий доступ до них. Основною особливістю розробленого додатку є його динамічний контент, який зберігається в базі даних та оновлюється в реальному часі. Це дозволяє студентам отримувати актуальну інформацію та виконувати інтерактивні завдання для закріплення матеріалу.

Використання сучасних технологій, таких як фреймворк Yii2 для розробки веб-додатку, методологія BEM для верстки інтерфейсу та мікророзмітка microdata для покращення SEO-показників, дозволяє створити додаток, який відповідає сучасним вимогам та стандартам.

Аналіз результатів використання веб-додатку показує його високу корисність та можливість використання для покращення навчального процесу та підвищення якості навчання студентів у дисципліні «Чисельні методи». Додаток може бути використаний як у вищих навчальних закладах, так і в інших навчальних установах для покращення процесу навчання та підвищення мотивації студентів до вивчення матеріалу.

Abstract: The study is devoted to the development and implementation of a web application to improve the teaching of the discipline «Numerical Methods» in higher education institutions. The aim of the study is to create an innovative learning environment that will help students learn the material better and develop the necessary skills. The paper uses software requirements analysis to understand the needs of users and determine the functional requirements for the application. Next, the database is designed, including the structure and relationships between tables.

To develop a web application, the Model-View-Controller (MVC) architecture is used, which allows improving the structure of the application and making it more modular and easier to use. The use of a relational database ensures data loss resistance and provides quick access to data. The main feature of the developed application is its dynamic content, which is stored in the database and updated in real time. This allows students to receive up-to-date information and perform interactive tasks to consolidate the material.

The use of modern technologies, such as the Yii2 framework for developing a web application, the BEM methodology for laying out the interface, and microdata markup to improve SEO performance, allows us to create an application that meets modern requirements and standards.

The analysis of the results of using the web application shows its high usefulness and the possibility of using it to improve the educational process and enhance the quality of student learning in the discipline of Numerical Methods. The application can be used both in higher education institutions and in other educational institutions to improve the learning process and increase students' motivation to learn the material.



Ключові слова: база даних, веб-додаток, програмування, проектування бази даних, MVC, Yii2

Keywords: data base, database design, MVC, programming, web application, Yii2

1. Вступ

В умовах сучасного світу важливою є вища математична освіта для підготовки майбутніх фахівців у таких галузях, як математика, інформатика, комп'ютерні науки, інформаційні технології, техніка, економіка, та управління. Вона сприяє інтелектуальному розвитку та формуванню наукового світогляду. Важливо, щоб рівень підготовки дозволяв студентам у майбутньому розробляти та впроваджувати нові технології, теоретична база яких ще не була розроблена на момент навчання. Проте, різке зниження рівня математичної культури, пізнавальної активності та самостійності у молоді може негативно вплинути на якість знань та вмінь студентів у закладах вищої освіти.

Використання інформаційних технологій у навчанні робить процес більш гнучким, оскільки студенти можуть навчатися будь-де і в будь-який час, що дозволяє їм вибирати зручний час для навчання. Для викладачів інформаційні технології надають можливість моніторингу навчання та індивідуального підходу до кожного студента, аналізуючи його успішність. Багато навчальних закладів сьогодні намагаються впроваджувати комп'ютерні технології у навчальний процес, що стимулює студентів активно використовувати інформаційні технології для написання тестів, виконання різноманітних домашніх завдань та інших завдань. Для цього вони можуть використовувати власні розробки або готові ресурси для навчання.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Вивчення питання впровадження інформаційних технологій у навчання не є новим. Цій темі приділяло увагу багато вчених у різні часи, серед яких Л. Г. Хохлова, Н. Г. Хома, С. Г. Хома-Могильська [1], Б. Колінс [2], Ф. Хаміді, М. Мешкат, М. Резаї, М. Джафарі [3], В. Ключко [4] та інші.

Протягом останніх кількох років відбувається переорієнтація освіти у всьому світі, і Україна не є винятком. Це сталося через самоізоляцію, спричинену пандемією коронавірусної інфекції COVID-19. Щойно українці почали оговтуватися від хвороби, з'явилася нова проблема – повномасштабне вторгнення росії на територію України. Життя триває, і, відповідно, потрібно вирішувати питання щодо навчання школярів та студентів. Міністерство освіти і науки України у своїх документах, зокрема в наказі МОН №406 від 16 березня 2020 року та офіційному листі №1/9-176 від 25 березня 2020 року, зобов'язує заклади освіти функціонувати у форматі дистанційного навчання [5].

Однією з ключових проблем у навчанні є недостатній індивідуальний підхід до кожного студента. Використання інформаційних технологій допоможе вирішити цю проблему, дозволяючи кожному студенту вивчати матеріал у власному темпі та фокусуватися на своїх індивідуальних потребах і інтересах. Іншою проблемою є недостатня кількість практичних завдань та інтерактивних методів навчання, що знижує зацікавленість студентів та їхню мотивацію до вивчення матеріалу. Використання інформаційних технологій дозволить створити інтерактивні практичні завдання та вправи, які сприятимуть більш ефективному запам'ятовуванню матеріалу та розвитку необхідних навичок.

Ще однією важливою проблемою є обмежена можливість студентів взаємодіяти з викладачами та іншими студентами під час навчання. Використання інформаційних технологій вирішить цю проблему, надаючи можливість для віртуальної взаємодії з викладачами та іншими студентами через форуми, онлайн-дискусії та відеоконференції. Такі інструменти сприятимуть підвищенню рівня зрозумілості матеріалу, а також сприятимуть розвитку співпраці та комунікації між студентами, що позитивно вплине на їх мотивацію та результативність.

Іншою проблемою у навчанні є недостатня ефективність оцінювання знань та навичок студентів. Крім того, обмежений доступ до актуальної та якісної інформації для студентів є важливою проблемою. Завдяки інформаційним технологіям ці проблеми можна вирішити, надаючи можливість доступу до онлайн-бібліотек та баз даних, що містять актуальну та достовірну інформацію. Використання таких інструментів допоможе студентам розширити свої знання та розвивати критичне мислення.

3. Мета і завдання дослідження

Мета дослідження полягає в розробці веб-додатку, який допоможе студентам вивчати дисципліну «Чисельні методи». Основні завдання дослідження включають:

- визначення потреб та вимог студентів та викладачів щодо функціональності додатку;
- створення інтерактивного веб-інтерфейсу, який дозволяє студентам вивчати матеріал, виконувати практичні завдання та тести;
- впровадження чисельних методів, які дозволяють розв'язувати математичні задачі, у веб-додаток;
- проведення тестування додатку серед студентів та викладачів для оцінки його ефективності та корисності;
- аналіз отриманих результатів та здійснення необхідних виправлень та покращень у додатку для підвищення його якості.

4. Методи і матеріали досліджень

Отримані результати дослідження базуються на методах спостереження, порівняння, системного аналізу та дедукції;

- метод аналізу – визначення вимог користувачів до функціональності додатку, та аналіз результатів тестування та фідбеку користувачів для вдосконалення додатку;
- метод порівняння – проведено порівняння існуючих аналогів;



– метод дедукції – розмірковування над веб-додатком проводилися за принципом від загального до окремого та було проведено декомпозицію;

– метод спостереження – проведення тестів для перевірки правильності роботи додатку та виявлення помилок.

Матеріалами дослідження є комп'ютер для розробки та тестування веб-додатку; програмні засоби для веб-розробки, такі як HTML, CSS, JavaScript, та фреймворк Yii2, які дозволяють створювати інтерактивні веб-інтерфейси.

5. Результати дослідження

Після дослідження наукових робіт з даної теми та проведення порівняння існуючих аналогів було сформовано вимоги до розроблюваної системи та розроблено технічне завдання. Перш ніж розпочинати роботу слід визначитись з СУБД та середовищем розробки. Було вирішено використовувати реляційну систему управління базами даних, а саме MySQL. Реляційні СУБД відомі своєю високою надійністю щодо збереження даних. Вони забезпечують транзакційну безпеку, яка гарантує цілісність даних у випадку відмови системи або помилки користувача. Реляційні СУБД також забезпечують швидкий доступ до даних за допомогою індексів, що дозволяє швидко виконувати запити на обробку великих обсягів даних. Крім того, розробники часто користуються мовою запитів SQL, що спрощує взаємодію з базою даних. Реляційні СУБД також легко масштабуються, що дозволяє додавати нові сервери або розподіляти навантаження на декілька серверів для забезпечення оптимальної продуктивності. Для створення веб-додатку було вибрано PhpStorm через його безкоштовну ліцензію для студентів та високий рівень функціональності, що сприятиме якості роботи та прискорить процес написання коду.

В якості архітектури веб-додатку обрано архітектуру MVC. Використання MVC-архітектури дозволяє покращити структуру веб-додатку, зробити її більш модульною, зменшити взаємозалежність компонентів і спростити процес тестування та підтримки. Крім того, це дає можливість розробникам працювати окремо над різними компонентами програми, що спрощує процес розробки та підтримки коду. Використання концепцій ООП дозволяє ефективно використовувати існуючий код та уникнути його повторення. Об'єднаний шаблон архітектури MVC зображено на рис. 1.

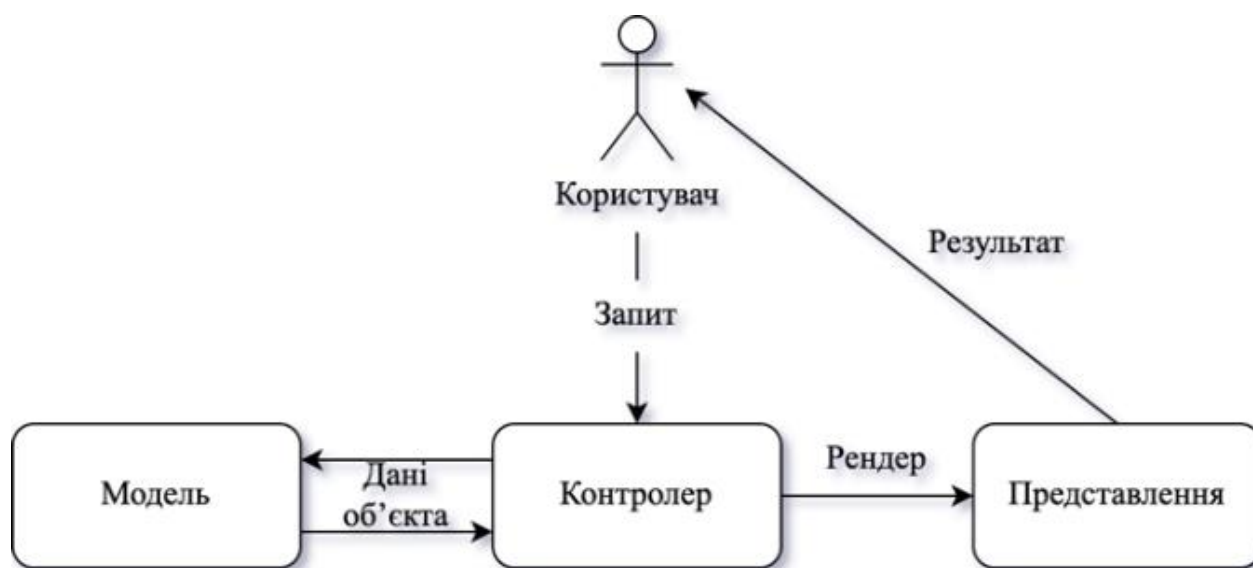


Рис. 1 – Схема роботи архітектури MVC [6]

Fig. 1 – Scheme of the MVC architecture [6]

На рис. 2 зображено інформаційну структуру веб-додатку, яка описує ієрархію його сторінок з детальним описом складових та можливостей. Це дозволяє UI дизайнеру та програмісту отримати загальне уявлення про те, які задачі потрібно вирішити і яким способом.

Структура веб-додатку, що буде розроблятися, складається з чотирьох основних компонентів, в залежності від ролі користувача функціонал кабінету буде відрізнятися.:

- інформаційні сторінки, доступні всім типам користувачів та гостям;
- кабінет адміністратора, доступний авторизованим користувачам з роллю «Адміністратор»;
- кабінет викладача, доступний авторизованим користувачам з роллю «Викладач»;
- кабінет здобувача освіти, доступний для авторизованих користувачів з роллю «Здобувач освіти».

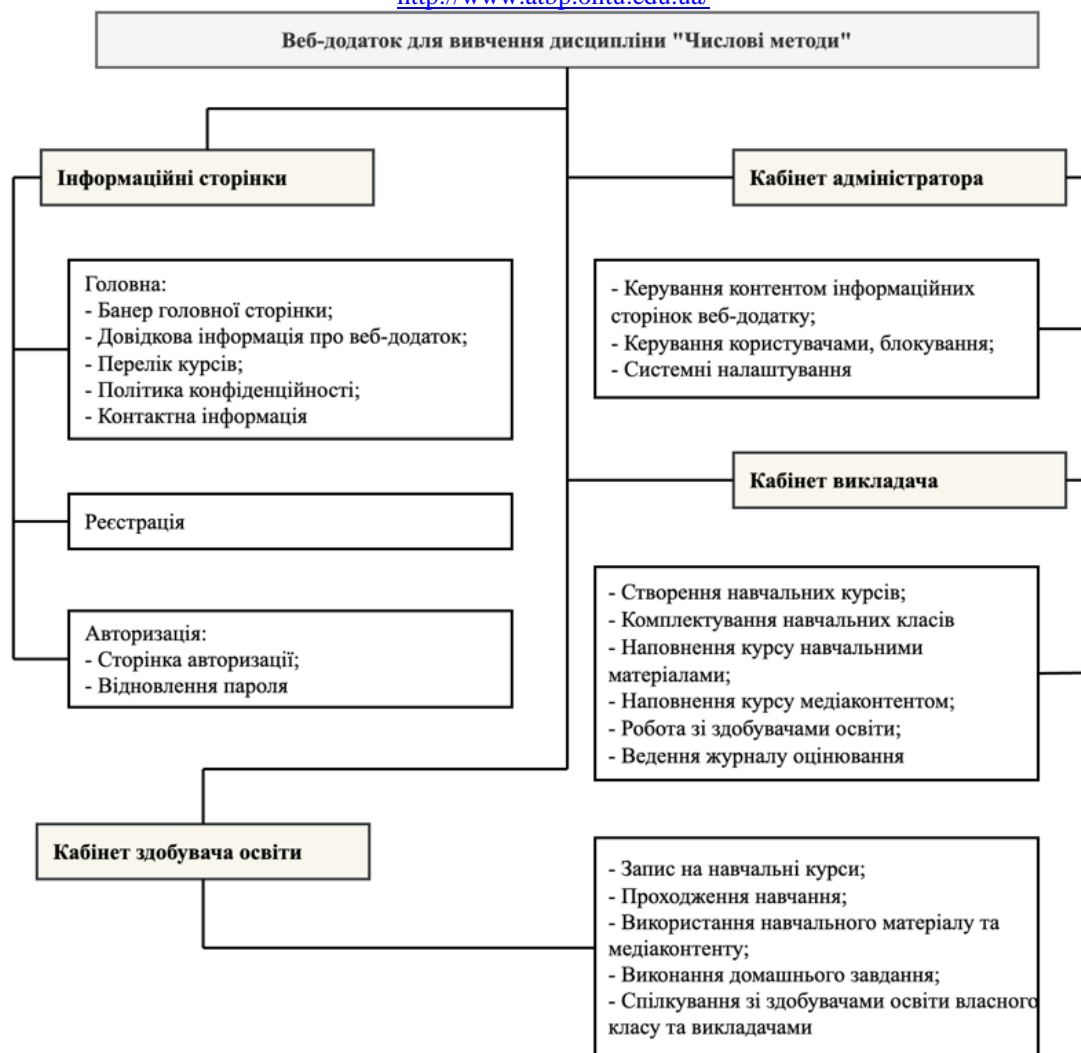


Рис. 2 – Інформаційна структура веб-додатку
Fig. 2 – Information structure of the web application

Проектування бази даних є одним з найбільш складних етапів у створенні баз даних, і визначити чіткий початок і кінець цього етапу важко. У порівнянні з аналізом вимог до баз даних та розробленням додатків, проектування бази даних є завданням з недостатньою структурованістю за думкою багатьох провідних фахівців. Якщо всі етапи створення бази даних взаємодіють один з одним в послідовності, то етап проектування часто перекривається з усіма іншими етапами. База даних веб-додатку складається з 13 таблиць, що продемонстровано на рис.3.

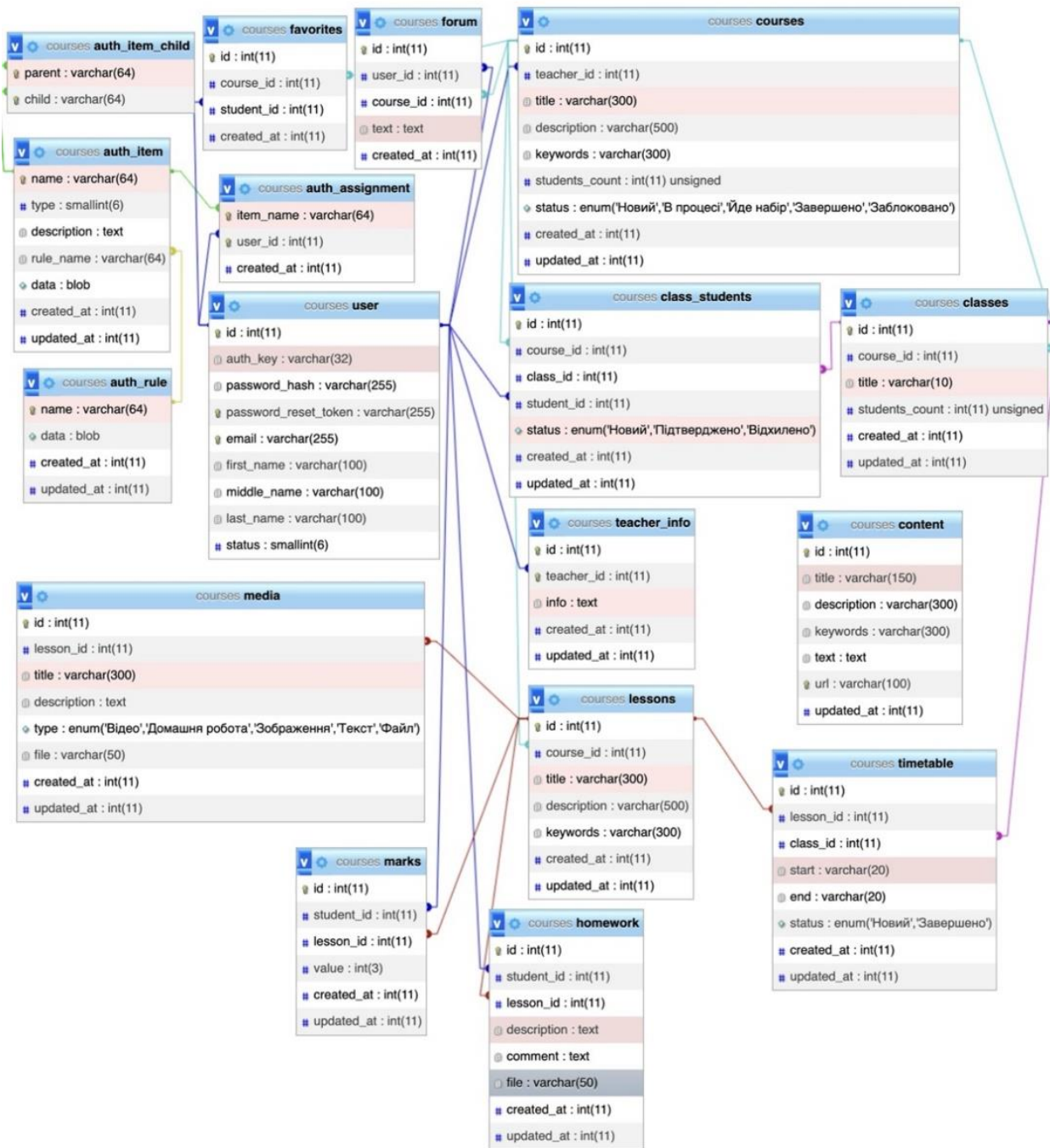


Рис. 3 – ER-діаграма
Fig. 3 – ER diagram

Процес розробки веб-додатку є циклічним. Після налаштування фреймворку Yii2 [7] створюється таблиця даних у базі даних, для якої створюється модель, а потім контролер та представлення. Увесь контент веб-додатку є динамічним і зберігається в базі даних. Заголовок сторінок та хлібні кришки сайту генеруються автоматично для кожної сторінки. У верстці хлібних кришок використовується мікророзмітка *microdata*.

Після розробки макету сторінок були розроблені макети контенту. При розробці інтерфейсів верстка виконувалась за методологією ВЕМ, контент розбивався на незалежні блоки, які можна використовувати в будь-якій частині коду і вони будуть відображатись однаково. Кожен компонент є блоком, який складається з елементів та може мати модификатори, класи мають вигляд *block__element--modifier*.

Розробку веб-додатку, зокрема реалізацію логіки, можна описати наступним чином: після проектування бази даних та встановлення зв'язків між таблицями відбувається опис моделей основних об'єктів. Такими об'єктами можуть бути модель сховища даних, що описує таблицю з бази даних, або модель для зв'язку користувача з додатком, наприклад, опис форми.

Після опису моделей у папці controllers створюються контролери, а у папці views знаходяться представлення для всіх сторінок. У контролері здійснюється звернення до моделі, і отримана інформація виводиться на головній



сторінці. Наприклад, при переході на сторінку <http://app.local/site/contact> відбувається звернення до контролера SiteController.php, де виконуються функції в actionContact(). Після цього, в залежності від того, яка сторінка вказана для виводу представлення, буде відкрито файл з цією назвою в папці «views» – «contact». Папка називається так само, як контролер.

У проєкті також використовуються віджети – це компоненти, які запускаються в представленні і мають своє власне представлення. Вони дозволяють уникнути дублювання коду, що дозволяє генерувати хлібні кришки і виводити інформативні повідомлення за допомогою віджетів.

6. Обговорення результатів

Робота в веб-додатку починається з заповнення контенту інформативних сторінок адміністратором. Адміністратор – це користувач, який зареєстрований в додатку з моменту її інсталяції. Дизайн додатку однаковий у всіх типів користувачів, він відрізняється лише вмістом головного меню, яке розташовано ліворуч. В верхній частині сторінки (на всіх сторінках) відображаються хлібні крихтики, де можна побачити ієрархію сторінок на які ми заходимо. Праворуч крайня колонка містить елементи керування полями.

Обов'язкові поля форми позначаються символом «зірочка». Якщо поле успішно заповнене – підсвічується поле зеленим кольором, якщо виникла помилка – під полем пишеться текст помилки і поле обводиться червоним кольором. Перевірка введення полів виконана для всіх форм додатку. Також адміністратор має можливість переглядати інформацію про викладачів та студентів, редагувати їх інформацію та додавати користувачів в чорний список. Користувача, який знаходиться в чорному списку можна розблокувати.

Користувач зайшовши за посиланням в веб-додаток потрапляє на головну сторінку, де він може отримати інформацію про сервіс, ознайомитись з політикою, а також через сторінку контакти може написати адміністрації додатку, в разі виникнення певних запитань. Також для неавторизованого користувача доступні сторінки «Авторизація» та «Реєстрація». Для того щоб перейти до навчання – користувач має авторизуватись в системі. Якщо ж користувач зареєстрований, але він втратив свій пароль – він може надіслати запит на відновлення. Йому прийде підтвердження після чого прийде на пошту новий пароль.

Головним функціоналом викладача є створення навчальних курсів. Для цього потрібно перейти за посиланням «Мої курси» в головному меню. Після натиснення на кнопку «Зберегти» - курс буде відображено в списку курсів викладача, тобто додано в базу даних і відкриється сторінка з описом курсу. Далі викладач має заповнити курс лекціями та додати студентів до курсу (студенти самі надсилають заявki).

Викладач може наповнити лекцію навчальними матеріалами та переглянути домашні роботи, які надіслали студенти. Перш ніж публікувати навчальний курс – потрібно наповнити лекції навчальними матеріалами: текст, зображення, файли, відео. Можна додати посилання на пряму трансляцію в YouTube і провести онлайн заняття. Потрібно натиснути кнопку «Матеріали» і обрати що саме потрібно додати.

Наповнивши лекції навчальними матеріалами – викладач має створити студентські групи і змінити статус курсу, а далі додати туди студентів. Після чого для студентів будуть доступні навчальні матеріали і вони зможуть проходити навчання та надсилати домашні роботи викладачеві.

Далі розглянемо приклад роботи веб-додатку для студента. Профіль студента такий самий як і профіль викладача, тільки без резюме. Студент може переглянути список всіх навчальних курсів. Серед потрібних курсів він може обрати потрібний йому і додати в обране, або підписатись на нього. Після підписки на навчальний курс – викладач має підтвердити студента. Після підтвердження для студента доступні всі навчальні матеріали і розклад, який формує викладач самостійно для кожної групи окремо. Студент має можливість переглянути профіль викладача, який викладає курс, а також має можливість спілкуватися з іншими студентами курсу та викладачами. На рис.4 представлено інтерфейс веб-додатку.

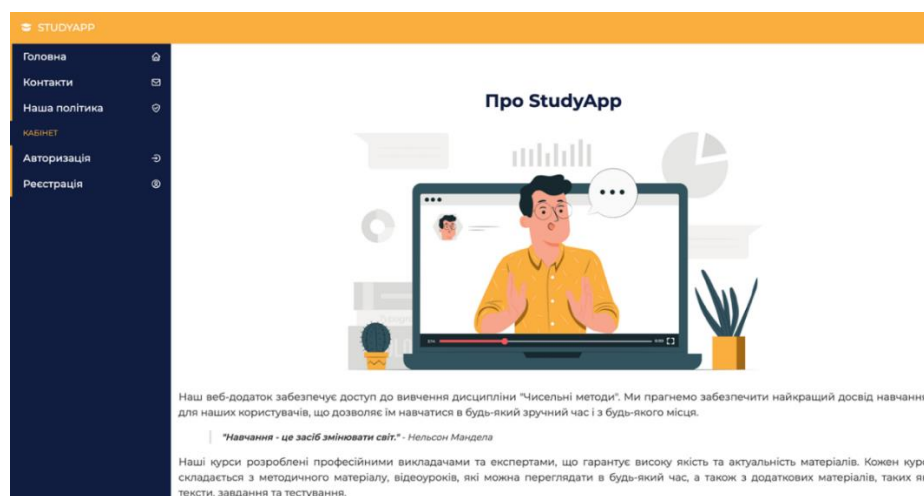


Рис.4 – Інтерфейс веб-додатку
Fig. 4 – Web application interface



Для запуску додатку в мережі інтернет необхідно його запустити на веб-сервері, або хостингу. Для цього потрібно переконатися, що він відповідає наступним вимогам і виконати наступні кроки:

- вимоги: сервер Apache, PHP 8.0 або вище, база даних MySQL 5.6 та вище;
- за допомогою файлового менеджера перенести файли проєкту на сервер, або за допомогою FTP;
- створити базу даних та виконати імпорт дампа бази;
- встановити підключення до бази даних в проєкті, ввівши хост, назву бази, ім'я користувача та пароль в файлі «web/db.php».

Після виконання цих налаштувань веб-додаток готовий до роботи і можна виконувати реєстрацію викладачам та здобувачам освіти.

7. Висновки

Загальна аналітична характеристика веб-додатку для вивчення дисципліни «Чисельні методи» підтверджує його високий рівень функціональності та ефективність використання. Впровадження моделі MVC в процес розробки дозволило покращити структуру програми, зменшити залежність між компонентами, спростити тестування та підтримку. Використання реляційних баз даних сприяє високій стійкості до втрати даних, забезпечує транзакційну безпеку та швидкий доступ до інформації.

Основними перевагами веб-додатку є його динамічний контент, зручний інтерфейс та можливість взаємодії користувачів з викладачами. Застосування мікророзмітки microdata сприяє покращенню SEO-показників та підвищенню привабливості сайту для пошукових систем. Використання методології BEM у верстці дозволяє ефективно організувати код і зробити його більш розширюваним та зрозумілим для інших розробників.

У подальшому розвитку веб-додатку можливе розширення функціоналу за рахунок додавання нових модулів та підтримки більшої кількості типів користувачів. Також слід звернути увагу на підвищення безпеки додатку та оптимізацію його продуктивності.

Список використаних джерел

1. Хохлова Л. Г., Хома Н. Г., Хома-Могильська С. Г. Інноваційні інформаційні технології у навчанні вищої математики // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції з нагоди святкування 30-річчя кафедри інформатики та методики її навчання (8-9 листопада 2018 р.). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2018. С. 135–137. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/15274>.
2. Collis B. Information technologies for education and training // Handbook on information technologies for education and training. 2002. pp. 1-20. DOI: 10.1007/978-3-662-07682-8_1.
3. Hamidi F. et al. Information technology in education // Procedia Computer Science. 2011. Vol. 3. pp. 369-373. DOI: 10.1016/j.procs.2010.12.062.
4. Клочко В. І. Нові інформаційні технології навчання математики в технічній вищій школі. 1998.
5. Петренко С.В. Сутність та особливості українських платформ масових відкритих онлайн-курсів (МВОК) // Інноватика у вихованні. 2020., Вип. 11 Т. 2. С. 165-173. DOI: 10.35619/iiu.v2i11.260.
6. MVC Design Pattern // GeeksforGeeks: [Website]. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/mvc-design-pattern/> (viewed on: 26.02.2024).
7. Yii PHP Framework: [Web-site]. URL: <https://www.yiiframework.com> (accessed: 27.02.2024).

References

- [1]L. H. Khokhlova, N. H. Khoma, and S. H. Khoma-Mohylska, “Suchasni informatsiyini tekhnolohiyi ta innovatsiyini metodyky navchannya: dosvid, tendentsiyi, perspektyvy” in *TNPU im. V. Hnatyuka*, 2018. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/15196>.
- [2]B. Collis, “Information Technologies for Education and training” *Handbook on Information Technologies for Education and Training*, pp. 1–20, 2002. DOI: 10.1007/978-3-662-07682-8_1.
- [3]F. Hamidi, M. Meshkat, M. Rezaee, and M. Jafari, “Information Technology in education” *Procedia Computer Science*, vol. 3, pp. 369–373, 2011. DOI: 10.1016/j.procs.2010.12.062.
- [4]“Novi informatsiyini tekhnolohiyi navchannya matematyky v tekhnichniy vyshchiy shkoli” Holovna storinka DSpace, <http://enpuir.npu.edu.ua:8080/handle/123456789/27292> (accessed Mar. 11, 2024).
- [5]S. V. Petrenko, “Sutnist ta osoblyvosti ukrayinskykh platform masovykh vidkrytykh onlayn-kursiv (MVOK)” *Innovatyka u vykhovanni*, vol. 2, no. 11, pp. 165–173, May 2020. DOI: 10.35619/iiu.v2i11.260.
- [6]GfG, “MVC design pattern,” GeeksforGeeks, <https://www.geeksforgeeks.org/mvc-design-pattern/> (accessed Feb. 26, 2024).
- [7]Yii Framework, <https://www.yiiframework.com/> (accessed Feb. 27, 2024).

Отримана в редакції 16.05.2024. Прийнята до друку 03.06.2024. Received 16 May 2024. Approved 03 June 2024. Available in Internet 22 July 2024