

УДК 004.418: 378.14

Сугоняк Інна Іванівна

кандидат технічних наук, доцент, доцентка кафедри комп'ютерних наук
Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна
ORCID ID 0000-0002-0484-4839
isygonyak@gmail.com

Коротун Ольга Володимирівна

кандидат педагогічних наук, доцентка кафедри комп'ютерних наук
Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна
ORCID ID 0000-0003-2240-7891
korotun-o@ztu.edu.ua

Марчук Галина Вікторівна

старша викладачка кафедри комп'ютерних наук
Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна
ORCID ID 0000-0003-2954-1057
mgv.555.mgv@gmail.com

Хропонюк Олексій Юрійович

студент
Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна
ORCID ID 0000-0003-2244-8562
ipzm191_hoyu@student.ztu.edu.ua

РОЗРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ «ELEARNING» У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. У статті описаний процес розробки та використання власної системи «eLearning», яка представляє новий підхід до систем дистанційного навчання, оскільки навесні 2020 року поширення COVID-19 призвело до закриття навчальних закладів по всьому світу, зокрема в Україні. У результаті освітній процес кардинально змінився: вітчизняні заклади освіти перейшли на дистанційну форму навчання, відповідно використовувався навчальний матеріал в електронному вигляді на різноманітних освітніх платформах. В умовах пандемії така форма навчання продемонструвала свої обмеження і слабкі сторони. Мета роботи – розробка та використання в освітньому процесі закладів вищої освіти системи дистанційного навчання «eLearning» з візуальним відображенням курсу у вигляді графу, що спрощує сприйняття навчального матеріалу в електронному вигляді, а також є елементом гейміфікації, спрямованою на залученість та зацікавленість студентів у навчанні. У роботі досліджено основні теоретичні аспекти використання інформаційно-комп'ютерних технологій у навчанні та питання організації і впровадження систем дистанційного навчання. Описана архітектура та загальна структура системи «eLearning», визначені шаблони проектування для розробки та структуризації системи, бібліотека для обробки і візуалізації даних. Задля якісного проектування програмного комплексу було створено необхідні UML діаграми. За результатами проведеного дослідження було спроектовано та реалізовано систему дистанційного навчання, що надає можливість викладачам створювати курси, візуалізуючи порядок вивчення тем у вигляді графу, а студентам – вивчати дисципліни, у попередньо визначеному викладачем порядку. Продемонстровано основні етапи роботи з системою «eLearning», дана система дистанційного навчання може бути використана для вдосконалення освітнього процесу в закладах вищої освіти.

Ключові слова: інформаційно-комп'ютерні технології; розробка; система дистанційного навчання; заклад вищої освіти; граф.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. В умовах поширення коронавірусної інфекції у світі та Україні зокрема збільшується вагомість використання інформаційно-комунікаційних технологій (КТ) у закладах вищої освіти (ЗВО). З огляду на це інтенсивного розвитку та широкого застосування набувають вебтехнології, які надають можливість швидкого та зручного отримання доступу до ресурсів у будь-якій точці світу, де є доступ до мережі Інтернет. За цих обставин стрімкого розвитку набули системи дистанційного навчання (СДН) завдяки тому, що студентам не потрібно бути фізично присутніми в університеті, вони мають постійний доступ до навальних матеріалів курсу, викладачу не потрібно пояснювати матеріал по декілька разів, достатньо лише один раз його оцифрувати та підтримувати актуальність уже попередньо створеного курсу.

Проте, незважаючи на популярність даної теми та велику кількість програмних рішень, існують такі СДН, що пропонують подання курсу у вигляді графу. Даний фактор є доволі важливим, оскільки значно спрощує сприйняття навчального матеріалу, а також є елементом гейміфікації, що підвищує залученість та зацікавленість студентів у навчанні. Тому було вирішено розробити власну СДН, що дозволить представляти теми курсу у вигляді графу, де кожна з вершин є певною темою дисципліни, а ребра – залежностями між ними.

Подібний підхід до організації навчання застосовують у школах програмування Ecole 42 (м. Париж), Ucode (м. Київ), а також у Кремнієвій Долині, Йоганнесбурзі, Москві. Головна ідея полягає в тому, що студенти вчать один одного (peer-to-peer learning) виконуючи проекти (project based education), тобто викладач не бере участі в освітньому процесі. Спочатку проекти перевіряють студенти, потім комп'ютерна програма аналізує роботу студентів. Під час навчання студент набирає бали, завдяки яким здійснюється перехід на наступні рівні. Тільки від власної продуктивності студента залежить швидкість вивчення матеріалу. Щодня додаються нові теми та завдання. Головний недолік даної системи – її закритість та орієнтованість на конкретний процес навчання.

Проте у вітчизняних ЗВО викладач та студент – головні суб'єкти освітнього процесу і саме викладач організовує навчання своєї дисципліни, контролює цей процес та за потреби корегує його так, щоб по завершенню вивчення курсу студент отримав необхідний набір компетентностей. Тому прийнято рішення розробити власну СДН «eLearning», у якій передбачено навчальний курс, представлений у вигляді графу, користувачі мають ролі (Викладач/Студент) та освітній процес у системі відбувається під керівництвом викладача.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні аспекти використання інформаційно-комп'ютерних технологій у навчанні висвітлювали: В.Ю. Биков [1], Т.А. Вакалюк [2]; [3]; [4], Р. С. Гуревич [[1]], М. І. Жалдак [[6]], О. М. Кривонос [[6]], С.Г. Литвинова [[8]], Л. Ф. Панченко [[9]], М.В. Попель [[10]], С. О. Семеріко [[11]], О. М. Спирін [[12]] та інших.

Питання організації і впровадження СДН розглядали такі вчені: А. І. Гладир і Н. В. Зачепа [[13]], О. М. Спирін та К.Р. Колос [[13]], Л. В. Сардак і Л. М. Старкова [[15]] та інші. Коротун О.В. [[16]] стверджує, що сучасні СДН – це каталог онлайн курсів, експертні системи управління, засіб співпраці та обміну знаннями між викладачем та студентами тощо. С. Муршита і А. Вікермараччі [[17]] визнають, що використання СДН стало вимогою в університетах і більшість університетів розробили власні СДН для ефективного викладання і навчання в університеті.

Автори Р. Нассер, М. Шериф, М. Романовський [[18]] висловлюються про користь використання СДН та називають їх інструментами для організації та регулювання

процесу виконання завдань, підтримки викладачів і студентів під час викладання й навчання, інформування батьків про прогрес їх дітей і шкільні заходи.

Дослідники Б. Брайан, К. Уласевич [[19]] стверджують, що СДН є інтерактивним інструментом для викладачів і студентів, полегшують взаємодію між суб'єктами навчання, розширюють формат дискусій у класі, надають доступні та прості засоби для спільної роботи, забезпечують швидкий зворотний зв'язок.

Про застосування СДН в австралійських університетах висловлюються автори Д. Вівер, К. Спратт, К. Наір [[20]], які вважають, що СДН сприяють підвищенню якості викладання та гнучкості навчання, орієнтації на онлайн навчання.

Основною проблемою незадоволеності викладачів від використання СДН у закордонних країнах є неправильний вибір такої системи, тому проведено багато досліджень, що висвітлюють характеристики СДН й дозволяють викладачам зробити правильний вибір залежно від поставлених цілей навчання. Ринок СДН у вищій освіті США [[20]] показує, що з кожним роком з'являються нові такі системи, збільшується рівень їх застосування у ЗВО.

У монографії [22] закордонні автори розглядають спільну роботу суб'єктів освітнього процесу у навчанні, що спрямована на особисте та професійне зростання кожного, в основі якої знаходиться взаємоперевірка, що базується на розумінні дослідницької практики і міжособистісної довіри. А також описані компоненти ефективної коучингової тріади, у якій суб'єкти освітнього процесу по черзі тренуються, навчаються та спостерігають.

Колективна монографія [23] висвітлює вітчизняний досвід організації дистанційного навчання в закладах освіти різних рівнів, а саме: переваги такого навчання та його недоліки; проблеми, з якими стикаються суб'єкти освітнього процесу; алгоритм створення дистанційних курсів; використання різних технологій навчання тощо.

Мета статті. Метою є розробка та використання в освітньому процесі ЗВО розробленої системи дистанційного навчання «eLearning» з візуальним відображенням курсу у вигляді графу.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Організація навчання в ЗВО з використанням СДН стає дедалі популярнішою, оскільки за допомогою їх викладачі намагаються вирішити проблеми оффлайн навчання.

За визначенням колективу вітчизняних науковців [[24], с. 39], СДН – це система управління навчальною діяльністю, яка використовується для розробки, управління та поширення навчальних онлайн матеріалів із забезпеченням спільного доступу.

Автор А. І. Гладир [[13], с. 43] висловлюється про СДН як про прикладні програмні продукти для управління навчальною діяльністю, що дозволяють розробляти та поширювати електронні навчальні матеріали, забезпечувати спільний доступ до інформації, організувати навчальний процес та контролювати результати навчання з формуванням пакету відповідної звітної документації.

СДН – це система управління навчальною діяльністю, використовується для розробки, управління та поширення навчальних онлайн матеріалів із забезпеченням спільного доступу (за А. Л. Бочковим).

І. В. Іванюк [25] вважає, що СДН поєднує технології, що полегшують викладання і навчання серед осіб, які фізично не знаходяться в одному місці. СДН може мати системи зв'язку, презентацій та обміну документами.

Н. О. Думанський [26][25] стверджує, що СДН – це програмне забезпечення, яке здатне об'єднати уроки в єдину структуровану систему подання навчального матеріалу

і відстеження результатів навчання. На даний момент найпопулярнішою СДН вітчизняних ЗВО є «Moodle». Це система має широкий спектр функцій для створення курсів, їх подальшої підтримки. Окрім цього, можна розширити її за допомогою написання власних модулів та стандартних функцій, використовуючи відкритий API (Application Programming Interface). Основним фактором популярності СДН «Moodle» є те, що даний програмний продукт є повністю безкоштовним для використання, його можна вільно скачати, встановити та змінювати. Він належить до Open Source систем з відкритим вихідним кодом, що дозволяє стороннім розробникам програмного забезпечення створювати додаткові корисні розширення або модулі.

Розроблений програмний продукт – система дистанційного навчання «eLearning» – призначений для використання в закладах вищої освіти для створення та управління курсами викладачем під час проходження курсів студентами. Ця система надає можливість студентам дистанційно вивчати навчальний матеріал з певної дисципліни за попередньо створеним графом, що визначатиме порядок вивчення тем дисципліни.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Архітектура та загальна структура СДН «eLearning»

СДН «eLearning» повинна бути адаптована до різних типів пристроїв (персональний комп'ютер, ноутбук, планшет, телефон), тому для реалізації цієї вимоги система розроблена на базі платформи ASP.NET Core (2.2) з використанням C#, як мови програмування для серверної частини, а також HTML, CSS, JS(JavaScript) для клієнтської частини вебдодатка. Для розробки та структуризації СДН «eLearning» застосували наступні шаблони проектування:

- *Repository* – один з найбільш часто використовуваних патернів при роботі з даними. Репозиторій є посередником між шаром доступу до даних і доменним шаром.
- *Facade* – структурний патерн проектування, який надає простий інтерфейс до складної системи класів, бібліотеки або фреймворку. Фасад може бути спрощеним відображенням системи, що не має 100% тієї функціональності, якої можна було б досягти, використовуючи складну підсистему безпосередньо. Разом з тим, він надає саме ту функціональність, яка потрібна клієнтові
- *Adapter* – структурний патерн проектування, що дає змогу об'єктам з несумісними інтерфейсами працювати разом.

Для обробки і візуалізації даних використано JavaScript-бібліотеку – D3.js (D3). Вона надає зручні утиліти для обробки і завантаження масивів даних і створення DOM-елементів. D3 складається з декількох десятків невеликих модулів, кожен з яких вирішує свою задачу. Крім модулів для побудови різних фігур всередині D3 є модулі для роботи з елементами на сторінці (простий аналог jQuery), завантаженням даних (аналог fetch / \$.Ajax, заточений під формати csv, json, xml та інші), форматуванням і масштабуванням даних, математичними функціями та іншим функціоналом.

Дана бібліотека має доволі широкий список можливостей для конфігурування. З метою спрощення роботи СДН «eLearning» з даною бібліотекою розроблено додатковий прошарок (фасад), що інкапсулюватиме тонкощі створення та конфігурації графу курсу (рис. 1). У ролі фасадного шару виступає модуль «GraphInteractor», що розташований у файлі graph.js.

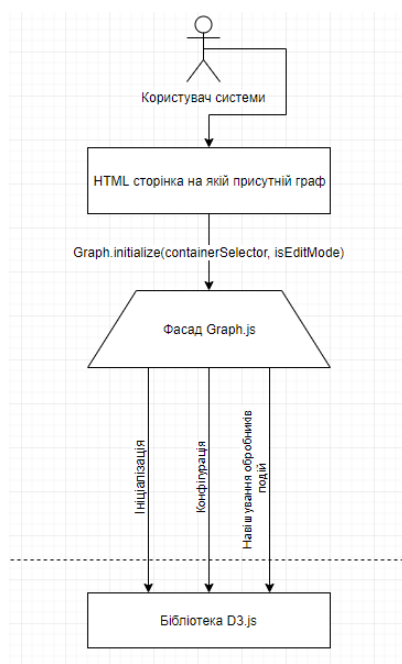


Рис. 1. Схематичне зображення роботи створеного фасаду.

Релізна версія СДН «eLearning» є ASP.NET Core додатком, що може бути розгорнутий на IIS-сервері або на більш простому, з функціональної точки зору, сервері Kestrel. База даних Microsoft SQL Server може бути розгорнута як на виділеному сервері, так і на одній робочій станції поруч із сервером. Представимо компоненти діаграми розгортання (рис. 2):

- Web Server – сервер для обробки запитів користувачів, на якому міститься вихідний скомпільований код програмного продукту;
- Client – робоча станція користувача, що містить веббраузер, через який відбувається взаємодія з клієнт-серверним додатком.
- Data Server – сервер бази даних.

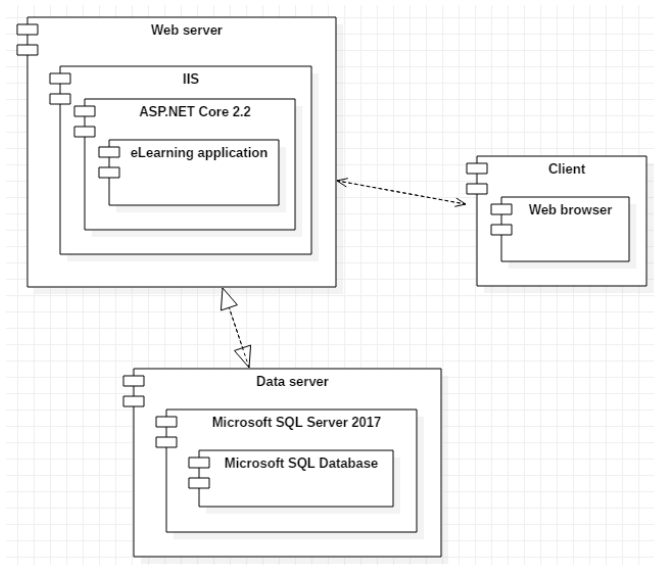


Рис. 2. Діаграма розгортання СДН «eLearning»

Визначимо основні елементи діаграми компонентів СДН «eLearning» (рис. 3):

- Client – робоча станція користувача, на якій встановлено веббраузер, за допомогою якого відбувається взаємодія з вебдодатком (одна з частин клієнт-серверної архітектури);
- Server – серверна частина додатка – програмний код, що оброблює запити від користувача. У даному випадку серверна частина додатка складається з двох програмних частин eLearning.Web (зовнішня частина – відображення) та eLearning.Core (бізнес логіка – ключовий функціонал системи та доступ до бази даних);
- External authentication services – зовнішній сервіс для реєстрації/логіну користувачів за допомогою Google акаунта;
- Email provider – зовнішній сервіс для відправки електронних листів. Комунікація з даним сервісом відбувається через реалізацію IEmailSender інтерфейсу;
- Database – база даних вебдодатка. У додатку для доступу до бази даних використовується Entity Framework Core, який допомагає абстрагуватись від використання провайдерів та по замовчуванню оптимізує запити до бази даних. Комунікація з базою даних зображена у вигляді інтерфейсу SqlProvider.

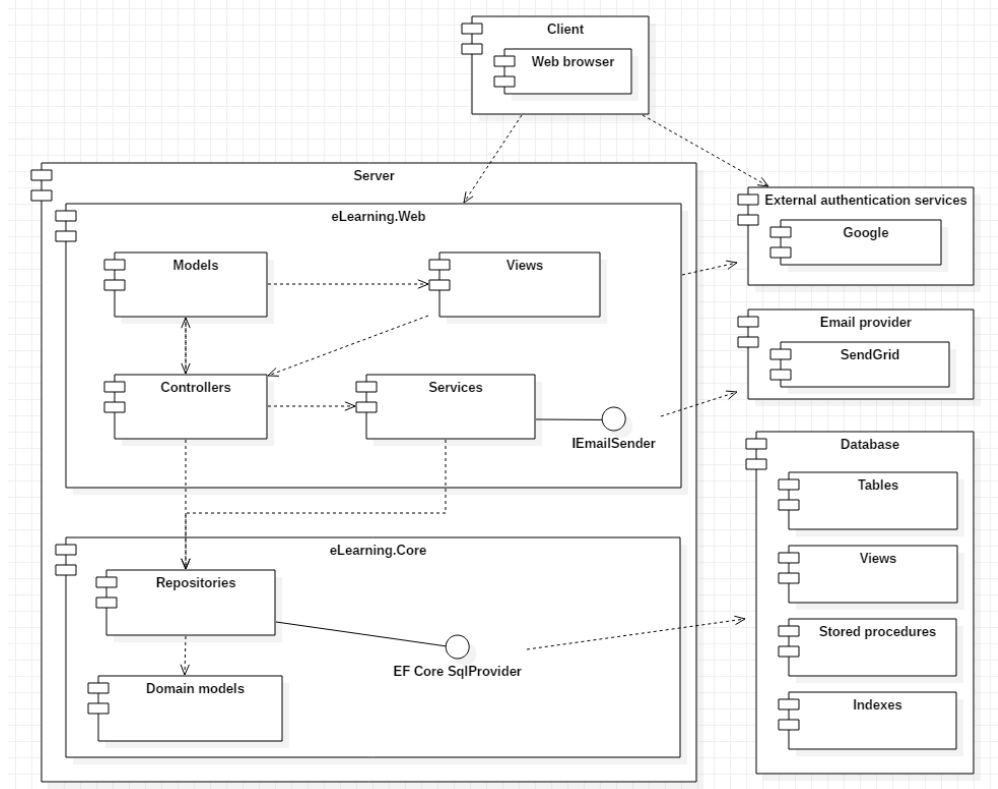


Рис. 3. Діаграма компонентів СДН «eLearning»

На даний момент додаток використовує базу даних MSSQL та Entity Framework Core як ORM систему. Зважаючи на стрімкий розвиток технологій, у майбутньому система може мігрувати на інший вид сховища чи на іншу ORM систему, тому логіку взаємодії з цими компонентами бажано виокремити в окремий шар, що дозволить легко його підмінити в необхідний момент з мінімальними затратами часу. З цією метою було створено наступні репозиторії: ICoursesRepository – репозиторій курсів та IUserRepository – репозиторій користувачів (рис. 4).

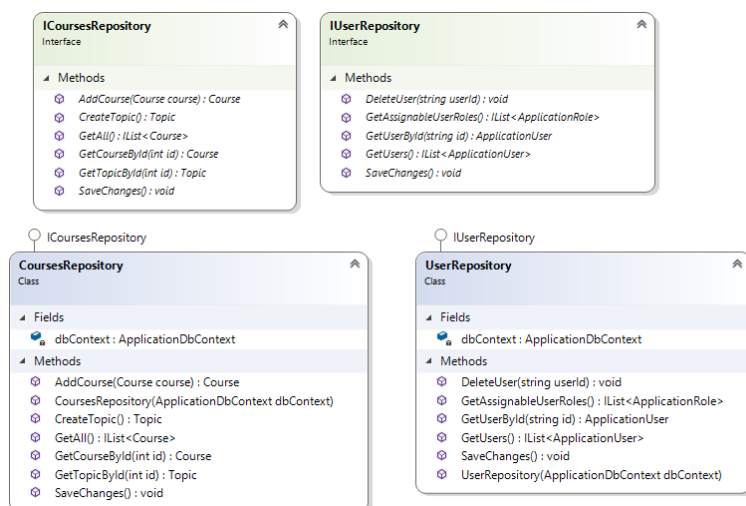


Рис. 4. Класи та інтерфейси, що беруть участь у патерні

3.2 Функціонал та алгоритм роботи СДН «eLearning»

Функціональність СДН «eLearning» повинна розширюватись паралельно до етапів розробки програмного продукту, проте серед основних можливостей можна виокремити наступні:

- представлення дисципліни у вигляді графа;
- можливість студенту обирати дисципліну для вивчення шляхом запису на курс та отримання підтвердження від викладача курсу;
- можливість студенту довільно вибирати тему для вивчення серед усіх відкритих вершин графа;
- проходження тестування: система дозволяє викладачу створювати інтерактивні тести різних типів, які студенти повинні пройти, отримуючи за це бали;
- перевірка лабораторних робіт – система надає можливість студентам залишати посилання на репозиторії, які викладач потім перевіряє та ставить статус (прийняте запропоноване рішення чи відхилене);
- управління користувачами системи: система дозволяє викладачу швидко та зручно здійснювати управління студентами, які зареєструвались на курс, та блокувати їх акаунти за потреби;
- реєстрація за допомогою Gmail, оскільки у багатьох вітчизняних ЗВО використовується програмне забезпечення “G Suite” від Google, то даний вид реєстрації значно пришвидшить цей процес та зробить його більш зручним для використання.

На рисунку 5 зображено діаграму варіантів використання СДН «eLearning» згідно з ролями системи.

Розглянемо більш детально деякі варіанти використання СДН «eLearning»:

- *реєстрація* – виконується лише викладачами (студентами), які не мають облікового запису в системі;
- *вхід у систему* – аутентифікація користувача за введеними даними;
- *пошук курсів* – система надає список курсів, що відповідають введеному критерію пошуку;
- *запит на проходження курсу* – виконується лише користувачами з правами «студент» – створюється запит, який має бути підтверджений автором курсу;

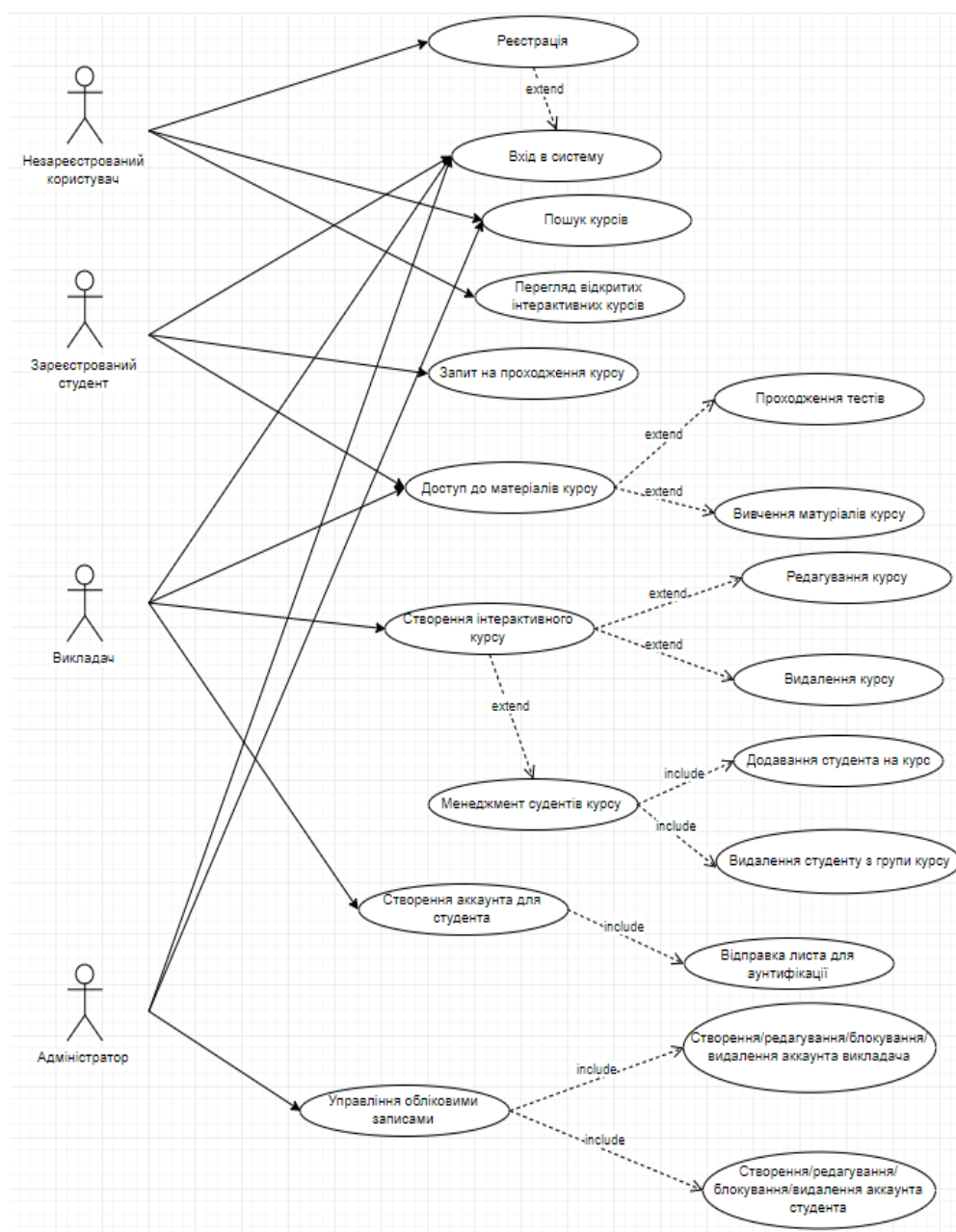


Рис. 5. Діаграма варіантів використання СДН «eLearning»

- *управління студентами курсу* – виконується лише викладачем курсу: він має можливість додавати/видаляти студентів з групи курсу, а також підтверджувати або відхиляти запити на проходження курсу;
- *доступ до матеріалів курсу* – виконується лише студентом, який був попередньо прийнятий на курс;
- *управління обліковими записами* – виконується лише викладачем: у системі є функціями управління студентами, а саме приєднання студентів до курсу або в разі потреби їх блокування.

Засобами UML представимо СДН «eLearning» у вигляді діаграми діяльності, яка є різновидом графу станів скінченного автомату, вершинами якого є певні дії, а переходи відбуваються по завершенню дій. Враховуючи різний набір допустимих дій для різних типів користувачів, діаграма діяльності має бути сформована для різних типів

користувачів окремо. На діаграмі (рис. 6) зображуються стани СДН «eLearning» та перехід від одного стану до іншого для користувача, що є студентом. Оскільки систему використовують багато користувачів, ці стани можуть існувати паралельно і для декількох користувачів.

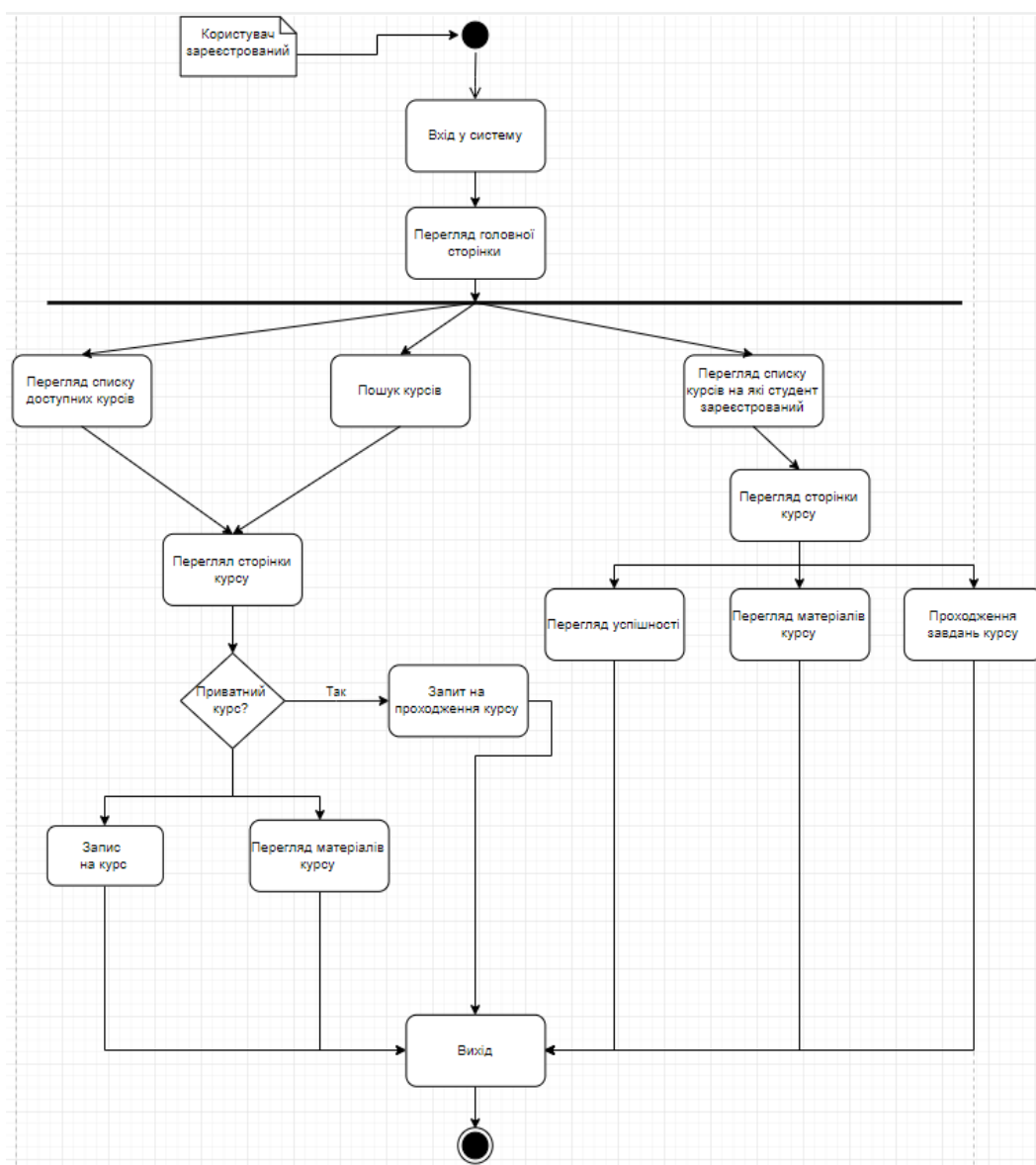


Рис. 6. Діаграма діяльності студента у СДН «eLearning»

Розглянемо стани системи, у яких вона може перебувати при використанні користувачем з правами студента:

- *Пошук*. Система знаходиться у цьому стані у випадку, якщо користувач ввів пошуковий запит для курсу. Після запиту користувача на пошук відбувається відображення отриманих даних у вигляді списку пошукових результатів з короткою інформацією про кожен курс. Користувач може перейти від списку до конкретного курсу і система опиниться в стані перегляду курсу.
- *Перегляд списку доступних курсів*. Після входу в систему користувачу відображається набір курсів, які є відкритими для перегляду. Аналогічно до пошуку користувач може перейти від списку доступних курсів до конкретного курсу і система опиниться в стані перегляду курсу.

- *Перегляд курсів, на які студент зареєстрований.* Відображається список курсів, на які студент попередньо зареєструвався та отримав дозвіл від викладача на проходження курсу. З цього стану користувач може перейти до конкретного курсу і система опиниться в стані перегляду курсу
- *Перегляд курсу.* Відображається повна інформація про курс. З цього стану є перехід до запиту на проходження курсу, якщо студент ще не зареєстрований на курс. У випадку, якщо студент вже зареєстрований на курс, є можливість перейти до перегляду успішності, перегляду матеріалів курсу та проходження завдань курсу.
- *Перегляд матеріалів курсу.* Система надає можливість переглядати та вивчати матеріали курсу, для проходження яких студент має достатній рівень.
- *Проходження завдань.* Система надає можливість виконувати завдання курсу, до яких студент має достатній рівень проходження.
- *Перегляд успішності.* Система відображає успішність студента на поточному курсі.

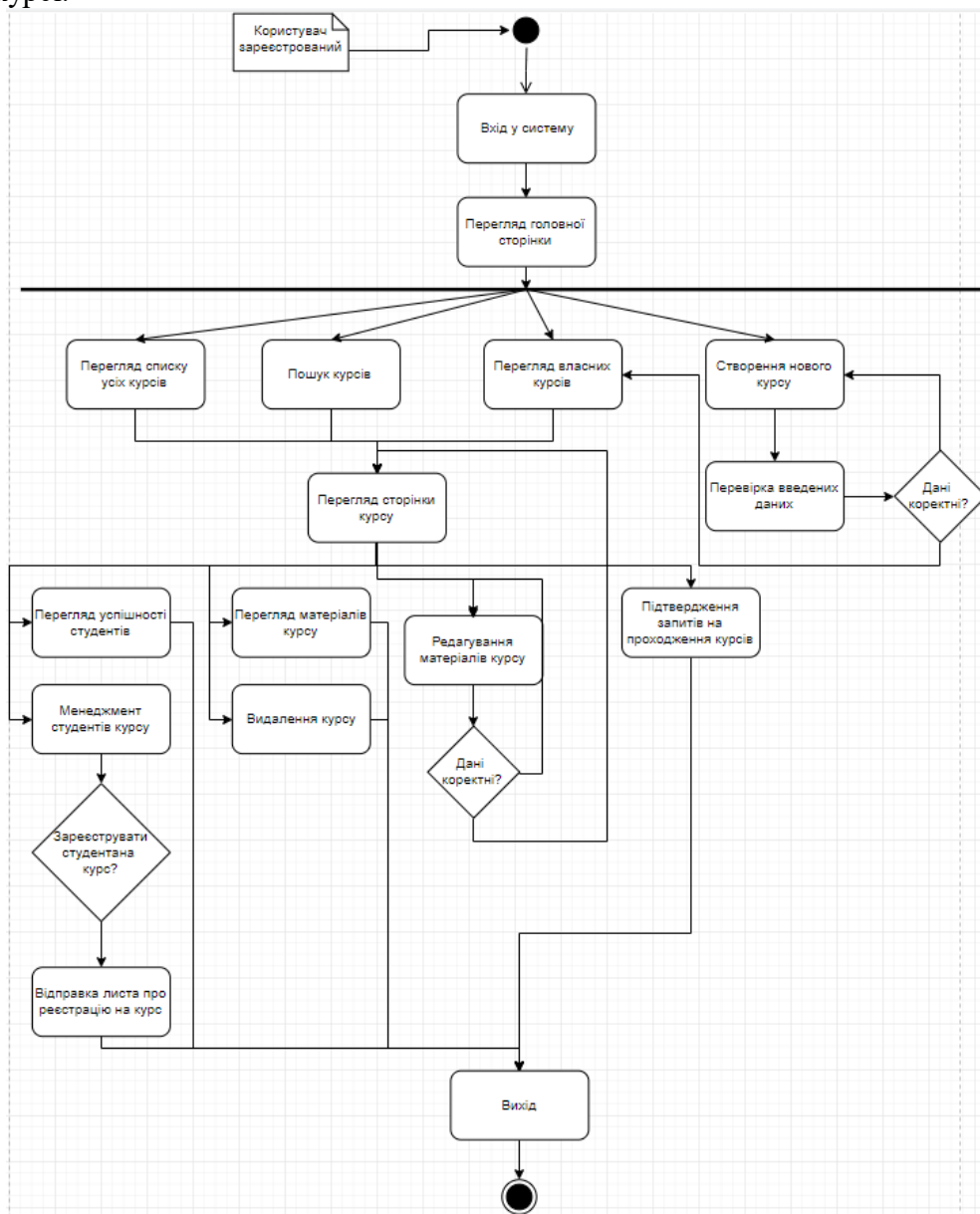


Рис. 7. Діаграма діяльності викладача у СДН «eLearning»

На рисунку 7 зображуються стани системи та перехід від одного стану до іншого для користувача з правами викладача. При використанні системи викладачу доступні ті ж дії, що для користувача з правами студента, а також додатково:

- *Перегляд успішності студентів.* Система відображає список усіх зареєстрованих студентів та їх успішність у проходженні курсу на даний момент.
- *Управління студентами курсу.* Користувач має можливість додавати нових студентів на курс, сповіщаючи їх про це електронним листом.
- *Видалення курсу.* Користувач має можливість видалити свій курс і всі данні, що з ним пов'язані.
- *Перегляд/редагування матеріалів курсу.* Система надає можливість переглядати та модифікувати матеріали курсу.
- *Підтвердження запитів на проходження курсу.* Система відображає список усіх запитів студентів на проходження курсу. Користувачу надається можливість дозволити або відхилити запити на проходження курсу.

3.3 Використання СДН «eLearning» у ЗВО

Беручи до уваги той факт, що всі студенти та викладачі більшості вітчизняних ЗВО мають Google акаунти, додано функцію реєстрації та логіну у системі за допомогою цього провайдера. Авторизувавшись у системі, студенти потрапляють на головну сторінку СДН «eLearning» (рис. 8).

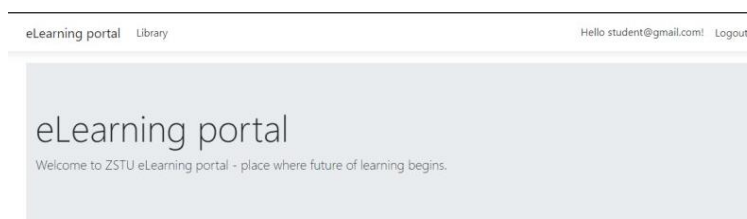


Рис. 8. Головна сторінка СДН «eLearning»

Авторизований користувач з правами студента має змогу переглядати бібліотеку курсів (рис. 9).

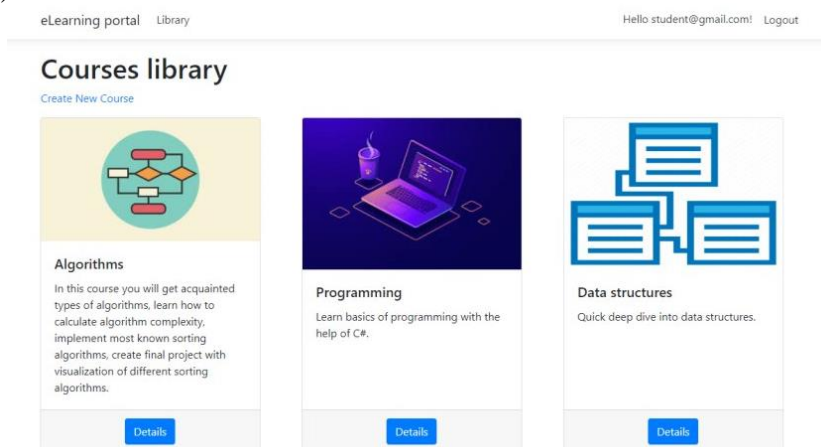


Рис. 9. Головна сторінка авторизованого користувача СДН «eLearning» з правами студента

Студент має можливість відкрити сторінку курсу та переглянути його граф вивчення (рис. 10).

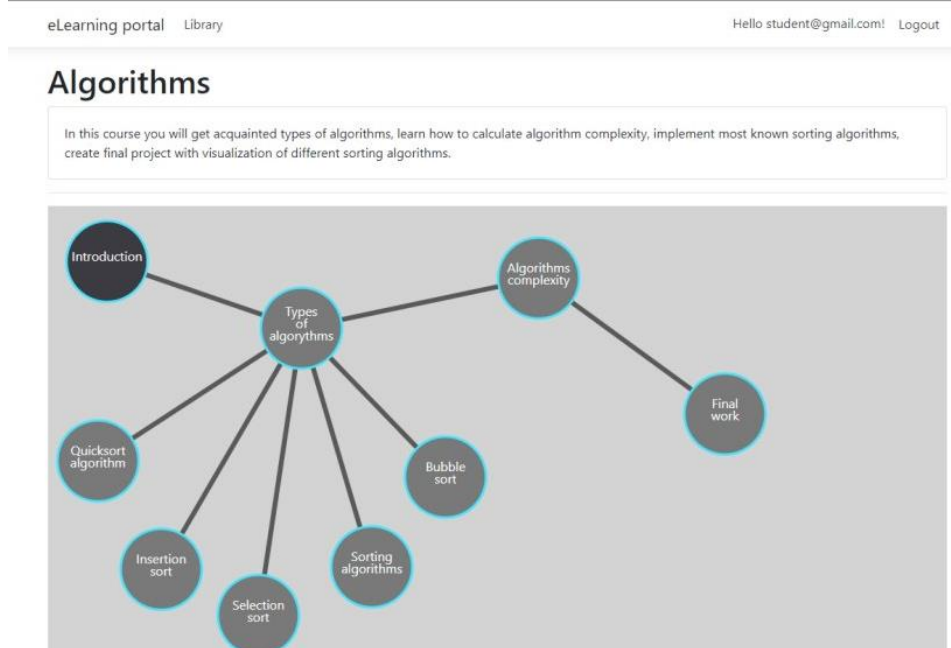


Рис. 10. Сторінка деталей курсу студента у СДН «eLearning»

Після відправки заявки на проходження курсу та її підтвердження викладачем, студент матиме змогу переходити до матеріалів кожної з тем (вершин) графу.

Викладач створює та редагує курси в системі, розробляє для кожної дисципліни унікальний граф вивчення та наповнює навчальним матеріалом вершини графу відповідно до їх тематики (рис. 11).

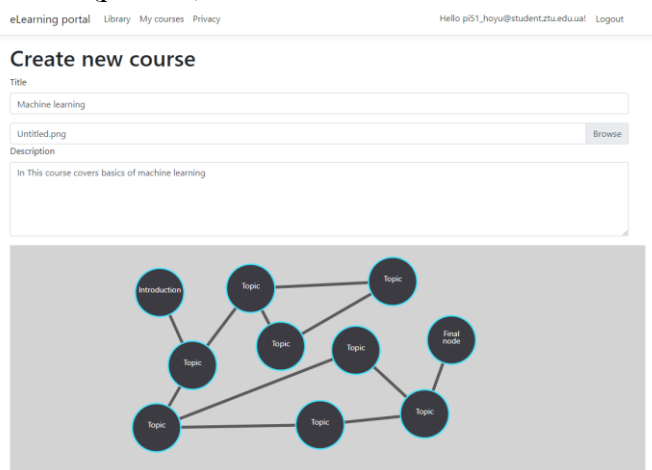


Рис. 11. Створення нового курсу у СДН «eLearning»

Для редагування графу викладачу доступний спеціалізований редактор з контекстним меню (рис. 1.12).

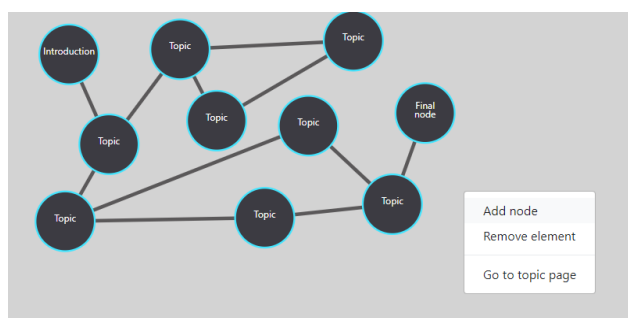


Рис. 12. Редактор графу СДН «eLearning»

Перейшовши на сторінку теми курсу, користувач бачитиме сторінку з 3 розділами, навчальний матеріал якого може бути представлений у різному форматі (docx, pdf, pptx, xlsx тощо): лекція, лабораторна робота та тести (табл. 1).

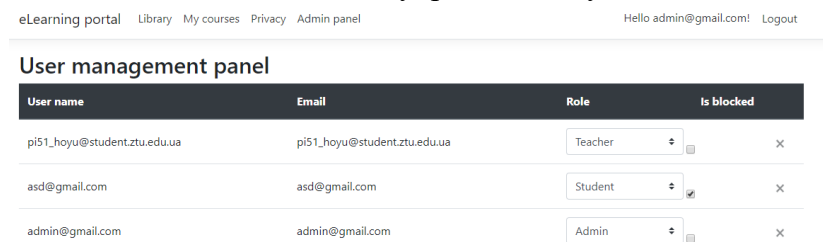
Таблиця 1

Представлення навчального матеріалу у різному форматі у СДН «eLearning»

<p><i>формат pdf</i></p>	<p><i>формат pptx</i></p>

Для контролю вивчення та засвоєння студентами навчального матеріалу з дисципліни в системі «eLearning» передбачено, що викладач може створювати різноманітні тести.

Викладач має права адміністратора, тому йому доступні всі функції системи, а також додаткова можливість здійснювати управління студентами в системі (рис. 13).



User name	Email	Role	Is blocked
pi51_hoyu@student.ztu.edu.ua	pi51_hoyu@student.ztu.edu.ua	Teacher	<input type="checkbox"/>
asd@gmail.com	asd@gmail.com	Student	<input checked="" type="checkbox"/>
admin@gmail.com	admin@gmail.com	Admin	<input type="checkbox"/>

Рис. 13. Сторінка управління користувачами СДН «eLearning»

Адміністратор може блокувати акаунти студентів на певний час, якщо є така необхідність (рис. 14).

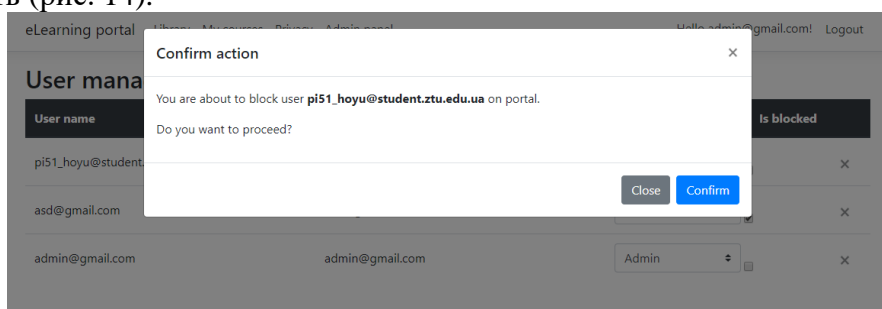


Рис. 14. Запит на підтвердження блокування студента у СДН «eLearning»

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Отже, СДН «eLearning» розроблена на платформі ASP.NET Core (2.2) з використанням мов програмування C# – серверна частина; HTML, CSS, JavaScript – клієнтська частина; шаблонів проєктування Repository, Facade, Adapter; JavaScript-бібліотеки D3.js.

Визначено, що до основних компонентів діаграми розгортання належать: Web Server – сервер для обробки запитів користувачів, Client – робоча станція користувача, Data Server – сервер бази даних.

З метою використання СДН «eLearning» у ЗВО означено такий набір функцій системи: представлення дисципліни у вигляді графа, можливість студента обирати дисципліну та тему для вивчення, проходження тестування, перевірка лабораторних робіт, управління користувачами системи, реєстрація за допомогою Gmail.

Зважаючи на те, що розроблена система призначена для впровадження в освітній процес вітчизняних ЗВО, представлено діаграми діяльності користувачів з правами студента та викладача, які зображують стани системи та перехід від одного стану до іншого. Зауважимо, що викладачу доступні ті ж функції, що й студенту, а також можливість переглядати успішність студентів, управління студентами курсу, видаляти курс, переглядати/редагувати матеріали курсу, підтверджувати запити студентів на проходження курсу.

Представлено основні моменти щодо використання СДН «eLearning» у ЗВО: авторизація, вигляд курсу, редактор графу, навчальні матеріали в системі, управління студентами.

Реалізований програмний продукт готовий для використання в необхідній галузі. Функціональність створеної системи в майбутньому може бути розширена за допомогою автоматизації перевірки лабораторних робіт, що надасть спроектованій системі абсолютну автономність. Обрана архітектура розробленого програмного комплексу дозволяє досить швидко та з мінімальними змінами розширювати базову функціональність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] В. Биков, С. Вернигора, А. Гуржій, Л. Новохатько, О. Спірін, М. Шишкіна, «Проектування і використання відкритого хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища закладу вищої освіти», *Інформаційні технології і засоби навчання*, № 6 (74), с.1-19, 2019. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3499>
- [2] Т. Вакалюк, О. Коротун, Д. Антонюк, «Добір хмаро орієнтованих засобів навчання баз даних майбутніх фахівців з інформаційних технологій», *Інформаційні технології і засоби навчання*, № 3 (71), с. 154-168, 2019. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2880/1502>
- [3] T. Vakaliuk, V. Kontsedailo, D. Antoniuk, O. Korotun, I. Mintii and A. Pikilnyak, «Using game simulator Software Inc in the Software Engineering education», *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kyyvi Rih, Ukraine, 2019, pp. 66-80. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://www.ceur-ws.org/Vol-2547/paper05.pdf>
- [4] T. Vakaliuk, V. Kontsedailo, D. Antoniuk, O. Korotun, S. Semerikov and I. Mintii, «Using the Game Simulator Game Dev Tycoon to Create Professional Soft Competencies for Future Engineers-Programmers», *Icteri: 3L-Person Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. Volume II: Workshops, Kharkiv, Ukraine, CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2732, 2020, pp. 808-822. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20200808.pdf>
- [5] Р. Гуревич, М. Кадемія, М. Козяр, *Інформаційно-комунікаційні технології в професійній освіті*, Львів: ЛДУ БЖ, 2012.
- [6] М. Жалдак, «Педагогічний потенціал інформатизації навчального процесу та проблеми його розкриття», *Комп'ютер у школі та сім'ї*, Київ, № 2, 1999, С. 37–40. .
- [7] О. Коротун, О. Кривонос, «Етапи проектування хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх вчителів інформатики», *Інформаційні технології і засоби навчання*, № 1(63), 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1866>.
- [8] С. Литвинова, «Система комп'ютерного моделювання об'єктів і процесів та особливості її використання в навчальному процесі закладів загальної середньої освіти», *Інформаційні технології і засоби навчання*, № 2(64), 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2111>
- [9] Л. Панченко, «Теоретико-методологічні засади розвитку інформаційно-освітнього середовища університету», автореф. дис. д-ра пед. наук, Луганський нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Луганськ, 2011.
- [10] П. Мерзликін, М. Попель, С. Шокалюк, «Сервіси середовища SageMathCloud та їх дидактичний потенціал у процесі навчання інформатичних та математичних дисциплін», 2018, с.13-19. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/0564/2450/1/paper3.pdf>
- [11] С. Семеріков, «Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі», Київ, Україна : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009.
- [12] О. Спірін, «Критерії і показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання» *Інформаційні технології і засоби навчання*, № 1(33), 2013. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://journal.iitta.gov.ua>
- [13] А. Гладир, Н. Зачепа, О. Мотруніч, «Системи дистанційного навчання: огляд програмних платформ», на *міжнар. наук.-практ. конф. Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації*, Кременчук, 2012, с. 43–44.
- [14] О. Спірін, К. Колос, «Технологія організації масового дистанційного навчання учнів в умовах карантину на базі платформи Moodle», *Інформаційні технології і засоби навчання*, № (79), 2020. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/4090>
- [15] Л. Сардак, Л. Старкова, «Построение модульной системы управления обучением в высшей школе средствами облачных сервисов», *Информационно-коммуникационные технологии в образовании*. № 8, 2014, с. 120–127.

- [16] О. Коротун, «Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики», дис. канд. пед. наук, Академія пед. наук України, Ін-т інформаційних технологій та засобів навчання, Київ, 2018.
- [17] S. Murshitha, A. Wickramarachchi, «A study of students' perspectives on the adoption of LMS at University of Kelaniya», *Journal of Management*, Vol. 1, No 9, 2013, pp. 16–24. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://jm.sljol.info/articles/abstract/10.4038/jm.v9i1.7562/>
- [18] R. Nasser, M. Cherif, M. Romanowski, «Factors that Impact Student Usage of the Learning Management System in Qatari Schools», *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, vol. 12, no. 6, 2011. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/985/1956>
- [19] B. Beatty, C. Ulasewicz, «Faculty Perspectives on Moving from Blackboard to the Moodle Learning Management System». *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, Vol. 50, No 4, 2006, pp. 36 – 45. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://eric.ed.gov/?id=EJ774606>
- [20] D. Weaver, C. Spratt, C. Nair, «Academic and student use of a learning management system: Implications for quality», *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 24, 2008, pp. 30–41. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://doi.org/10.14742/ajet.1228>
- [21] E. Dahlstrom, D. Brooks, J. Bichsel, «The Current Ecosystem of Learning Management Systems in Higher Education: Student, Faculty, and IT Perspectives», Reports – Research, EDUCAUSE Center for Analysis and Research (ECAR), 2014. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://eric.ed.gov/?id=ED564447>.
- [22] R. Jarvis, K. Dempsey, G. Gutierrez, D. Lewis, K. Rouleau, B. Stone, «Peer coaching that works: The power of reflection and feedback in teacher triad teams», Denver, CO: McREL International, 2017. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED588635.pdf>
- [23] В. Кухаренко, В. Бондаренко, «Екстрене дистанційне навчання в Україні», Харків: Вид-во КП «Міська друкарня», 2020. [Електронний ресурс]. Доступно: https://duan.edu.ua/images/News/UA/Departments/Management/2020/monograph_ekstr_dyst_navch.pdf
- [24] О. Спірін та ін., *Використання електронних відкритих систем для інформаційно-аналітичної підтримки педагогічних досліджень: короткий термінологічний словник*, Київ: ІТЗН НАПН України, 2017.
- [25] І. Іванюк, «Формування понятійно-термінологічного апарату з питань розвитку дистанційної освіти». *Інформаційні технології і засоби навчання*, № 5(31), 2012. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/14343034.pdf>
- [26] Н. Думанський, «Відкриті системи дистанційного навчання», *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*, № 699, 2011, с. 94–103.

Матеріал надійшов до редакції 27.10.2020 р.

DEVELOPMENT AND USE OF DISTANCE LEARNING SYSTEM «ELEARNING» IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Inna I. Sugonyak

PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Computer Science Department
Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-0484-4839
isygonyak@gmail.com

Olha V. Korotun

PhD of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Science
Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID ID 0000-0003-2240-7891
korotun-o@ztu.edu.ua

Galyna V. Marchuk

Senior Lecturer Department of Software Engineering
Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine
ORCID ID 0000-0003-2954-1057
mgv.555.mgv@gmail.com

Oleksii Y. Khroponiuk

student

Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine

ORCID ID 0000-0003-2244-8562

ipzm191_hoyu@student.ztu.edu.ua

Abstract. The article describes the process of developing and using its own system "eLearning", which represents a new approach to distance learning systems, as in spring 2020 COVID-19 led to the closure of educational institutions around the world, including Ukraine. As a result, the educational process has been changed dramatically, domestic educational institutions have switched to distance learning, respectively, used educational material in electronic form in various educational platforms. During the pandemic, this form of learning has demonstrated its limitations and weaknesses. The aim of the research is the development and usage of e-learning system «eLearning» with a visual display of the course in the form of a graph in the educational process of higher education institutions. This system simplifies the perception of educational material in electronic form, as well as it is an element of gamification aimed at students' involvement and motivation to study. In the paper the main theoretical aspects of the use of information and computer technologies in teaching and the organization and implementation of distance learning systems are studied. The architecture and general structure of the system «eLearning» are described, design templates for system development and structuring, library for data processing and visualization are defined. Necessary UML diagrams were created for high-quality software design. Based on the results of the research, a distance learning system was designed and implemented, which allows teachers to create courses, visualizing the order of studying topics in the form of a graph, and students to study disciplines in a predetermined manner. The main stages of work with the system «eLearning» are demonstrated, this system of distance learning can be used to improve the educational process in higher education institutions.

Keywords: information and computer technologies; development; distance learning system; higher education institution; graph.

REFERANCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] V. Bykov, S. Vernyhora, A. Hurzhii, L. Novokhatko, O. Spirin, M. Shyshkina, "Design and use of an open cloud oriented educational and scientific environment of a higher education", *Institution Informatics and information technologies in educational institutions*, vol. 74, no. 6, 2019. [Online]. Available: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3499> (in Ukrainian)
- [2] T. Vakaliuk, O. Korotun, D. Antoniuk, "Selection of cloud oriented training tools for databases of future information technology professionals", *Institution Informatics and information technologies in educational institutions*, vol. 71, no. 3, 2019. [Online]. Available: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2880/1502> (in Ukrainian)
- [3] T. Vakaliuk, V. Kontsedailo, D. Antoniuk, O. Korotun, I. Mintii, A. Pikilnyak, "Using game simulator Software Inc in the Software Engineering education", *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*, Kryvyi Rih, Ukraine, 2019, pp. 66-80. [Online]. Available: <http://www.ceur-ws.org/Vol-2547/paper05.pdf> (in English)
- [4] T. Vakaliuk, V. Kontsedailo, D. Antoniuk, O. Korotun, S. Semerikov, I. Mintii, "Using the Game Simulator Game Dev Tycoon to Create Professional Soft Competencies for Future Engineers-Programmers", *Icteri: 3L-Person Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*, Workshops, Kharkiv, Ukraine, vol. 2732, 2020, pp. 808-822. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20200808.pdf>. (in English)
- [5] R. Hurevych, M. Kademiia, M. Koziar, *Information and communication technologies in vocational education*, Lviv: LDU BZh. 2012. (in Ukrainian)
- [6] M. Zhaldak, "Pedagogical potential of informatization of educational process and problems of its disclosure", *Computer at school and family*, Kyiv, no. 2, 1999, pp. 37-40. (in Ukrainian)
- [7] O. Korotun, O. Kryvonos, "Stages of designing a cloud-oriented environment in the training of databases of future computer science teachers", *Institution Informatics and information technologies in educational institutions*. vol. 63, no. 1, 2018. [Online]. Available: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1866>. (in Ukrainian)
- [8] S. Lytvynova, "System of computer modeling of objects and processes and features of its use in the educational process of general secondary education institutions", *Institution Informatics and information*

- technologies in educational institutions*, vol. 64, no. 2, 2018. [Online]. Available: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2111> (in Ukrainian)
- [9] L. Panchenko, “Theoretical and methodological principles of development of information and educational environment of the university”, M.S. thesis, Abbrev. Dept., Abbrev. Luhanskyi nats. un-t im. T. Shevchenka, Luhansk, 2011. (in Ukrainian)
- [10] P. Merzlykin, M. Popel, S. Shokaliuk, “SageMathCloud services and their didactic potential in the process of teaching computer science and mathematics”, 2018, pp. 13-19. [Online]. Available: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/0564/2450/1/paper3.pdf>
- [11] S. Semerikov, “*Fundamentalization of teaching information disciplines in high school*”, Kyiv : NPU im. M. P. Drahomanova, 2009. (in Ukrainian)
- [12] O. Spirin, “Criteria and indicators of quality of information and communication technologies of training”, *Information technologies and teaching aids*, vol. 33, no. 1, 2013. [Online]. Available: <http://journal.iitta.gov.ua> (in Ukrainian)
- [13] A. Hladyr, N. Zachepa, O. Motrunich, “Distance learning systems: a review of software platforms”, in *intern. scientific-practical conf. Electromechanical and energy systems, methods of modeling and optimization*, Kremenchuk, 2012, pp. 43–44. (in Ukrainian)
- [14] O. Spirin, K. Kolos, “Technology of organization of mass distance learning of students in quarantine conditions on the basis of the Moodle platform”, *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 79, no. 5, 2020. [Online]. Available: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/4090> (in Ukrainian)
- [15] L. Sardak, L. Starkova, “Construction of a modular management system for higher education by means of cloud services”, *Information and communication technologies in education*, no. 8, 2014, pp. 120-127. (in Ukrainian)
- [16] O. Korotun, “The use of cloud based environment in the training of databases of future teachers of computer science”, Ph.D. dissertation, Abbrev. Dept., Abbrev. Academy of Ped. Sciences of Ukraine, Inst. of Information Technology and Teaching Aids, Kyiv, 2018. (in Ukrainian)
- [17] S. Murshitha, A. Wickramarachchi, “A study of students’ perspectives on the adoption of LMS at University of Kelaniya”, *Journal of Management*, vol. 1, no. 9, 2013, pp. 16-24. [Online]. Available: <http://jm.sljol.info/articles/abstract/10.4038/jm.v9i1.7562/> (in English)
- [18] R. Nasser, M. Cherif, M. Romanowski, “Factors that Impact Student Usage of the Learning Management System in Qatari Schools”, *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, vol. 12, no. 6, 2011. [Online]. Available: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/985/1956> (in English)
- [19] B. Beatty, C. Ulasewicz, “Faculty Perspectives on Moving from Blackboard to the Moodle Learning Management System”, *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, vol. 50, no. 4, 2006, pp. 36-45. [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=EJ774606> (in English)
- [20] D. Weaver, C. Spratt, C. Nair, “Academic and student use of a learning management system: Implications for quality”, *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 24, 2008, pp. 30–41. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14742/ajet.1228> (in English)
- [21] E. Dahlstrom, D. Brooks, J. Bichsel, “The Current Ecosystem of Learning Management Systems in Higher Education: Student, Faculty, and IT Perspectives”, Reports – Research, EDUCAUSE Center for Analysis and Research (ECAR), 2014. [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=ED564447> (in English)
- [22] R. Jarvis, K. Dempsey, G. Gutierrez, D. Lewis, K. Rouleau, B. Stone, “*Peer coaching that works: The power of reflection and feedback in teacher triad teams*”, Denver, CO: McREL International, 2017. [Online]. Available: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED588635.pdf> (in English)
- [23] V. Kukhareenko, V. Bondarenko, “Emergency distance learning in Ukraine”, Kharkiv: Publishing House "Miska drukannia", 2020. [Online]. Available: https://duan.edu.ua/images/News/UA/Departments/Management/2020/monograph_ekstr_dystr_navch.pdf (in Ukrainian)
- [24] O. Spirin, *The use of electronic open systems for information and analytical support of pedagogical research: a short glossary*, Kyiv: IITZN NAPN Ukrainy, 2017. (in Ukrainian)
- [25] I. Ivaniuk, “Formation of the conceptual and terminological apparatus on the development of distance education”, *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 31, no. 5, 2012. [Online]. Available: <http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/14343034.pdf> (in Ukrainian)
- [26] N. Dumanskyi, “Open distance learning systems”, *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic"*, no. 699, 2011, pp. 94–103. (in Ukrainian)

