

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет обліку та фінансів
Кафедра комп'ютерних технологій
і моделювання систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Лопатюка Олександра Андрійовича
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача освіти)

УДК 004.4-053.2:53

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Інтерактивний Android-додаток для вивчення фізики

(тема роботи)

122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Лопатюк О.А.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Ковальчук М.О.
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.п.н., доцент кафедри
комп'ютерних технологій
і моделювання систем
(науковий ступінь, вчене звання)

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ _____ від « _____ » _____ 20 _____ р.

Завідувач кафедри _____

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)
« _____ » _____ 20 _____ р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)
(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100–бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Лопатюк О. А. Інтерактивний Android-додаток для вивчення фізики – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 122 – комп'ютерні науки. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Зміст анотації

У кваліфікаційній роботі розроблено інтерактивний Android-додаток, призначений для вивчення фізики. Додаток поєднує теоретичний матеріал із інтерактивними елементами та візуалізаціями, що сприяють кращому розумінню фізичних явищ і полегшенні вивченню матеріалу для користувачів. Реалізовано зручний інтерфейс, адаптований під вивчення різних тем. Практична цінність роботи полягає у впровадженні цифровізації, що може бути використана в навчальному процесі для підвищення ефективності вивчення фізики.

Ключові слова:

Android, додаток, інтерактивне навчання, фізика, освітні технології.

SUMMARY

Lopatiuk O. A. Interactive Android Application for Studying Physics – Qualification thesis (manuscript).

Qualification work for obtaining the bachelor's degree in specialty 122 – Computer Science. – Polissya National University, Zhytomyr, 2025.

An interactive Android application was developed during the qualification work to study physics. The application combines theoretical material with interactive elements and visualizations that contribute to a better understanding of physical phenomena and facilitate the study of material for users. A convenient interface has been implemented, adapted for the study of various topics. The practical value of the work is the introduction of digitalization, which can be used in the educational

process to increase the effectiveness of the study of physics.

Keywords:

Android, application, interactive learning, physics, educational technologies.

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ.....	9
1.1 Аналіз методів інтерактивного навчання та їх впливу на освіту.....	9
1.2 Аналіз існуючих технічних рішень для вивчення фізики, виявлення їхніх сильних і слабких сторін.....	9
1.3 Огляд технологій для розробки Android-додатків (мови програмування, фреймворки, бази даних).....	11
Висновки до розділу 1.....	12
2. ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ANDROID-ДОДАТКУ.....	14
2.1 Формування функціональних та нефункціональних вимог до інформаційної системи.....	14
2.2 Моделювання програмного забезпечення: UML-діаграми (прецедентів, класів, активностей, станів); IDEF0- та ER-діаграми.....	15
2.3 Проєктування бази даних: опис сутностей та зв'язків; таблична структура та схема БД.....	18
Висновки до розділу 2.....	19
3. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ.....	20
3.1 Реалізація мобільного додатку: розробка прототипу користувацького інтерфейсу (UX/UI-дизайн). Структура коду.....	20
3.2 Алгоритми та методи взаємодії з користувачем.....	27
3.3 Процес тестування: функціональне тестування; оцінка юзабіліті; виявлені помилки та їх усунення.....	27
3.4 Інструкція користувача. Опис вимог до апаратних і програмних засобів. Покрокове керівництво з використання додатку.....	29
Висновки до розділу 3.....	30
ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	32
ДОДАТКИ.....	38

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

IDE — Integrated Development Environment — інтегроване середовище розробки

SDK — Software Development Kit — набір засобів розробки програмного забезпечення

UI — User Interface — користувацький інтерфейс

API — Application Programming Interface — програмний інтерфейс додатка

БД — база даних

СУБД — система управління базами даних

ВСТУП

У сучасному інформаційному суспільстві цифрові технології дедалі глибше інтегруються у всі сфери життя, зокрема й освіту. Використання мобільних пристроїв стало повсякденною практикою для більшості учнів, а освітні додатки — ефективним інструментом підвищення якості та доступності навчання. Традиційні методи часто не забезпечують достатньої мотивації та наочності, а також ускладнює проведення експериментів відсутність спеціального обладнання. Інтерактивні Android-додатки для вивчення фізики відкривають нові можливості: вони поєднують теорію з практикою, пропонують симуляції та візуалізації, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу й формуванню інтересу до предмета. Водночас більшість існуючих додатків та симуляцій є англomовними, що ускладнює їх використання через специфіку фізичної термінології [37].

Розробка інтерактивного Android-додатка для вивчення фізики відповідає сучасним тенденціям цифрового навчання та ідеям Нової української школи, яка акцентує розвиток критичного мислення, креативності й цифрових компетентностей учнів [2]. Такий додаток може стати не лише засобом самостійного навчання, а й ефективним інструментом для уроків, підготовки до тестів, іспитів чи олімпіад. Впровадження подібних програмних рішень робить освіту більш сучасною, цікавою та практично орієнтованою, сприяючи формуванню конкурентоспроможної молоді [1].

Актуальність теми визначається стрімким розвитком цифрових технологій і зростанням ролі мобільних пристроїв у житті молоді. Мобільні додатки роблять навчання гнучким, доступним і цікавим, а також сприяють формуванню сучасних цифрових компетентностей. Особливо важливо впроваджувати такі інструменти для фізики, яка часто сприймається як складний і абстрактний предмет. Серед основних проблем — недостатня наочність, складність організації експериментів, низька мотивація та обмеженість якісних ресурсів [37].

Об'єкт дослідження — процес вивчення фізики з використанням цифрових технологій.

Предмет дослідження — розробка інтерактивного Android-додатку для вивчення фізики.

Мета роботи — створити мобільний додаток, який допоможе учням краще засвоювати фізичні знання, підвищить їхню мотивацію до навчання та сприятиме розвитку практичних навичок.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

1. Проаналізувати сучасні методи та технології розробки мобільних додатків для інтерактивного навчання.
2. Дослідити аналогічні програмні продукти, виявити їхні переваги та недоліки.
3. Розробити вимоги до функціоналу, архітектури та інтерфейсу інформаційної системи.
4. Спроекувати базу даних, програмну архітектуру та взаємодію компонентів додатку.
5. Реалізувати програмний продукт, що включає інтерфейс, симуляції фізичних процесів та модуль тестування знань.
6. Провести тестування додатку та оцінити його ефективність.

Основні положення та результати роботи були апробовані під час тестування додатку у навчальному середовищі з реальними учнями та вчителями. Теоретичне значення роботи полягає у розробці додатку для інтерактивного вивчення фізики, що може бути використаний для подальших досліджень у галузі цифрової освіти. За результатами кваліфікаційної роботи було також написано дві тези: «Інтерактивний Android-додаток для вивчення фізики» та «Фінансові та соціально-економічні переваги впровадження інтерактивних додатків у системі сталого розвитку».

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі висвітлено теоретичні засади й поточний стан цифрового навчання фізики. У другому розділі розглянуто проектування та розробку мобільного додатку. Третій розділ присвячено експериментальному тестуванню, аналізу ефективності та впровадженню розробленого продукту в навчальний процес.

1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1 Аналіз методів інтерактивного навчання та їх впливу на освіту

Останні роки спостерігається стрімке зростання інтересу до мобільного навчання у природничих науках, зокрема у фізиці. Сучасні дослідження та освітні проєкти, такі як Smartphone Lab: Physics Challenge і AR Physics, демонструють, що мобільні додатки для фізики забезпечують гнучкість навчання, створюють умови для організації індивідуальних і групових проєктів, а також сприяють розвитку критичного мислення й цифрових компетентностей учнів [3,4,5]. Віртуальні лабораторії дають змогу безпечно проводити досліди, які у звичайних умовах були б неможливими або занадто дорогими. Інструменти аналітики, вбудовані у сучасні освітні платформи, дозволяють відстежувати прогрес учнів, персоналізувати навчальні траєкторії та оперативно коригувати освітній процес [6,7]. Водночас наукові огляди підкреслюють, що ефективність мобільного навчання залежить від якості розробки додатків, їхньої адаптованості до навчальних програм і рівня цифрової грамотності як учнів, так і вчителів [36]. Проблемними залишаються питання локалізації контенту, доступності якісних україномовних ресурсів, а також необхідність постійного підвищення цифрових компетентностей педагогів. Загалом, сучасні дослідження підтверджують, що інтеграція мобільних технологій у викладання фізики відкриває нові можливості для персоналізованого, гнучкого та ефективного навчання, сприяє розвитку дослідницьких навичок і формує позитивне ставлення до природничих наук серед молоді [36].

1.2 Аналіз існуючих технічних рішень для вивчення фізики, виявлення їхніх сильних і слабких сторін

Ринок освітніх технологій пропонує деякий вибір технічних рішень для вивчення фізики, серед яких особливо популярними є мобільні додатки, інтерактивні веб-платформи, віртуальні лабораторії та навчальні симулятори.

Мобільні додатки, такі як Complete Physics, Pocket Physics та Physics Lab, забезпечують учнів доступом до тестів та віртуальних експериментів. Вони дають змогу моделювати фізичні явища без спеціального обладнання [7]. Проте, більшість таких додатків мають обмежений обсяг теоретичного матеріалу, часто зосереджуються на практичних завданнях або формульних довідниках. Віртуальні лабораторії та симуляційні платформи, як-от PhET Interactive Simulations, Labster або Interactive Physics, дають змогу проводити експерименти у безпечному цифровому середовищі, змінювати параметри моделей, спостерігати за результатами та аналізувати їх [8,9]. Вони значно розширюють можливості навчання, дозволяють візуалізувати складні процеси, які важко або неможливо відтворити у шкільних умовах. Однак ці платформи не можуть повністю замінити реальні лабораторні роботи, особливо для розвитку практичних навичок. Деякі ресурси мають англomовний інтерфейс або платний доступ до повного функціоналу, що може бути перешкодою для широкого використання в українських школах. Онлайн-курси та відеоуроки, наприклад Khan Academy чи Brilliant, пропонують структуровану подачу матеріалу, відеолекції, інтерактивні вправи й тести, що дозволяє учням самостійно опановувати теми у зручному темпі. Ці ресурси забезпечують якісний навчальний контент і можливість відстеження власного прогресу та містять деяку кількість практичних експериментів, проте є частково платними та їхній контент не відповідає українській навчальній програмі [8]. Сучасні системи управління навчанням, такі як Moodle чи Google Classroom, допомагають організовувати навчальний процес, забезпечують доступ до матеріалів, тестів і форумів для зворотного зв'язку. Вони підтримують різні формати контенту та інтегруються з іншими освітніми сервісами, однак не містять спеціалізовані інструменти саме для фізики та інформацію в них необхідно додавати вчителям [8].

Отже, більшість із існуючих рішень не забезпечують достатньої глибини теоретичного вивчення та не адаптовані до української програми. Для підвищення ефективності навчання з існуючих платформ необхідно комбінувати різні цифрові інструменти.

1.3 Огляд технологій для розробки Android-додатків (мови програмування, фреймворки, бази даних)

У сучасній розробці Android-додатків застосовуються різноманітні мови програмування, фреймворки та системи управління базами даних. Вибір конкретних технологій визначається цілями проєкту, вимогами до функціоналу, досвідом команди та бажаною швидкістю розробки. Традиційно основними мовами для створення Android-додатків є Kotlin та Java. Kotlin — це сучасна, лаконічна та безпечна мова, офіційно рекомендована Google для Android-розробки, яка підтримує функціональне програмування, має зручний синтаксис і повністю сумісна з Java, що дозволяє використовувати існуючі бібліотеки та фреймворки. Java залишається актуальною завдяки великій кількості навчальних матеріалів, стабільності та сумісності з більшістю пристроїв, хоча поступається Kotlin через менш лаконічний синтаксис і меншу безпеку [10,11,12].

Для кросплатформної розробки, коли потрібно створити додаток одразу для Android і iOS, використовують такі фреймворки, як Flutter (на мові Dart) та React Native (на JavaScript). Flutter дозволяє створювати красиві та швидкі додатки з єдиною кодовою базою, має багатий набір віджетів і підтримує "гаряче перезавантаження" для швидкого тестування змін. React Native також дає змогу розробляти мобільні додатки для різних платформ, використовуючи JavaScript, і має велику спільноту та багато готових компонентів [10,12]. Серед інших популярних фреймворків для Android можна виділити Apache Cordova (PhoneGap), Ionic, Xamarin, Kivy (Python), а також B4A (Basic4Android) для простих додатків. Apache Cordova дозволяє створювати гібридні додатки з використанням HTML, CSS і JavaScript, що особливо зручно для веб-розробників [11,12].

Щодо середовищ розробки, стандартом є Android Studio, офіційна IDE від Google, яка підтримує всі сучасні мови, має потужний редактор коду, емулятор пристроїв, а також інтеграцію з Android SDK і системою збірки Gradle. Для зберігання даних у мобільних додатках найчастіше використовують вбудовану

базу SQLite - легку реляційну базу даних, що підходить для локального зберігання інформації на пристрої. Для складніших проєктів або синхронізації даних між пристроями використовують Firebase, а також бібліотеки Room і Realm [13].

У розробці PhysLearn був використаний стек React 18, TypeScript і Tailwind CSS для фронтенду, оскільки це забезпечує сучасний, динамічний і адаптивний інтерфейс із високою продуктивністю, що вигідно вирізняє його серед класичних підходів на чистому JavaScript чи CSS. Серверна частина реалізована на Node.js з Express, що дозволяє використовувати одну мову для клієнта й сервера та забезпечує просту, масштабовану і швидку обробку запитів у порівнянні з традиційними серверними платформами. Для роботи з базою даних застосовано Drizzle ORM, який гарантує типобезпечні SQL-запити, мінімальний розмір бібліотеки та кращу інтеграцію з TypeScript, перевершуючи альтернативи на кшталт Sequelize чи Prisma. Мобільна версія створена через Capacitor WebView, що поєднує переваги веброзробки й доступ до нативних можливостей Android, на відміну від класичних гібридних рішень. Управління станом даних здійснюється через TanStack Query, що оптимізує кешування й оновлення даних з API, а навігація реалізована через легкий роутер wouter, що спрощує структуру додатку та підвищує його продуктивність. Такий вибір стеку дозволяє створити масштабований, зручний і ефективний освітній мобільний додаток із сучасною архітектурою та конкурентними перевагами.

Таким чином, розробники мають широкий вибір інструментів для створення Android-додатків: від нативних рішень на Kotlin чи Java до кросплатформних фреймворків на Dart або JavaScript. Вибір залежить від завдань проєкту, бажаного функціоналу та досвіду команди, а сучасні бази даних та IDE дозволяють реалізовувати як прості, так і складні інтерактивні освітні додатки [38].

Висновки до розділу 1

Аналіз сучасних тенденцій у сфері цифрового навчання фізики показав, що інтерактивні мобільні додатки, віртуальні лабораторії, симуляції та онлайн-платформи стають дедалі популярнішими в освітньому процесі. Вони дозволяють зробити навчання більш наочним, цікавим і доступним, а також залучати персональні пристрої учнів до проведення експериментів і досліджень навіть у дистанційному форматі. Сучасні додатки, такі Physics Lab, PhET, Pocket Physics, активно використовують можливості смартфонів і AR для реалізації інтерактивних завдань, що підвищує мотивацію учнів і сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Водночас виявлено низку обмежень в існуючих рішеннях. Більшість додатків і платформ зосереджені або на практичних завданнях, або на візуалізації явищ, але не забезпечують повного поєднання теорії, практики та симуляцій. Деякі додатки мають платний функціонал, що може обмежувати їхнє використання. Окремо варто відзначити потребу у навчальному контенті українською та забезпеченні рівного доступу до цифрових технологій для всіх учнів.

Враховуючи використання сучасного технологічного стеку у розробці додатку, зокрема React та TypeScript для фронтенду, Tailwind CSS для адаптивного дизайну, а також Framer Motion для анімацій, додаток забезпечує зручний, динамічний та привабливий інтерфейс для користувачів. Управління станом через TanStack Query та легка навігація з wouter підвищують продуктивність і зручність використання. Серверна частина, побудована на Node.js з Express, Drizzle ORM для роботи з базою даних та Zod для валідації, гарантує надійність, безпеку та ефективність обробки даних. Такий комплексний підхід до вибору технологій дозволяє створити сучасний, масштабований та стабільний мобільний додаток для вивчення фізики, який сприяє підвищенню якості навчального процесу.

2. ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ANDROID-ДОДАТКУ

2.1 Формування функціональних та нефункціональних вимог до інформаційної системи

Функціональні вимоги охоплюють основні можливості додатку, необхідні для повноцінного навчального процесу [39]. Користувачі повинні мати змогу реєструватися та входити в систему, що дозволяє персоналізувати навчання та зберігати прогрес. Головна сторінка має бути стартовою точкою, з якої відкривається доступ до ключових розділів: «Симуляції» (інтерактивна взаємодія з фізичними моделями), «Уроки» (теоретичний матеріал), «Тести» (перевірка знань) та «Формули» (довідник основних законів). Навігаційна панель у нижній частині екрана забезпечує швидкий перехід між основними розділами, такими як «Головна», «Теми», «Симуляції», «Тести» та «Профіль». Важливою функцією є поєднання різних форматів навчання в розділі «Теми»: теорія супроводжується анімаціями, інтерактивними схемами та практичними вправами. Розділ «Симуляції» дає змогу не лише спостерігати, а й змінювати параметри експериментів, що сприяє кращому розумінню фізичних явищ. Розділ «Тести» дозволяє перевіряти знання з різних тем, а система автоматично оцінює відповіді та надає пояснення. Додаток також має розділ «Налаштування» для персоналізації профілю.

Нефункціональні вимоги стосуються якості роботи додатку [40]. Інтерфейс має бути мінімалістичним, інтуїтивно зрозумілим і адаптивним для різних пристроїв, що досягається завдяки використанню Tailwind CSS та сучасних бібліотек UI. Важливою вимогою є безпека персональних даних, що реалізується через надійну реєстрацію, валідацію даних (Zod) та захист інформації. Додаток має бути сумісним із різними версіями Android, а також підтримувати роботу в умовах нестабільного інтернет-з'єднання. Система повинна бути масштабованою, щоб у майбутньому можна було додавати нові функції та розділи без суттєвих змін архітектури. Завдяки такому підходу додаток забезпечує комфортне, ефективне та безпечне навчання фізики для учнів різного віку.

2.2 Моделювання програмного забезпечення: UML-діаграми (прецедентів, класів, активностей, станів); IDEF0- та ER-діаграми.

Діаграма класів, наведена на рисунку А.1 у Додатку А, слугує відображенням основної структури системи та взаємозв'язків між її класами, що забезпечують роботу додатка. На цій діаграмі представлені ключові класи, кожен із яких виконує певну функцію в системі, а також показані зв'язки між ними. Наприклад, один користувач може мати декілька записів про свій прогрес і результати тестів. Запис прогресу може бути пов'язаний із певною темою, теоретичним матеріалом або симуляцією, а може й не мати такого зв'язку. Крім того, один тест може містити багато результатів, які належать різним користувачам. Така структура дає змогу гнучко зберігати й обробляти інформацію про навчання, забезпечуючи простоту розширення функціоналу та підтримку різних сценаріїв використання додатка.

UML-діаграма станів, представлена на рисунку А.2 у Додатку А, ілюструє послідовність змін станів додатку під час взаємодії користувача з модулем. Початковим станом є активний головний екран додатка, з якого користувач переходить до меню. Далі система перебуває в стані очікування вибору користувачем певної симуляції. Ключовим етапом є очікування вибору параметрів для дослідження. Якщо параметри не обрано, система повертає користувача до стану введення параметрів і запрошує їх ввести для запуску дослідження. Якщо параметри вибрано, відбувається перехід до симуляції процесу, де користувач може взаємодіяти з фізичною моделлю. Після завершення симуляції додаток переходить до меню тестових завдань, де користувач може пройти тестування за темою дослідження. Далі система очікує вибору відповіді, перевіряє їх і, нарешті, відображає результати тестування. Завершальний стан діаграми - це завершення роботи з лабораторним модулем і повернення до головного екрану або вихід із додатку.

На UML-діаграмі активності, наведеній у рисунку А.3 у Додатку А, відображено послідовність дій користувача під час виконання лабораторної роботи у додатку. Процес починається із завантаження екрану застосунку, після чого користувач переходить до теорії, вивчає її. Наступним кроком є

проходження тестів і за ним вибір параметрів досліду. Якщо параметри задано правильно, користувач запускає симуляцію експерименту й аналізує отримані результати. У разі незадовільного результату користувачеві пропонується змінити параметри та перезапустити дослід, щоб повторно пройти симуляцію й отримати кращий результат. Діаграма активності наочно демонструє основні етапи роботи з лабораторним модулем, а також можливі сценарії повторного виконання експерименту.

На UML-діаграмі прецедентів, зображеній на рисунку А.4 у Додатку А, відображено основні сценарії взаємодії учасників навчального процесу - учня, вчителя та додатку “PhysLearn”. Учень може самостійно вивчати теорію, виконувати лабораторні роботи, проходити тестування та перевіряти свій прогрес за допомогою додатку. Вчитель, у свою чергу, пояснює навчальний матеріал, проводить лабораторні роботи, здійснює оцінювання та надає підтримку учню в процесі навчання. Додаток “PhysLearn” виступає ключовим інструментом, який надає доступ до теоретичних матеріалів, дозволяє виконувати лабораторні роботи без спеціального обладнання, організовує тестування, зберігає прогрес і забезпечує автоматичне оцінювання результатів. Завдяки такій структурі інформаційна система сприяє ефективній співпраці між учасниками освітнього процесу, роблячи навчання більш доступним, інтерактивним і результативним.

На рисунку Б.1 у Додатку Б представлено IDEF0-діаграму, яка моделює основний процес роботи ІС для вивчення фізики. Діаграма побудована відповідно до стандарту IDEF0, що дозволяє чітко відобразити взаємозв'язки між основними елементами процесу навчання. У центрі діаграми розташований основний функціональний блок - «Вивчення фізики». Зліва до цього блоку входить «Початковий рівень знань учня», що є вхідною інформацією, яка визначає стартові знання користувача перед початком навчання. Зверху блоку подається «Освітня програма МОН» - це контрольний вплив, який задає вимоги, стандарти та зміст навчального процесу відповідно до державних програм. Знизу до блоку підключаються механізми, які забезпечують виконання функції: «Підручник», «Лабораторне обладнання» та «Контрольні

завдання». Вони виступають ресурсами, що використовуються для реалізації навчального процесу. Підручник містить теоретичний матеріал, лабораторне обладнання дозволяє проводити експерименти, а контрольні завдання - перевіряти рівень засвоєння знань. На виході з блоку праворуч отримуємо «Покращений рівень знань учня», що є результатом функціонування системи, який відображає підвищення знань і компетентностей учня після проходження навчального курсу.

На рисунку Б.2 у Додатку Б представлено декомпозицію IDEF0-діаграми для процесу вивчення фізики, яка деталізує основні етапи навчального процесу на чотири взаємопов'язані функціональні блоки. Перший блок «Вивчення теорії» відображає початковий етап навчання, коли учень опрацьовує теоретичний матеріал з використанням підручника як основного механізму. Вхідною інформацією для цього блоку є початковий рівень знань учня, а вихідною - освоєний теоретичний матеріал, який передається до наступного блоку. Другий блок «Виконання лабораторних робіт» представляє практичну складову навчання, де учень застосовує теоретичні знання на практиці, використовуючи лабораторне обладнання. Цей блок отримує освоєний теоретичний матеріал з попереднього етапу та забезпечує формування практичних навичок і поглиблення розуміння фізичних явищ. Третій блок «Підготовка до контрольних робіт» спрямований на систематизацію знань та підготовку до оцінювання. На цьому етапі учень узагальнює отримані теоретичні та практичні знання, повторює матеріал і готується до контрольних завдань. Четвертий блок «Проходження контрольних завдань» завершує навчальний цикл та дозволяє оцінити рівень засвоєння матеріалу. Цей етап використовує тестові завдання як механізм перевірки знань і формує підготовленість до контрольних завдань та покращений рівень знань учня. Контрольним впливом для всіх процесів виступає «Освітня програма МОН», яка визначає стандарти, вимоги та зміст навчального процесу відповідно до державних освітніх програм. Така декомпозиція дозволяє чітко структурувати навчальний процес, визначити послідовність етапів і забезпечити комплексний

підхід до вивчення фізики з урахуванням як теоретичної, так і практичної складових.

На рисунку Б.3 у Додатку Б представлено ER-діаграму бази даних навчального додатку для вивчення фізики. ER-діаграма є візуальним інструментом, який відображає основні сутності системи, їхні атрибути та взаємозв'язки між ними, що дозволяє зрозуміти логічну структуру та організацію даних у додатку [41].

2.3 Проєктування бази даних: опис сутностей та зв'язків; таблична структура та схема БД.

Проєктування БД є ключовим етапом створення інформаційної системи для інтерактивного додатку з фізики, оскільки саме від структури БД залежить ефективність зберігання, обробки та пошуку навчальної інформації. Для цього використовується підхід моделювання «сутність–зв'язок», який дозволяє визначити основні об'єкти системи, їх атрибути та взаємозв'язки [42].

У структурі БД виділено такі основні сутності:

- User (Користувач): містить інформацію про кожного користувача додатку (ID, ім'я, email, пароль, дата реєстрації). Один користувач може мати кілька записів прогресу та результатів тестів.
- Theory (Теорія): зберігає теоретичні матеріали (ID, назва теми, короткий опис, основний контент, дата оновлення).
- LabSimulation (Симуляція): містить дані про лабораторні симуляції (ID, назва, опис, параметри, інструкції, дата оновлення).
- Test (Тест): описує тести для перевірки знань (ID, назва, опис, максимальний бал, прохідний бал, дата оновлення).
- Progress (Прогрес): фіксує прогрес користувача у навчанні (ID, user_id, theory_id або lab_simulation_id, статус виконання, дата оновлення).
- TestResult (Результат тесту): зберігає результати проходження тестів (ID, user_id, test_id, отриманий бал, статус, дата завершення).

Зв'язки між сутностями:

- Один користувач може мати багато записів прогресу та результатів тестів (зв'язок «один-до-багатьох»).
- Кожен запис прогресу може стосуватися певної теми або симуляції.
- Один тест може мати багато результатів для різних користувачів.
- Теоретичні матеріали, симуляції та тести є незалежними сутностями, але пов'язані з прогресом та результатами користувачів через відповідні зовнішні ключі.

Така структура дозволяє гнучко організувати зберігання інформації, забезпечити цілісність даних і швидкий доступ до них. Всі зв'язки між таблицями реалізовані через зовнішні ключі, що гарантує логічну зв'язаність даних та унеможливорює дублювання інформації [43]. Схема бази даних наведена на рисунку Б.3 у Додатку Б - це опис структури БД, який визначає склад таблиць, їх поля, типи даних, ключі та зв'язки між таблицями. Вона виступає основою для реалізації БД у будь-якій сучасній СУБД.

Висновки до розділу 2

У другому розділі було проведено комплексне моделювання інформаційної системи для інтерактивного навчального додатку з фізики. За допомогою UML-діаграм (прецедентів, класів, активностей, станів), IDEF0- та ER-діаграм вдалося детально описати структуру, функціонал і логіку роботи системи, а також візуалізувати взаємозв'язки між основними компонентами та користувачами. Структурна логіка системи побудована таким чином, щоб забезпечити простоту розширення, масштабованість і зручність для користувача. Кожен етап моделювання - від визначення сценаріїв використання до проектування бази даних - був спрямований на досягнення відповідності функціональних і нефункціональних вимог, що були сформульовані з урахуванням потреб учнів і вчителів. Особлива увага приділялася інтуїтивності інтерфейсу, гнучкій організації навчального контенту та точності симуляцій. Система є гнучкою до змін, дозволяє легко додавати нові функції, теми чи типи навчальних завдань. Це створює підґрунтя для подальшого розвитку додатку

відповідно до зростаючих потреб користувачів та сучасних тенденцій у сфері цифрової освіти.

3. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

3.1 Реалізація мобільного додатку: розробка прототипу користувацького інтерфейсу (UX/UI-дизайн). Структура коду

Першою точкою взаємодії користувача з додатком є екран входу до системи, наведений на рисунку В.1 у Додатку В. Початковий екран, що з'являється відразу після запуску додатку, виконує функцію інтеграційного інтерфейсу, забезпечуючи користувачеві доступ до всіх основних можливостей освітньої платформи. У верхній частині розміщено назву додатку PhysLearn, а також іконки для зміни теми оформлення та переходу до профілю. Центральне місце займає заголовок «Персональний кабінет» і короткий опис: «Увійдіть, щоб отримати доступ до своїх даних». Нижче розташована форма для автентифікації: користувачеві пропонується ввести ім'я користувача та пароль, після чого натиснути кнопку «Увійти». Для нових користувачів передбачена опція створення нового облікового запису - ця кнопка знаходиться під формою входу. Такий підхід забезпечує простий, зрозумілий і безпечний доступ до персональних даних та навчального прогресу. У нижній частині екрана знаходиться навігаційна панель з іконками та підписами до основних розділів: «Головна», «Теми», «Формули», «Симуляції» та «Тести». Це дозволяє швидко перемикатися між різними функціями додатку. Дизайн сторінки виконано у мінімалістичному стилі з використанням спокійної кольорової гами, чіткої типографіки та достатньої кількості відступів, що відповідає сучасним принципам Material Design для Android-додатків [14]. Такий підхід забезпечує не лише естетичну привабливість, а й високу зручність користування, що особливо важливо для освітніх застосунків. Кожен елемент інтерфейсу добре помітний, а основні дії користувача винесені на передній план, що дозволяє швидко розпочати навчання або перейти до потрібного розділу. Завдяки такій структурі головна сторінка створює позитивне перше враження, мотивує користувача до подальшого навчання та забезпечує швидкий доступ до всіх основних функцій додатку.

Після авторизації користувач переходить на головну сторінку додатку, наведену на рисунку В.2 у Додатку В, яка є ключовим навігаційним центром для подальшої роботи з навчальними матеріалами. У верхній частині екрана розташовано назву додатку PhysLearn, а також кнопки для зміни теми оформлення та переходу до профілю. Головний акцент зроблено на мотиваційному заклику «Вивчай фізику інтерактивно», який підкреслює сучасний підхід до навчання. Під цим гаслом розміщено чотири основні розділи у вигляді зручних блоків-карток:

1. Симуляції — інтерактивні моделі для наочного розуміння фізичних явищ;
2. Уроки — структуровані матеріали з різних розділів фізики.
3. Тести — перевірка знань з різних тем фізики;
4. Формули — ключові формули та закони фізики.

Кожна картка містить короткий опис і кнопку «Перейти», що дозволяє швидко перейти до відповідного розділу. Така організація забезпечує інтуїтивну навігацію й дозволяє користувачеві одразу обрати цікавий для себе формат роботи: від самостійного вивчення теорії до практичних симуляцій чи тестування знань.

Профіль користувача, наведений на рисунку В.3 у Додатку В є персоналізованим розділом, який надає користувачеві повну інформацію про його прогрес. У верхній частині екрана відображається ім'я користувача та його унікальний нікнейм, а також кнопка для виходу з облікового запису. Оформлення профілю виконано у сучасному градієнтному стилі, що створює позитивне, спокійне враження. Основна частина екрану містить інтерактивні картки з ключовими показниками: кількість завершених тем із загальної кількості, кількість пройдених тестів та середній бал у відсотках. Це дозволяє швидко оцінити власний прогрес і визначити, які розділи ще потребують уваги. Нижче розташовані вкладки «Навчальний прогрес» та «Результати тестів», які дають змогу детально переглянути динаміку засвоєння матеріалу та результати виконаних завдань. У секції «Загальний прогрес навчання», фрагменти коду

якої наведено на рисунках Д.1 і Д.2 у Додатку Д, відображається відсоток опанованого матеріалу, що мотивує користувача до подальшого навчання..

Розділ «Теми», наведений на рисунку В.4 у Додатку В, представляє собою зручний та інформативний інтерфейс для вивчення окремих розділів фізики. На цьому екрані користувач бачить перелік популярних тем, кожна з яких представлена у вигляді картки з коротким описом, рівнем складності, а також кількістю доступних уроків і симуляцій. Наприклад, тема «Механіка» містить 5 уроків і 4 симуляції та супроводжується стислим описом: «Вивчіть основи руху, закони Ньютона та збереження енергії». Кожна картка містить кнопку «Перейти до теми», що дозволяє швидко перейти до детального вивчення обраної теми. Такий формат подачі інформації допомагає користувачу легко орієнтуватися у доступних навчальних матеріалах, оцінити обсяг контенту та обрати відповідний рівень складності.

Розділ «Уроки за темою», наведений на рисунку В.5 у Додатку В, відображає структурований перелік навчальних матеріалів, згрупованих за обраною темою, наприклад, «Квантова фізика». У верхній частині екрана міститься заголовок теми, короткий опис основних понять, які будуть розглядатися, та індикатор прогресу, що відображає відсоток опанованого матеріалу. Основна частина сторінки містить список уроків з короткими назвами, наприклад: «Квантова природа світла», «Атомна структура», «Основи квантової механіки», «Квантові ефекти». Обраний урок виділяється кольором і має позначку «Обраний урок». Після вибору уроку в нижній частині екрана автоматично відкривається його зміст - короткий теоретичний опис, визначення основних понять і ключові ідеї теми. Наприклад, для уроку «Атомна структура» подано пояснення про хвильові та корпускулярні властивості фотонів, значення квантової теорії світла, а також наведено ключову формулу, наприклад, формулу Планка з розшифруванням позначень фізичних величин. Для зручності навігації додано кнопки «Попередній урок» і «Наступний урок», що дозволяє швидко перемикатися між уроками в межах теми. Завдяки такій організації користувач може швидко переглядати структуру теми, обирати потрібний урок і одразу знайомитися з його змістом без зайвих переходів. Це

робить навчальний процес більш зручним, послідовним і ефективним, а також сприяє кращому засвоєнню матеріалу через логічну структуру і чітку навігацію між уроками.

Розділ «Симуляції», наведений на рисунку В.6 у Додатку В, є інтерактивним середовищем для вивчення фізичних явищ шляхом моделювання експериментів. На прикладі симуляції «Математичний маятник» користувач може дослідити коливання маятника, змінюючи ключові параметри - довжину нитки та прискорення вільного падіння - за допомогою зручних повзунків. Це дозволяє наочно побачити, як зміна фізичних величин впливає на поведінку системи. У верхній частині екрана розташовано посилання для повернення до списку всіх доступних симуляцій, а нижче - назву та короткий опис обраної симуляції. Центральне місце займає інтерактивна анімація маятника, яка змінюється у реальному часі відповідно до обраних параметрів. Користувач може запускати симуляцію або скинути її до початкових значень за допомогою відповідних кнопок. Такий підхід до організації розділу «Симуляції» допомагає користувачам не лише спостерігати за фізичними процесами, а й активно впливати на хід експерименту, що сприяє кращому розумінню матеріалу, розвитку дослідницьких навичок і формуванню критичного мислення. Симуляції є важливою складовою сучасного цифрового навчання, оскільки дозволяють безпечно, наочно й цікаво вивчати складні фізичні явища навіть без спеціального лабораторного обладнання.

Розділ «Тести», наведений на рисунку В.7 у Додатку В, призначений для перевірки та самоконтролю знань користувача з різних тем фізики. Інтерфейс розділу виконано у вигляді списку карток, де кожен тест відповідає певній темі, наприклад, «Механіка» чи «Електрика». Для кожного тесту зазначено кількість питань і орієнтовний час проходження. Після натискання кнопки «Почати тест» відкривається послідовність запитань з кількома варіантами відповідей. Кожне питання супроводжується чітким формулюванням і кількома відповідями, серед яких потрібно обрати правильну. Після завершення тесту користувач одразу отримує результат - кількість набраних балів і відсоток правильних відповідей. На екрані результатів відображаються всі питання з позначенням правильних і

неправильних відповідей, а також короткі пояснення, що сприяє кращому розумінню матеріалу й роботі над помилками. Якщо тест уже проходився, на картці відповідної теми з'являється індикатор прогресу, наприклад «Пройдено 1/10», що дозволяє повертатися до повторного тестування для закріплення знань. Дизайн розділу «Тести» мінімалістичний і зрозумілий: усі ключові функції винесені на передній план, а навігаційна панель у нижній частині екрана забезпечує швидкий перехід до інших розділів додатку. Такий підхід дозволяє зробити процес перевірки знань максимально зручним, прозорим і мотивуючим для користувача, а також сприяє формуванню навичок самостійного аналізу результатів навчання.

Розділ «Формули», наведений на рисунку В.8 у Додатку В, є інтерактивним довідником основних фізичних формул, що охоплює ключові теми шкільного курсу фізики. У верхній частині екрану розташовано поле для пошуку, яке дозволяє швидко знаходити потрібну формулу за ключовим словом або темою. Нижче знаходиться випадаючий список для вибору розділу фізики, що додатково спрощує навігацію та фільтрацію формул. Кожна формула представлена у вигляді окремої картки з назвою, математичним записом коротким визначенням і детальним поясненням позначень фізичних величин. Це дозволяє не лише швидко знайти потрібну формулу, а й одразу зрозуміти її зміст і застосування. Особливістю розділу є інтегрований калькулятор для обчислення за формулами. Наприклад, при виборі формули другого закону відкривається форма, де користувач може ввести відомі значення (масу, прискорення або силу) й отримати результат автоматично. Для цього достатньо обрати, яку змінну потрібно знайти, ввести числові значення у відповідні поля та натиснути кнопку «Обчислити». Результат відображається одразу під формою у зрозумілому вигляді з одиницями вимірювання. Дизайн розділу «Формули» виконано з акцентом на простоту, читабельність і зручність використання. Всі елементи інтерфейсу добре структуровані: поле пошуку, фільтр за темами, картки формул і кнопки для переходу до калькулятора. Такий підхід робить розділ «Формули» не лише зручним довідником для учнів і студентів, а й ефективним інструментом для самостійної підготовки до уроків,

контрольних робіт і ЗНО, а також для швидкого вирішення практичних задач з фізики.

Архітектурне рішення PhysLearn базується на принципах моделі C4 (Context, Containers, Components, Code), наведеній на рисунку Ж.1 у Додатку Ж, що забезпечує ієрархічний підхід до візуалізації програмної архітектури. Система реалізована як архітектура з чітким розділенням відповідальностей між компонентами, що відповідає сучасним вимогам до масштабованості та підтримки [44]:

`client/` - директорія, що містить фронтенд-додаток. Тут розміщено компоненти інтерфейсу, стилі, логіку взаємодії з користувачем та зовнішніми API.

`deployment/` - файли та скрипти для розгортання додатку.

`server/` - серверна частина додатку, яка реалізує API, обробку запитів, логіку роботи з базою даних, автентифікацію та інші серверні функції.

`shared/` - спільні модулі, типи, утиліти або константи, які використовуються як на фронтенді, так і на бекенді для уникнення дублювання коду.

Конфігураційні та службові файли:

`.env` - файл конфігурації середовища.

`.gitignore` - перелік файлів і папок, які не потрібно додавати до системи контролю версій.

`Dockerfile`, `docker-compose.yml`, `docker-entrypoint.sh`, `docker-clean.sh`, `android.sh` - файли для контейнеризації, автоматизації розгортання та запуску додатку.

`capacitor.config.ts` - конфігурація для інтеграції з мобільними платформами через Capacitor.

`drizzle.config.ts` - налаштування ORM для роботи з базою даних.

Файли для фронтенду:

`package.json`, `package-lock.json` - опис залежностей та скриптів для запуску, тестування й збірки проєкту.

`postcss.config.js`, `tailwind.config.ts`, `theme.json` - конфігурації для стилізації інтерфейсу за допомогою Tailwind CSS.

`vite.config.ts` - конфігурація для Vite, інструменту збірки та розробки фронтенду.

`tsconfig.json` - налаштування TypeScript для типізації коду.

Загальна логіка:

Фронтенд (client) відповідає за взаємодію з користувачем, відображення інтерфейсу, обробку подій та запитів до серверної частини.

Бекенд (server) реалізує бізнес-логіку, обробку даних, автентифікацію, роботу з базою даних через ORM.

Shared містить спільні типи, утиліти й константи, що використовуються для уніфікації коду.

Deployment містить інструменти для автоматизації розгортання та тестування додатку в різних середовищах (локально, на сервері чи у хмарі).

Управління станом даних реалізовано через TanStack Query, що спрощує роботу з API. Навігація між сторінками забезпечується легким роутером wouter, а збірка проекту виконується за допомогою Vite.

Використані інструменти та середовища розробки:

Frontend:

- React - JavaScript-бібліотека для створення динамічних інтерфейсів.
- TypeScript - для статичної типізації коду.
- Tailwind CSS - для швидкої розробки адаптивного дизайну.
- shadcn/ui - бібліотека UI-компонентів.
- Framer Motion - для анімацій.
- TanStack Query - для управління даними.
- wouter - роутер для навігації.
- Vite - інструмент для збірки та розробки.

Backend:

- Node.js - середовище виконання JavaScript.
- Express - веб-фреймворк для створення API.

- Drizzle ORM - для роботи з базою даних.
- Zod - бібліотека для валідації даних.

IDE та середовище розробки:

- Visual Studio Code - основна IDE для розробки.
- Android Studio - для тестування та збірки Android-версії додатку.

3.2 Алгоритми та методи взаємодії з користувачем

Ефективність навчального додатку значною мірою залежить від того, наскільки зручно та інтуїтивно користувач може взаємодіяти з системою. У розробленому додатку для вивчення фізики застосовано сучасні підходи до організації взаємодії, що поєднують класичні принципи UX/UI-дизайну, інтерактивні елементи та персоналізацію навчального процесу [45].

Користувач починає роботу з додатком із головного екрану, де представлені основні розділи у вигляді карток: «Симуляції», «Уроки», «Тести» та «Формули». Навігація реалізована через нижню панель, що дозволяє швидко перемикатися між ключовими функціями додатку. У розділі «Симуляції» (рисунок В.6 Додаток В) користувач може самостійно змінювати параметри експерименту та спостерігати за результатами у реальному часі. Це забезпечує активну участь у навчальному процесі, розвиває дослідницькі навички та критичне мислення. Розділ «Тести» (рисунок В.7 Додаток В) дозволяє проходити інтерактивні завдання, отримувати миттєвий зворотний зв'язок та бачити пояснення до відповідей. Для підвищення мотивації використано елементи гейміфікації: система досягнень, рейтингів, візуалізація прогресу, що стимулює учнів повертатися до навчання та досягати нових результатів. Додаток забезпечує зручний зворотний зв'язок: після виконання тестів користувач одразу отримує оцінку. Застосування інтерактивних алгоритмів, гейміфікації, персоналізації та якісного UI-дизайну забезпечує зручну, захоплюючу та ефективну взаємодію користувача з додатком. Це сприяє підвищенню мотивації, кращому засвоєнню матеріалу та формуванню позитивного досвіду навчання [46].

3.3 Процес тестування: функціональне тестування; оцінка юзабіліті; виявлені помилки та їх усунення.

Комплексне тестування мобільного додатку здійснювалося у два етапи: функціональне тестування за структурованими тест-кейсами, наведеними у Додатку Г, та UX-оцінювання через опитування цільової аудиторії. Експериментальна частина проводилася серед шести учнів 7 класу (віком 12–13 років) у селі Красилівка Звягельського району, що відповідає основній цільовій групі користувачів додатку. Одинадцять тест-кейсів охопили всі ключові функції додатку: автентифікацію, навігацію, перегляд контенту, симуляції, тестування, роботу з формулами та збереження прогресу. Результати продемонстрували стовідсоткову успішність виконання із середнім часом 13,8 секунд на завдання. Найшвидше виконувалася навігація (2 с), найдовше — тестові завдання (45 с). Незначного доопрацювання потребувала лише адаптивність інтерфейсу для різних розмірів екранів. Структуроване опитування за критеріями Usability, Performance, Engagement та Satisfaction, наведене на діаграмі E.2 у Додатку Е, показало винятково високі результати — 4,89/5 балів. Усі респонденти (100%) позитивно оцінили зручність реєстрації, інтуїтивність навігації, якість підказок та інтерактивних симуляцій. Оптимальна складність тестових завдань (4/5 балів) підтверджує відповідність віковій групі. Стовідсоткова готовність використовувати додаток у навчанні засвідчує його практичну цінність. Половина респондентів (50%) запропонувала розширити кількість симуляцій, що підкреслює високу оцінку інтерактивних елементів. Додаткові побажання, наведені на діаграмі E.1 у Додатку Е, стосувалися покращення підказок для симуляцій (17%), розширення контенту (17%) та публікацію у Google Play Market (17%). Порівняння, здійснене учнями з популярним аналогом додатку — PhET Interactive Simulations, виявило переваги розробленого продукту, а саме: зручність використання, наявність теоретичного матеріалу та комплекс інтерактивного контенту для засвоєння матеріалу.

Виявлені недоліки — проблеми адаптивності на малих екранах, затримки завантаження зображень та неінформативні повідомлення про помилки — було усунуто через впровадження адаптивної верстки Tailwind CSS, оптимізацію медіаконтенту та покращення системи користувацьких повідомлень.

Результати тестування підтверджують високу якість освітнього продукту. Готовність всіх учасників використовувати додаток у навчальному процесі обґрунтовує його потенціал для впровадження в освітню систему України та подальшого масштабування.

3.4 Інструкція користувача. Опис вимог до апаратних і програмних засобів. Покрокове керівництво з використання додатку

Для коректної роботи додатку рекомендується використовувати смартфон або планшет з такими мінімальними характеристиками:

Операційна система: Android 8.0 або новіша

Процесор: не нижче 4-ядерного ARM Cortex-A53 або аналогічного

Оперативна пам'ять: від 2 ГБ

Вільне місце на пристрої: не менше 200 МБ

Покрокова інструкція з використання додатку:

1. Відкрийте додаток.
2. При першому запуску натисніть «Реєстрація». Введіть своє ім'я користувача, юзернейм та пароль. Для подальших входів використовуйте свій юзернейм та пароль, натискаючи «Увійти».

3. Після входу ви потрапляєте на головну сторінку, де доступні основні розділи:

- Головна - короткий огляд курсів, новини та рекомендації.
- Теми - список тем з фізики, поділених за рівнями складності.
- Симуляції - інтерактивні експерименти та віртуальні лабораторії.
- Тести - завдання для перевірки знань.
- Формули - довідник основних фізичних законів та калькулятор.
- Профіль - персональні налаштування, статистика та прогрес.

4. Для початку навчання перейдіть у розділ «Теми», оберіть потрібну тему та ознайомтеся з теоретичними матеріалами. Виконуйте інтерактивні

вправи та симуляції у відповідному розділі. Для закріплення знань проходите тести, отримуйте миттєвий зворотний зв'язок і пояснення до відповідей.

5. У розділі «Профіль» можна переглянути свій прогрес, результати тестів і досягнення. Система автоматично зберігає ваші результати та дозволяє повернутися до незавершених тем.

6. У разі виникнення питань або труднощів напишіть на пошту розробника learncode.py@gmail.com.

Додаткові можливості та поради:

- Використовуйте симуляції для візуалізації фізичних явищ - змінюйте параметри експерименту та спостерігайте за результатами в реальному часі.
- Для підвищення мотивації звертайте увагу на прогрес.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було здійснено повний цикл розробки, тестування та аналізу працездатності мобільного додатку для вивчення фізики. Проведене функціональне тестування підтвердило, що всі основні модулі додатку — реєстрація та вхід, перегляд теоретичних матеріалів, виконання симуляцій, проходження тестів, збереження прогресу та робота з профілем — працюють коректно на різних пристроях та відповідають початковим функціональним вимогам. Додаток продемонстрував стабільність, коректну обробку помилок, швидке завантаження сторінок і правильне відображення інтерфейсу на різних розмірах екранів.

Оцінка юзабіліті показала, що інтерфейс є інтуїтивно зрозумілим, а навігація — зручною навіть для нових користувачів. Тестові користувачі відзначили привабливий дизайн, простоту виконання основних дій, а також корисність інтерактивних симуляцій і тестів. Зауваження, отримані під час тестування, були враховані: додано підказки для новачків, покращено контрастність окремих елементів та оптимізовано завантаження медіаконтенту.

Виявлені у процесі тестування помилки — такі як некоректне відображення інтерфейсу на окремих пристроях, затримки при завантаженні великих зображень чи збої при втраті інтернет-з'єднання — були оперативно усунуті. Після виправлення багів та повторного тестування додаток показав високу стабільність і відповідність заявленим вимогам.

Загалом, розроблений мобільний додаток відповідає технічним та функціональним вимогам, є зручним для користувачів. Результати тестування підтвердили його працездатність, ефективність та потенціал для подальшого розвитку й масштабування [15].

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було реалізовано всі поставлені завдання: здійснено аналіз сучасних методів і технологій розробки мобільних додатків для інтерактивного навчання, досліджено аналогічні програмні продукти, визначено їхні переваги та недоліки, сформовано вимоги до функціоналу, архітектури та інтерфейсу, спроектовано та реалізовано базу даних, а також проведено тестування і оцінку ефективності програмного продукту. Розроблений додаток демонструє поєднання сучасних освітніх підходів, інтерактивності та зручного інтерфейсу, що відповідає сучасним вимогам до цифрового навчання фізики [16,17]. Результати тестування показали, що додаток є стабільним, інтуїтивно зрозумілим для користувачів і забезпечує повний цикл навчального процесу: від вивчення теорії до виконання симуляцій, проходження тестів і відстеження прогресу. Оцінка юзабіліті та відгуки тестових користувачів підтвердили, що інтерфейс є зручним, а функціонал — достатньо широким для ефективного засвоєння матеріалу. Дослідження також засвідчили позитивний вплив додатку на мотивацію учнів до навчання, розвиток пізнавальної та інформаційної компетентностей, а також формування сучасних цифрових навичок [16,17].

З урахуванням сучасних тенденцій цифрової освіти та запитів освітньої спільноти, перспективними напрямками розвитку додатку PhysLearn є впровадження навчання на базі ШІ. Адаптивне навчання забезпечить персоналізований підхід до кожного користувача, аналізуючи індивідуальні

досягнення та пропонуючи оптимальні траєкторії засвоєння матеріалу, що відповідає сучасним педагогічним практикам.

Розроблена архітектура PhysLearn, наведена за QR-кодом у Додатку 3, є масштабованою та універсальною, що дозволяє легко адаптувати додаток для інших предметних областей, таких як математика чи хімія. Для цього достатньо змінити навчальний контент, додати предметно-орієнтовані симуляції, формули або тести, зберігаючи при цьому основну логіку роботи платформи. Такий підхід забезпечує швидке розширення функціоналу та повторне використання програмних модулів для створення нових освітніх продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms? [Електронний ресурс]. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723> (дата звернення: 02.06.2025).
2. Нова українська школа: офіційний сайт Міністерства освіти і науки України [Електронний ресурс]. – URL: <https://mon.gov.ua/tag/nova-ukrainska-shkola?&tag=nova-ukrainska-shkola> (дата звернення: 02.06.2025).
3. 20 інтерактивних методів навчання [Електронний ресурс] // Znayshov.com. – URL: https://znayshov.com/News/Details/20_interaktyvnykh_metodiv_navchannia (дата звернення: 03.06.2025).
4. Плюси і мінуси інтерактивних технологій в освіті [Електронний ресурс] // Briolight.com. – URL: <https://briolight.com/plyusi-i-minusi-interaktivnih-tehnologij-v-osviti/> (дата звернення: 03.06.2025).
5. Що таке інтерактивні методи навчання? [Електронний ресурс] // Best Clever LMS. – URL: <https://www.bestcleverslms.com/porady/shcho-take-interaktyvni-metody-navchannia/> (дата звернення: 03.06.2025).
6. Інтерактивне навчання [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтерактивне_навчання (дата звернення: 04.06.2025).
7. 5 найкращих додатків для вивчення фізики для Android [Електронний ресурс] // Androidsis.com. – URL: <https://uk.androidsis.com/5-%D0%BD%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%85-%D0%B4%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BA%D1%96%D0%B2-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%B2%D0%B8%D0%B2%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B8-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-Android/> (дата звернення: 04.06.2025).
8. Матеріали конференції «Nano 2021» [Електронний ресурс]. – URL: http://fizmat.sspu.edu.ua/images/NAUKA/Nano/materiali_konferenciyi_nano_2021_e6b

0a.pdf (дата звернення: 04.06.2025).

9. Платформи для онлайн-курсів [Електронний ресурс] // Моос4ua.online. – URL: <https://mooc4ua.online/platforms/3> (дата звернення: 05.06.2025).

10. Top 5 Frameworks for Mobile App Development [Електронний ресурс] // Externlabs.com. – URL: <https://externlabs.com/blogs/top-5-frameworks-for-mobile-app-development/> (дата звернення: 05.06.2025).

11. Топ мови для програмування додатків на Android [Електронний ресурс] // Brainlab.com.ua. – URL: <https://brainlab.com.ua/uk/blog-uk/top-movi-dlya-programuvannya-dodatkov-na-androyid> (дата звернення: 05.06.2025).

12. Android Application Development [Електронний ресурс] // Intelivita.com. – URL: <https://www.intelivita.com/blog/android-application-development/> (дата звернення: 06.06.2025).

13. Best Tools for Android App Development: Expert Picks for 2025 [Електронний ресурс] // Amela.tech. – URL: <https://amela.tech/best-tools-for-android-app-development-expert-picks-for-2025/> (дата звернення: 07.06.2025).

14. Design & Development [Електронний ресурс] // Kitapp.pro. – URL: <https://kitapp.pro/en/design-development/> (дата звернення: 08.06.2025).

15. Як створити мобільний додаток? [Електронний ресурс] // BDUT.co.ua. – URL: <https://bdut.co.ua/pro-nas/yak-stvoryty-mobilnyy-dodatok/> (дата звернення: 08.06.2025).

16. Хміль Н. А., Губарь О. Г., Усик О. Ф. Ефективність мобільних додатків у навчанні здобувачів освіти з особливими освітніми потребами [Електронний ресурс] // Академічні візії. 2024. Вип. 32. С. 1–14. – URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/download/1196/1068/1080> (дата звернення: 01.06.2025).

17. Інформаційні технології і засоби навчання [Електронний ресурс]. – 2023. № 3(95). С. 38–54. – URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2918/1561> (дата звернення: 03.06.2025).

18. Методичні рекомендації 2023 [Електронний ресурс] // Інститут

інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/734430/1/МЕТОДИЧНІ%20РЕКОМЕНДАЦІЇ%202023.pdf> (дата звернення: 09.06.2025).

19. Нейромережі для створення навчального контенту на уроках української мови та літератури [Електронний ресурс] // Naurok.com.ua. – URL: <https://naurok.com.ua/neuromerezhi-dlya-stvorenniya-navchalnogo-kontentu-na-urokah-ukra-nsko-movi-ta-literaturi-462668.html> (дата звернення: 09.06.2025).

20. Порівняння LMS [Електронний ресурс] // Evergreens.com.ua. – URL: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/lms-comparison.html> (дата звернення: 09.06.2025).

21. Сальник, І. В. Інтеграція віртуального і реального в експериментах з фізики в старшій школі / І. В. Сальник. – Київ : НПУ ім. М. Драгоманова, 2016. – 128 с.

22. Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H., Stampfer, C. Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox [Електронний ресурс] / S. Staacks et al. – 2018. – 12 с. – DOI: 10.48550/arXiv.1804.06239 (дата звернення: 10.06.2025).

23. García Clemente, F. J., Esquembre, F., Wee, L. K. Deployment of physics simulation apps using Easy JavaScript Simulations [Електронний ресурс] / F. J. García Clemente et al. – 2017. – 10 с. – DOI: 10.48550/arXiv.1912.01294 (дата звернення: 10.06.2025).

24. Monteiro, M., Martí, A. C. Resource Letter MDS-1: Mobile devices and sensors for physics teaching / M. Monteiro, A. C. Martí // Am. J. Phys., 90(5), 328–343. – May 2022. – DOI: 10.1119/5.0073317 (дата звернення: 10.06.2025).

25. Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C., Martí, A. Sensors based on micromechanical devices: mobile labs at the service of experimental science teaching [Електронний ресурс]. – 2019. – DOI: 10.48550/arXiv.1901.05079 (дата звернення: 10.06.2025).

26. Goncharenko, T., Yermakova-Cherchenko, N., Anedchenko, Y. Experience in the Use of Mobile Technologies as a Physics Learning Method / T. Гончаренко et al. – Kharkiv : CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2732, 2020. – P. 1298–1313. – DOI: 10.31812/123456789/4468 (дата звернення: 11.06.2025).

27. Hochberg, K., Gröber, S., Kuhn, J., Müller, A. The spinning disc: studying radial acceleration and its damping process with smartphone acceleration sensors / K. Hochberg et al. // *Phys. Educ.*, 49(2), 137–140. – 2014. – DOI: 10.1088/0031-9120/49/2/187 (дата звернення: 11.06.2025).

28. González, M.Á., Llamas, C., Martín, E., et al. Mobile phones for teaching physics: using applications and sensors / M.Á. González et al. // *Proc. Second Int. Conf. Technological Ecosystems...*, 2014, pp. 349–355. – DOI: 10.1145/2669711.2669923 (дата звернення: 11.06.2025).

29. González, M.Á., Llamas, C., Martín, E. Teaching and Learning Physics with Smartphones / M.Á. González et al. // *J. Cases on Inf. Technol.*, 17(1), 31–50. – 2015 (дата звернення: 11.06.2025).

30. Falcão, A.E.G. Jr., Gomes, R.A., Pereira, J.M., Coelho, L.F.S., Santos, A.C.F. Cellular phones helping to get a clearer picture of kinematics / A.E.G. Falcão Jr. et al. // *The Physics Teacher*, 47(3), 167–168. – 2009. – DOI: 10.1119/1.3081301 (дата звернення: 11.06.2025).

31. Савчук-Баловсяк, Г. Д. Використання інформаційних технологій та технологій мобільного навчання на уроках фізики та астрономії: методичний кейс [Електронний ресурс] / Г. Д. Савчук-Баловсяк. – Чернівці : Видавничий дім «Родовід», 2024. – 56 с. – URL: <https://naurok.com.ua/vikoristannya-informaciynih-tehnologiy-ta-tehnologiy-mobilnogo-navchannya-na-urokah-fiziki-ta-astronomi-metodichniy-keys-savchuk-balovsyak-g-d-chernivci-2024-56-s-392505.html> (дата звернення: 12.06.2025).

32. Мацюк, В. М., Приймак, І. М. Мобільні технології як засіб навчання на уроках фізики [Електронний ресурс] / В. М. Мацюк, І. М. Приймак // Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції. – 2022. – С. 221–223. – URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/730694/1/Macyuk_Priymak_physics_nature_2022.pdf (дата звернення: 12.06.2025).

33. Цифрові інтерактивні додатки для уроку фізики [Електронний ресурс] // [Prometheanworld.com.ua](https://prometheanworld.com.ua). – 2023. – URL: <https://prometheanworld.com.ua/tsyfrovi-interaktyvni-dodatky-dlya-uroku-fizyky/>

(дата звернення: 12.06.2025).

34. Впровадження сучасних інноваційних технологій навчання у процес підготовки студентів медичних спеціальностей [Електронний ресурс] // Молодий вчений. – 2024. – URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/6107> (дата звернення: 12.06.2025).

35. Використання мобільних технологій для навчання фізики в закладах загальної середньої освіти [Електронний ресурс] // Електронне наукове спеціалізоване видання НПУ ім. М. П. Драгоманова. – 2023. – URL: <https://ess.npu.edu.ua/index.php/ess/article/view/113> (дата звернення: 12.06.2025).

36. Збірник матеріалів науково-методичного семінару кафедри методики викладання фізики і математики «Фізика, математика, інформатика: досвід та інновації» [Електронний ресурс]. – Миколаїв : НУК ім. адм. Макарова, 2025. – URL: <https://nuos.edu.ua/wp-content/uploads/2025/06/Zbirnik-KMVFM-2025.pdf> (дата звернення: 13.06.2025).

37. Биков В. Ю. Мобільний простір і мобільно орієнтоване середовище інтернет-користувача: особливості модельного подання та освітнього застосування // Інформаційні технології в освіті. 2013. Вип. 17. С. 9–37. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2013_17_3 (дата звернення: 14.06.2025).

38. Smart Solutions. Які технології використовуються для розробки мобільних додатків [Електронний ресурс]. URL: <https://smart-solutions.com.ua/archives/632> (дата звернення: 14.06.2025).

39. Visure Solutions. Що таке функціональні вимоги: приклади та шаблони [Електронний ресурс]. URL: <https://visuresolutions.com/uk/alm-guide/%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96-%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%B8/> (дата звернення: 14.06.2025).

40. QATestLab. Нефункціональні вимоги: приклади, типи, підходи [Електронний ресурс]. URL:

<https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/non-functional-requirements-examples-types-approaches/> (дата звернення: 14.06.2025).

41. Корольов О. В., Коваленко С. М. ER-діаграми як інструмент моделювання даних інформаційних систем [Електронний ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/5534175/> (дата звернення: 14.06.2025).

42. Проектування баз даних. Поняття сутності, атрибута, ключа, зв'язку. Модель «сутність–зв'язок» [Електронний ресурс]. URL: <https://naurok.com.ua/proektuvannya-baz-danih-ponyattya-sutnosti-atributa-klyucha-zv-yazku-model-sutnist-zv-yazok-predmetno-oblasti-klasifikaciya-zv-yazkiv-za-mnozhinnistyu-ta-obov-yazkovistyu-121176.html> (дата звернення: 14.06.2025).

43. FoxmindEd. Ключі бази даних: навіщо вони потрібні і яка їхня роль [Електронний ресурс]. URL: <https://foxminded.ua/kliuchi-bazy-danykh/> (дата звернення: 14.06.2025).

44. Brown S. C4 model for visualising software architecture [Електронний ресурс]. URL: <https://c4model.com/> (дата звернення: 14.06.2025).

45. Nielsen J. Usability 101: Introduction to Usability [Електронний ресурс]. URL: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/> (дата звернення: 14.06.2025).

46. Цифрові інструменти гейміфікації освітнього процесу [Електронний ресурс] // Освітній дискурс. 2021. № 4. С. 123–136. URL: <https://od.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/download/1082/905/3559> (дата звернення: 15.06.2025).

47.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

UML-ДІАГРАМИ ДОДАТКУ PHYSLEARN

Рисунок А.1 – Діаграма класів додатку

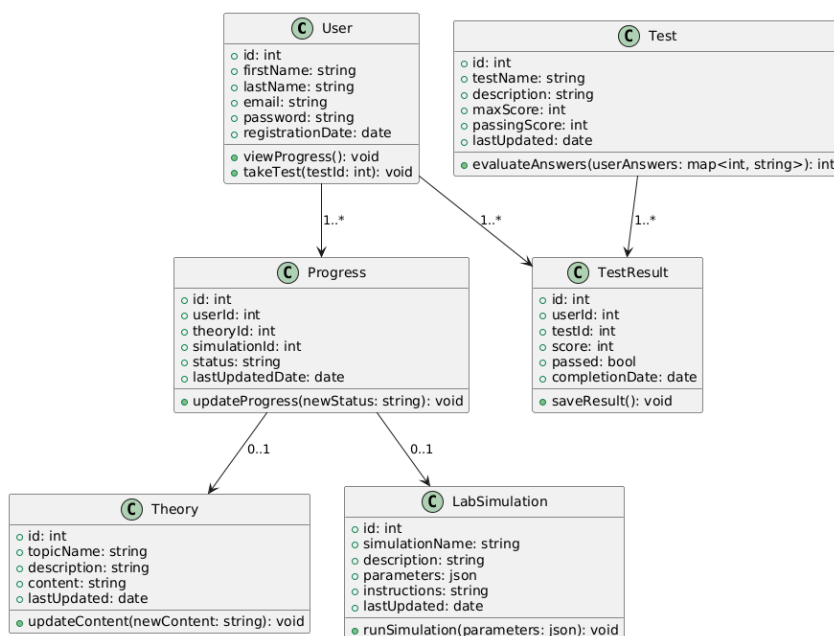


Рисунок А.2 – Діаграма станів додатку

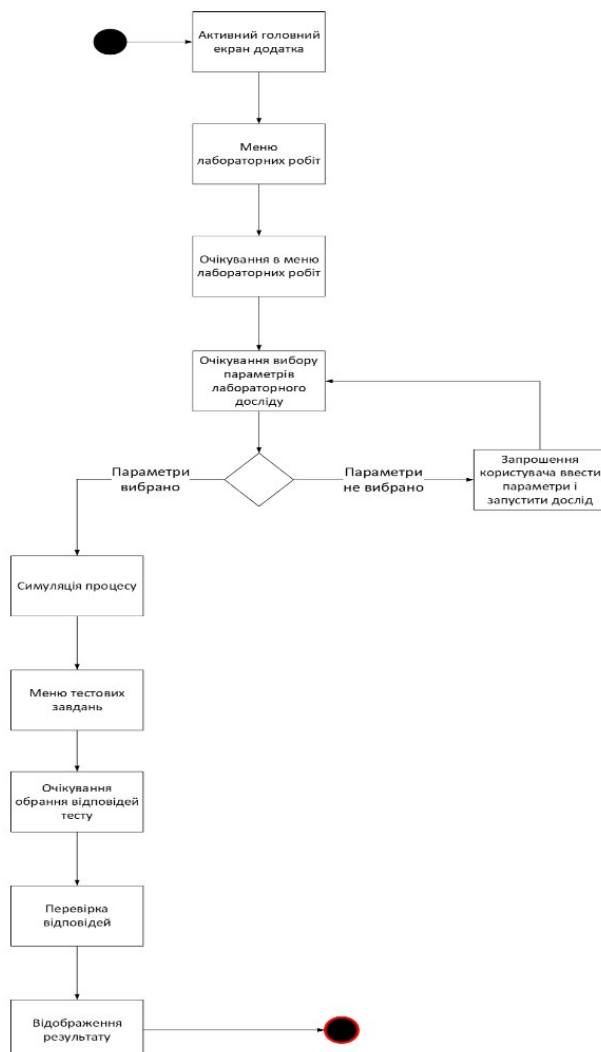
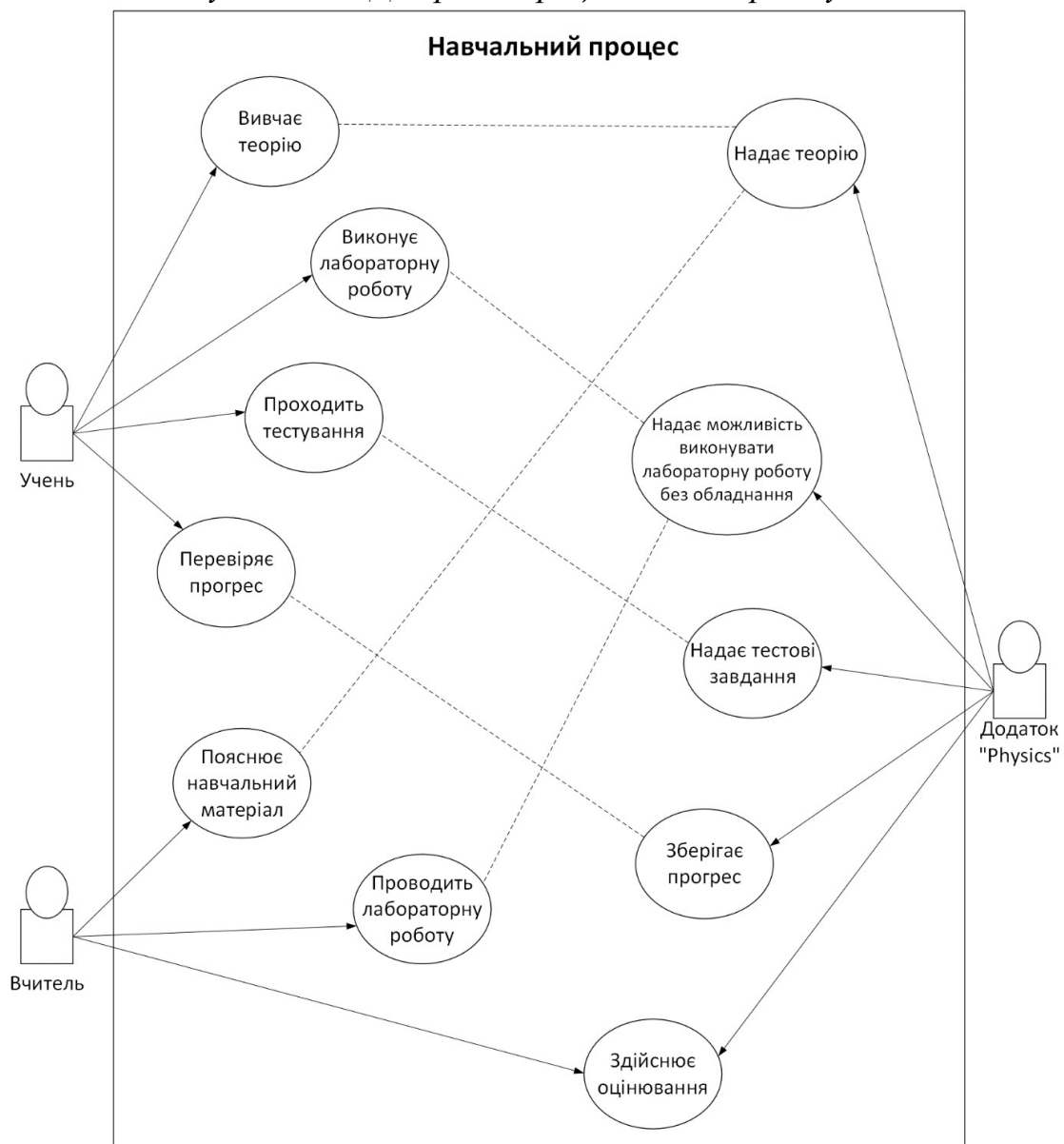


Рисунок А.3 – Діаграма активності симуляцій



Рисунок А.4 – Діаграма прецедентів користувача



ДОДАТОК Б

IDEF0- ТА ER-МОДЕЛІ НАВЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Рисунок Б.1 – IDEF0-діаграма загального процесу навчання

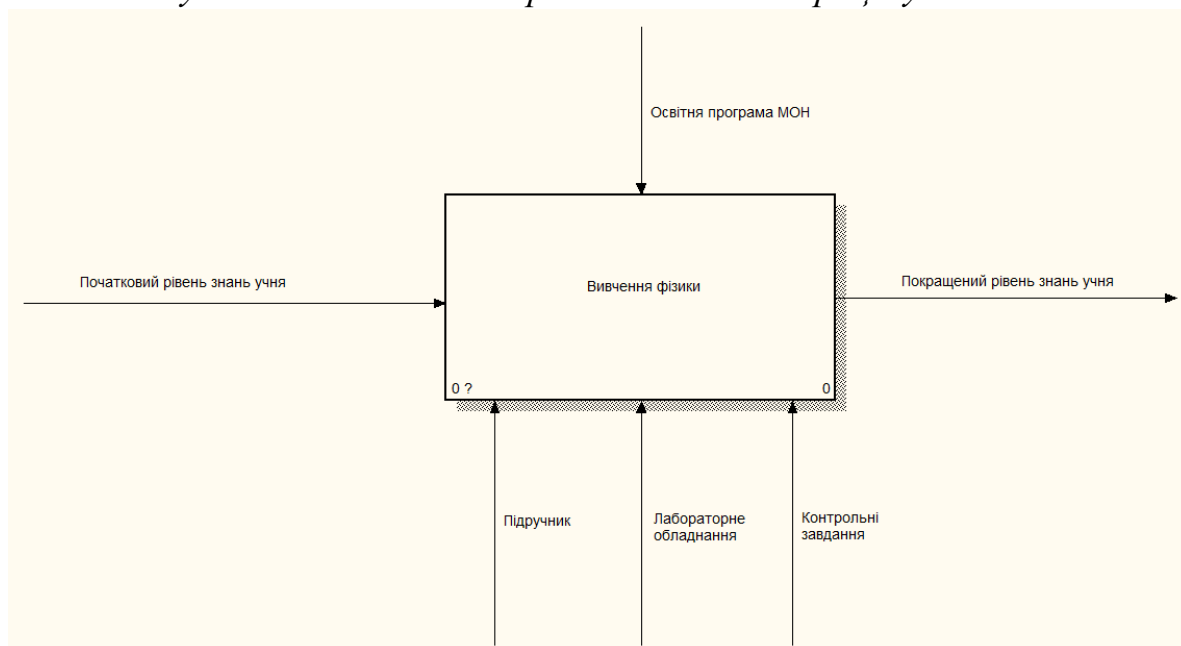


Рисунок Б.2 – Декомпозиція IDEF0-діаграми

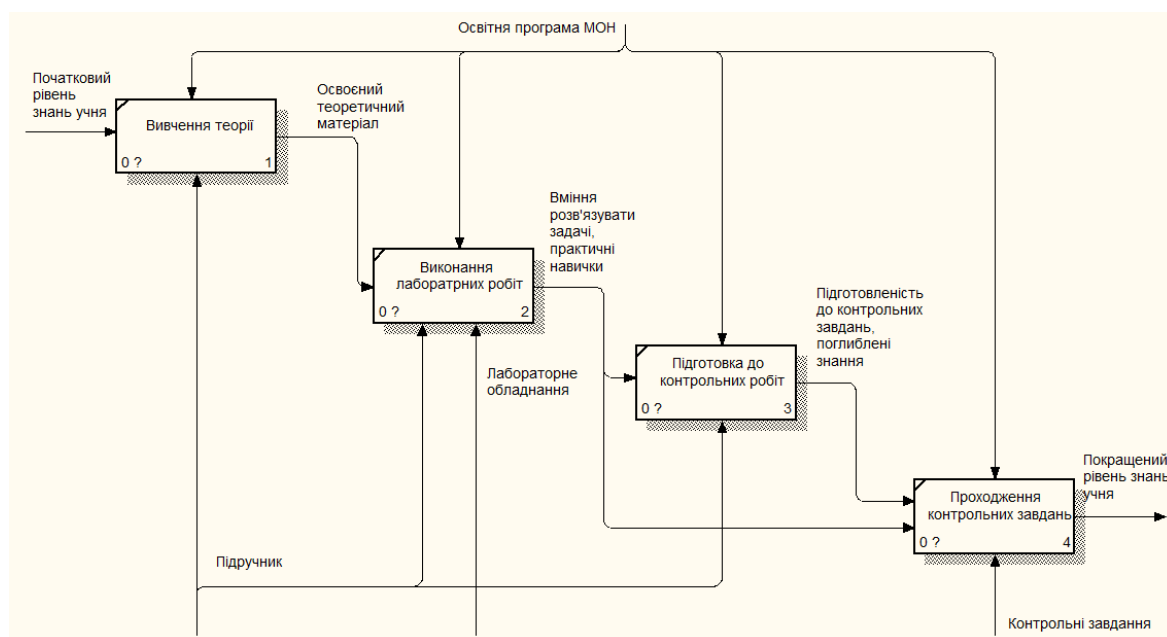
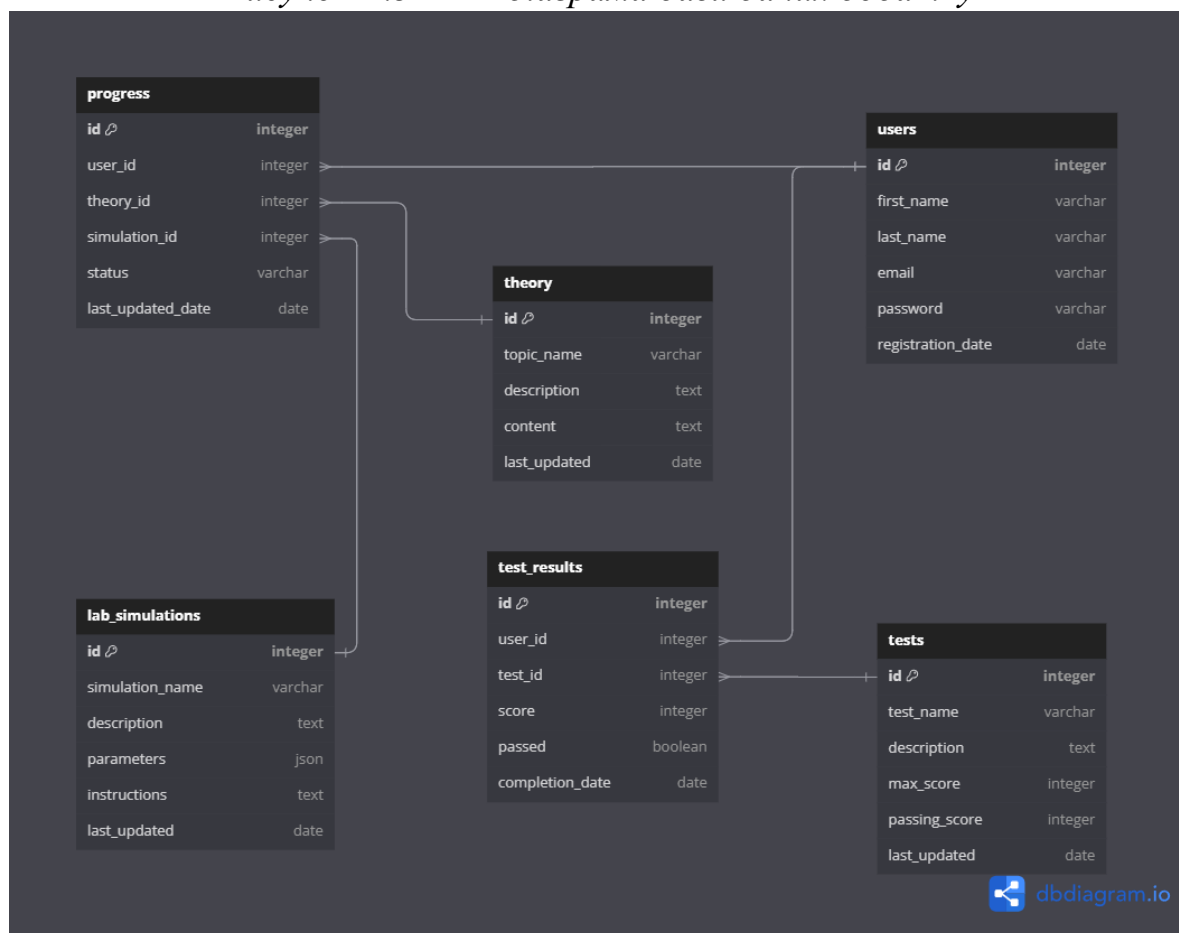


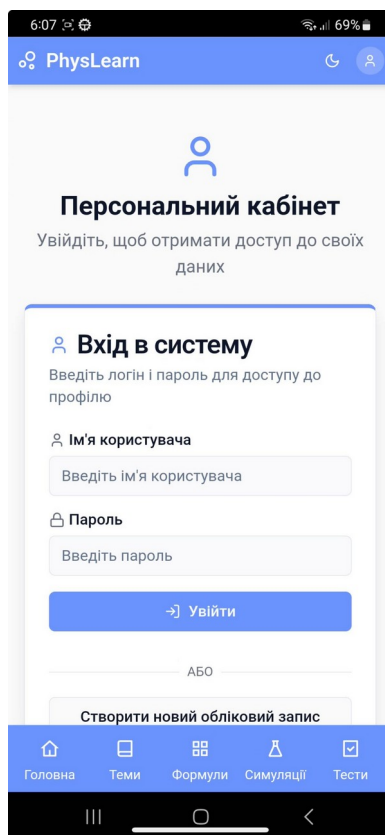
Рисунок Б.3 – ER-діаграма бази даних додатку



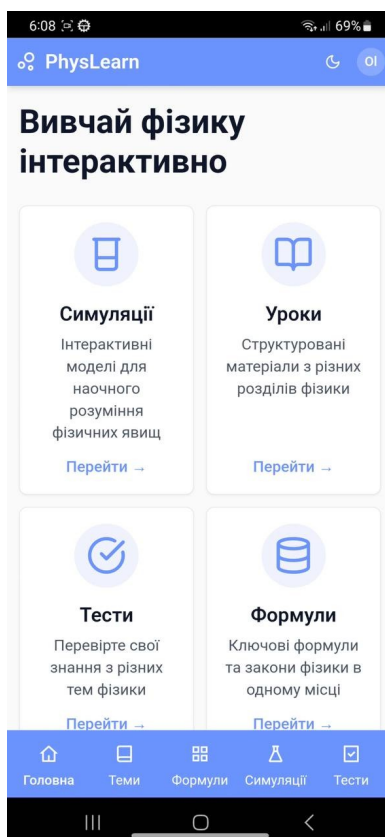
ДОДАТОК В

КЕРІВНИЦТВО КОРИСТУВАЧА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ

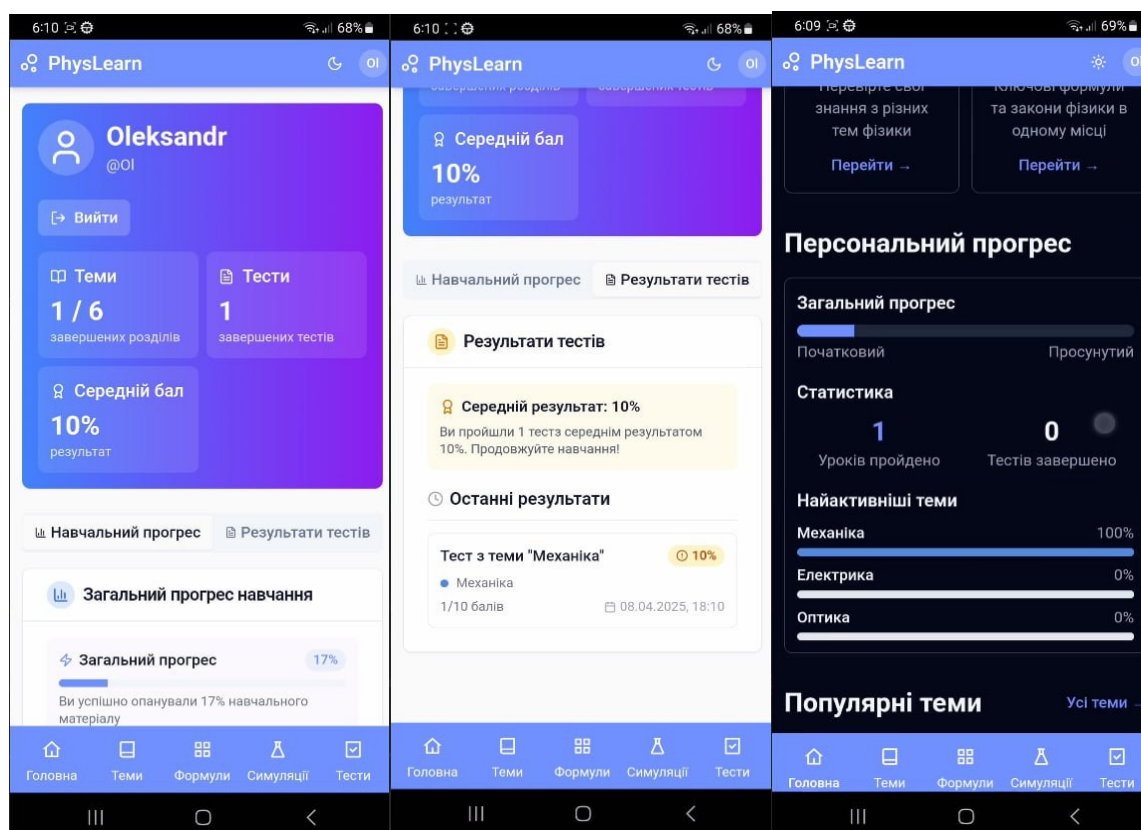
В.1 – Запуск програми та реєстрація/вхід у додаток



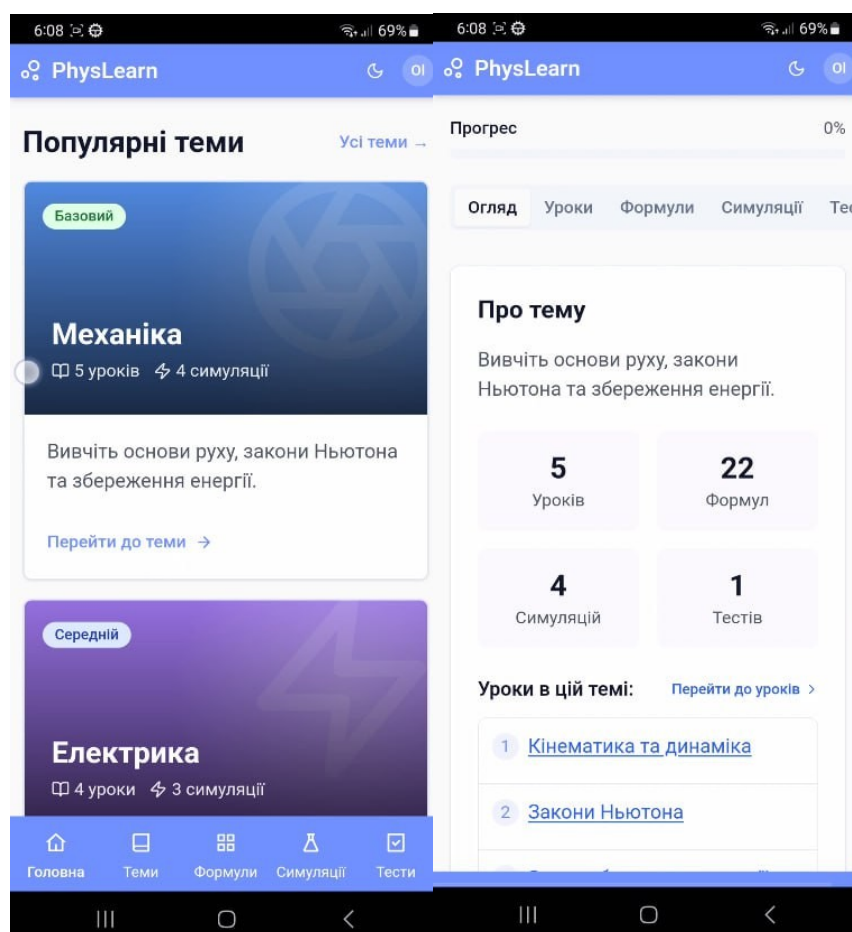
В.2 – Навігація між розділами



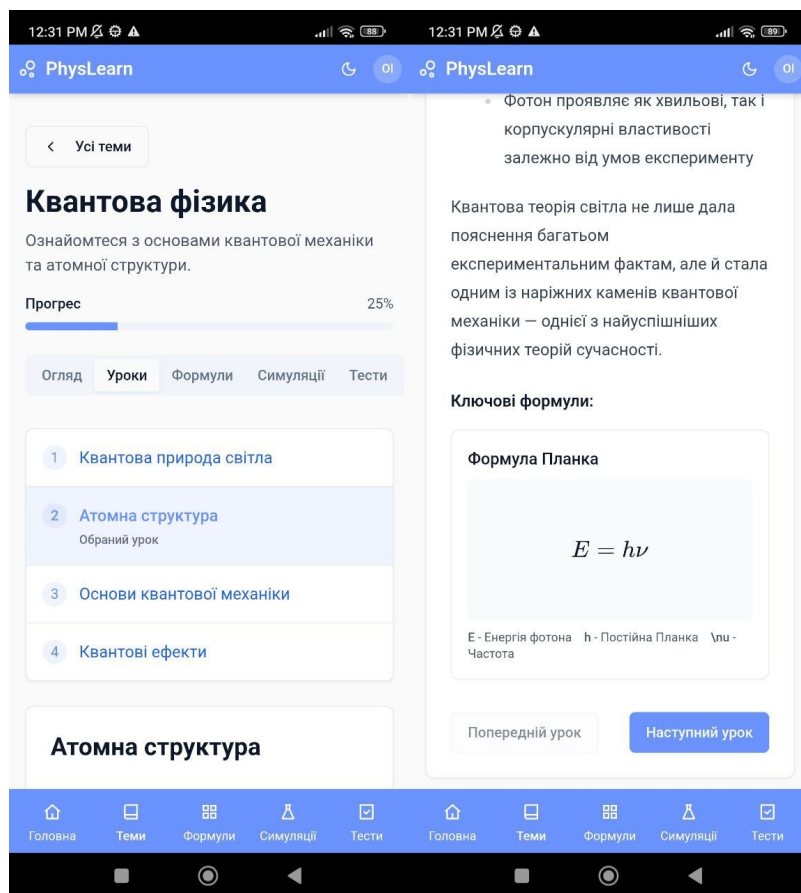
В.3 – Профіль користувача



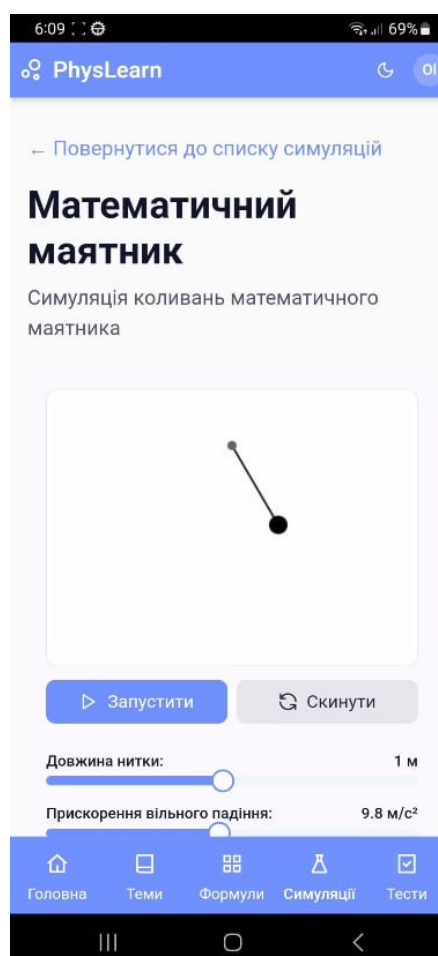
В.4 – Розділ «Теми»



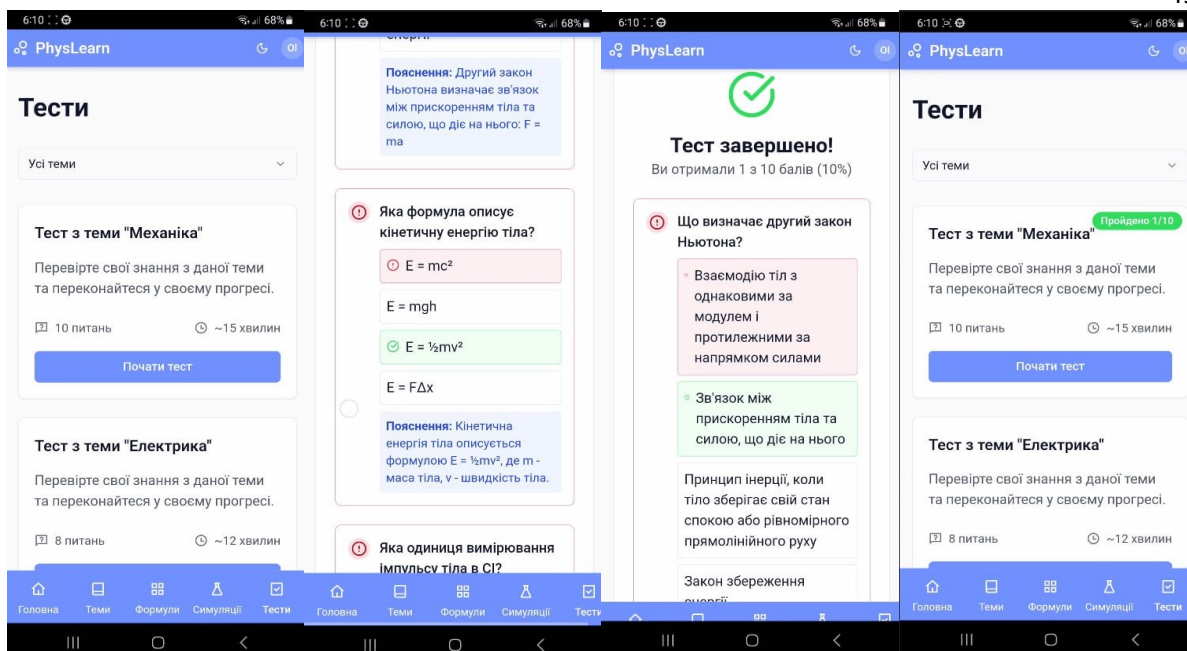
В.5 – Ознайомлення з уроками за темами



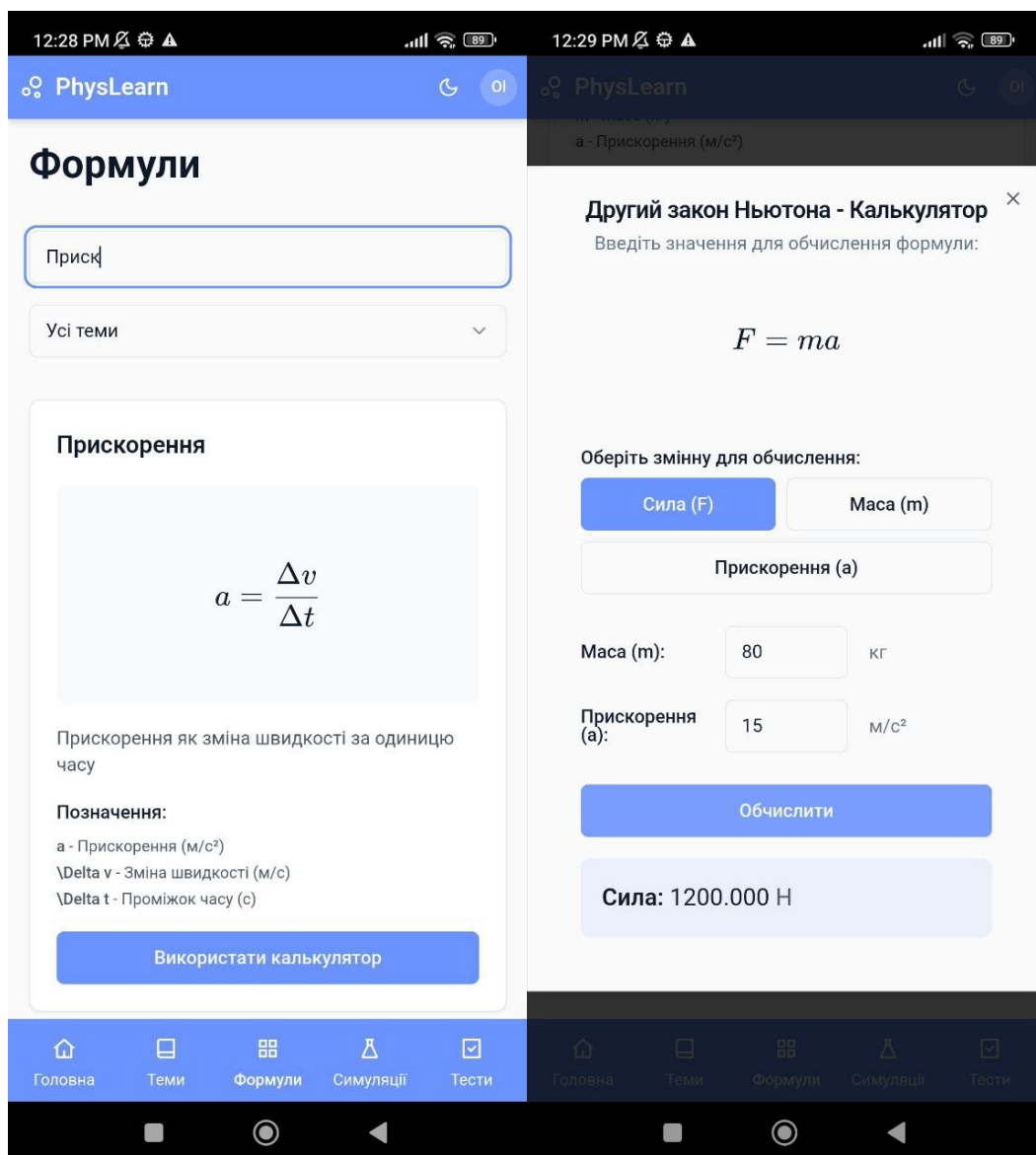
В.6 – Робота з симуляціями



В.7 – Проходження тестів



В.8 – Розділ «Формули»



ТАБЛИЦЯ ТЕСТ-КЕЙСІВ ДОДАТКУ

№	Назва функції	Опис тест-кейсу	Вхідні дані	Результат
1	Реєстрація користувача	Зареєструвати нового користувача з унікальним email	Валідний email, пароль	Користувач успішно зареєстрований
2	Вхід у систему	Увійти з коректними обліковими даними	Email, пароль	Успішно відкривається головна сторінка
3	Головна сторінка	Перевірити доступність основних розділів із головної сторінки	-	Коректно відображаються кнопки «Симуляції», «Теми», «Тести», «Формули»
4	Навігація	Перевірити роботу навігаційної панелі між розділами	Натискання іконок	Миттєвий перехід між розділами
5	Перегляд уроку	Відкрити урок із теоретичним матеріалом	Обрана тема	Коректно відображається текст, анімації, схеми
6	Інтерактивна симуляція	Змінити параметри у симуляції фізичного явища	Значення параметрів	Модель коректно реагує на зміни, результат оновлюється
7	Проходження тесту	Пройти тест із обраної теми	Відповіді на питання	Коректна автоматична перевірка, результати й пояснення
8	Перевірка формул	Знайти фізичну формулу у довіднику	Назва формули	Коректне відображення формули та короткого пояснення

9	Збереження прогресу	Перевірити, чи зберігається прогрес після завершення уроку/тесту/симуляції	Виконано завдання	Прогрес успішно відображається у профілі
10	Адаптивність інтерфейсу	Перевірити коректність відображення інтерфейсу на різних пристроях	Різні розміри екранів	Інтерфейс відображається коректно
11	Безпека даних	Ввести некоректні дані у форму реєстрації	Некоректні email, пароль	Успішно виводиться підказка або повідомлення про помилку

ДОДАТОК Д

ФРАГМЕНТИ КОДУ

Д.1 – Фрагмент коду, який відповідає за збереження прогресу

```
// Основний метод для оновлення або створення прогресу
async updateUserProgress(insertProgress: InsertUserProgress): Promise<UserProgress> {
  // Перевіряємо, чи вже існує прогрес по цій темі
  const existingProgress = await this.getTopicProgress(
    insertProgress.userId,
    insertProgress.topicId
  );
  if (existingProgress) {
    // Оновлення існуючого прогресу
    const [updatedProgress] = await db
      .update(userProgress)
      .set({
        progress: insertProgress.progress,
        completed: insertProgress.completed,
        updatedAt: new Date()
      })
      .where(eq(userProgress.id, existingProgress.id))
      .returning();
    return updatedProgress;
  }
  // Якщо запису ще немає – створюємо новий
  const [progress] = await db
    .insert(userProgress)
    .values(insertProgress)
    .returning();
  return progress;
}
```

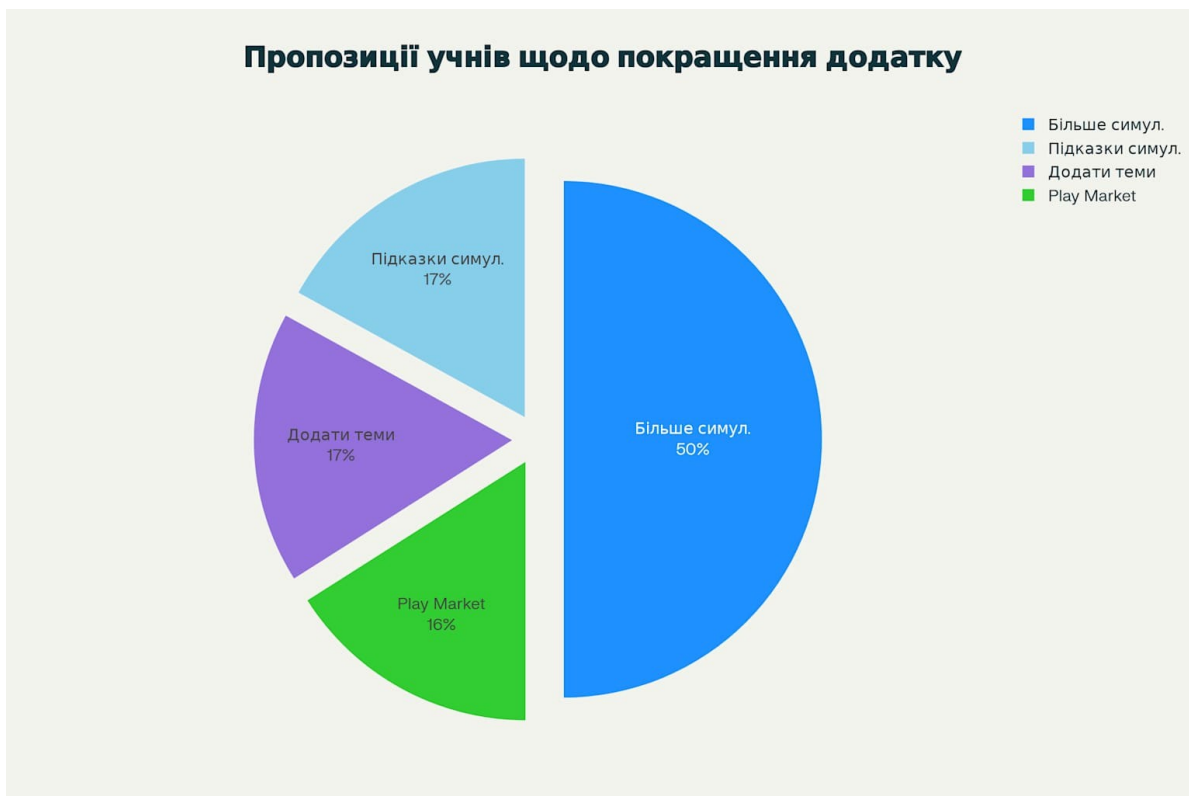
Д.2 – Фрагмент коду, який відповідає за підтягування прогресу з БД

```
async getUserProgress(userId: number): Promise<UserProgress[]> {
  return await db
    .select()
    .from(userProgress)
    .where(eq(userProgress.userId, userId));
}

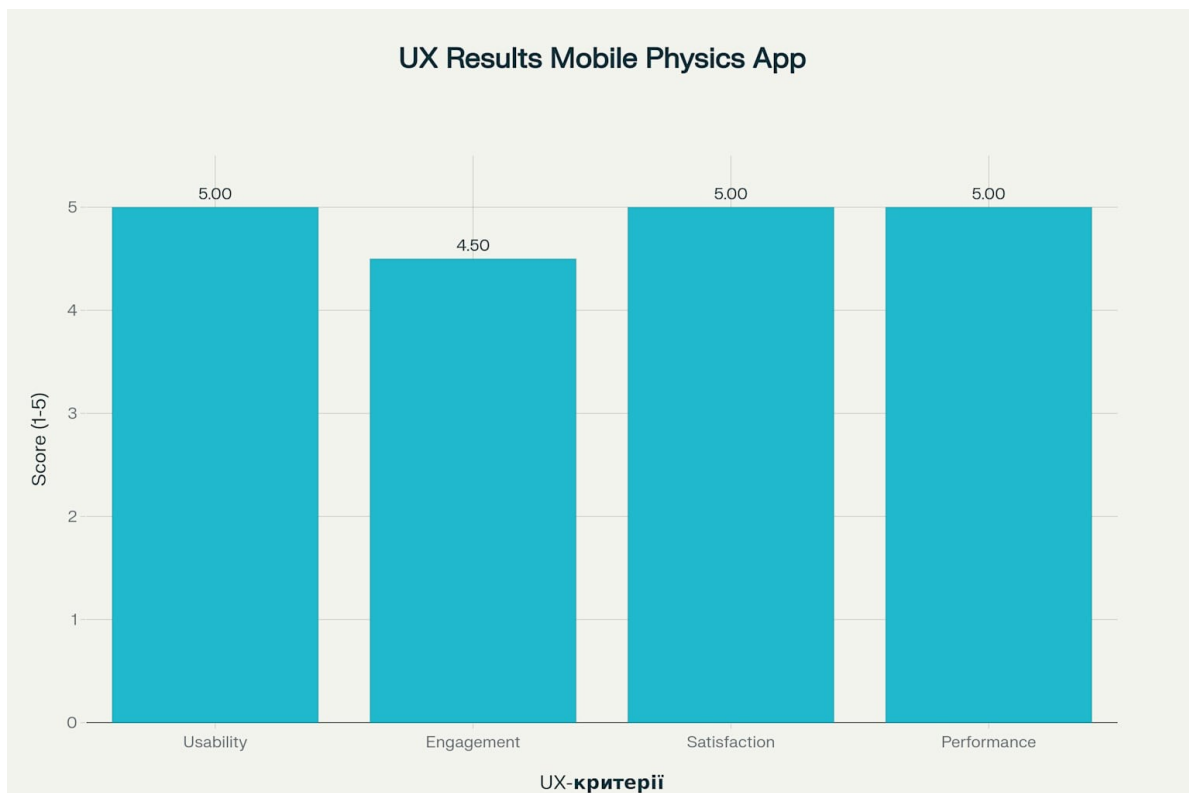
async getTopicProgress(userId: number, topicId: string): Promise<UserProgress | undefined> {
  const [progress] = await db
    .select()
    .from(userProgress)
    .where(
      and(
        eq(userProgress.userId, userId),
        eq(userProgress.topicId, topicId)
      )
    );
  return progress;
}
```

ДОДАТОК Е
ДІАГРАМИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОПИТУВАННЯ
ТЕСТУВАЛЬНИКІВ

Е.1 – Діаграма результатів опитування «Пропозиції щодо покращення»



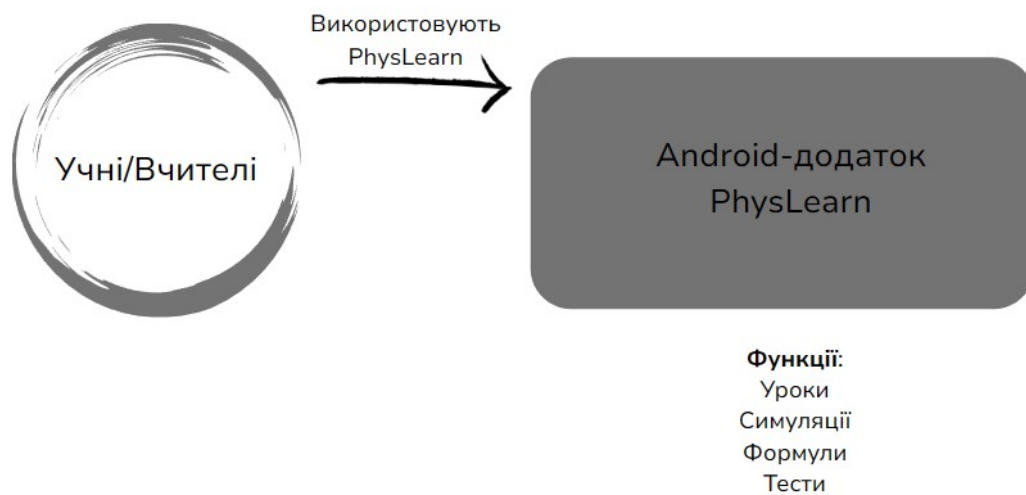
Е.2 – Діаграма результатів опитування «UX-оцінювання користувачів»



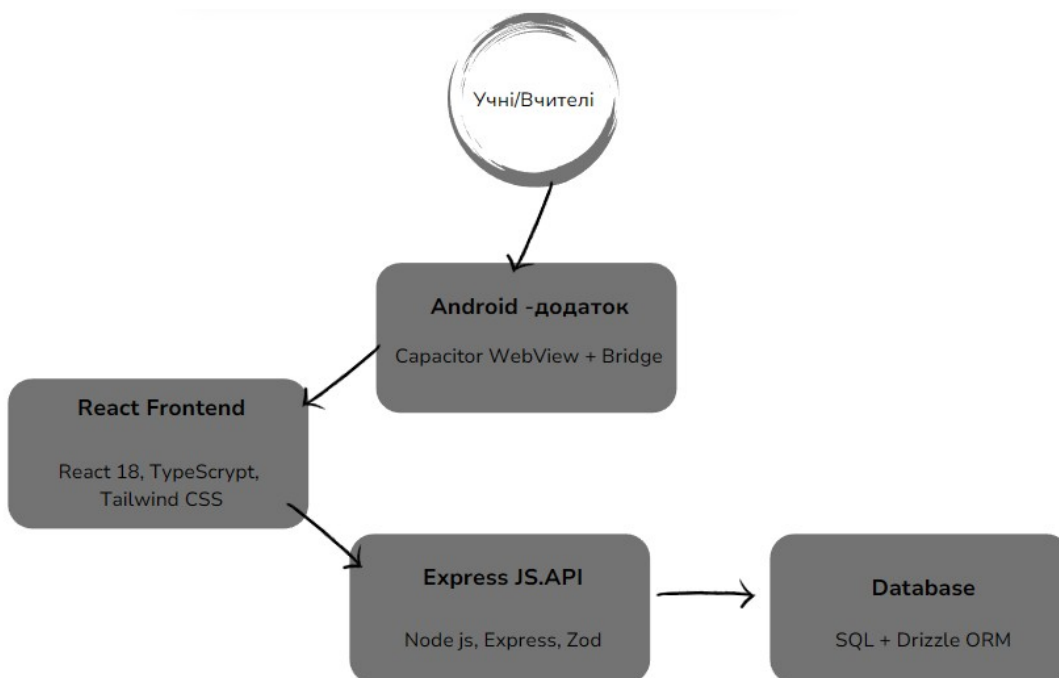
ДОДАТОК Ж

ДІАГРАМИ С4

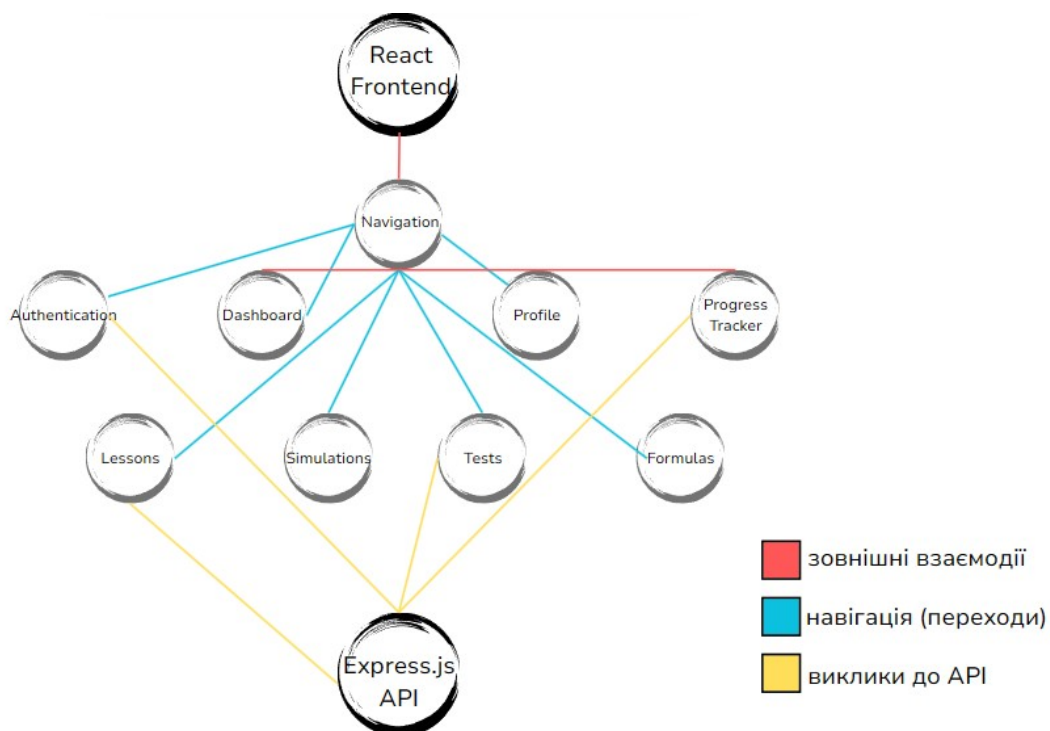
Ж.1 –Архітектурна діаграма C4 Level 1



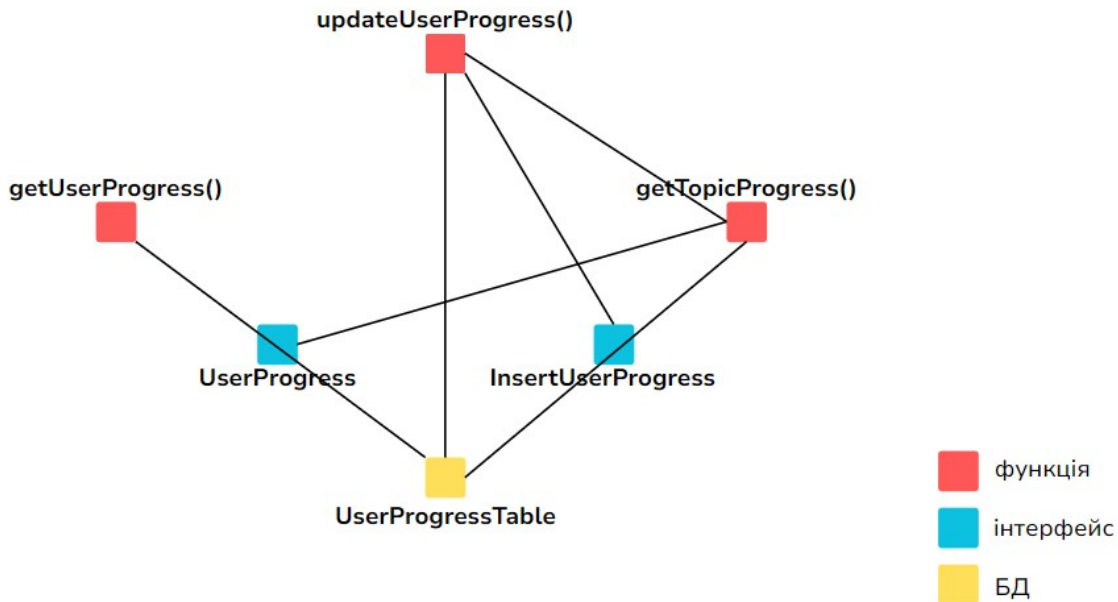
Ж.2 –Архітектурна діаграма C4 Level 2



Ж.3 –Архітектурна діаграма C4 Level 3 для React Frontend контейнера



Ж.4 –Архітектурна діаграма C4 Level 4 для системи управління прогресом



ДОДАТОК 3
QR-CODE НА GITHUB-РЕПОЗИТОРІЙ

