

УДК 004 : 37

Кравцов Г.М., Баєв А.С., Лемещук О.І., Орлов В.В.

Херсонський державний університет, Херсон, Україна

**МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ РЕДАКТОР ВІРТУАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ
ЛАБОРАТОРІЇ В СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ
«ХЕРСОНСЬКИЙ ВІРТУАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

DOI: 10.14308/ite000650

Розглядаються питання моделювання структури об'єктів системи, проектування модулів програмного забезпечення і технології створення редактора віртуальної лабораторії. Актуальність дослідження зумовлена відсутністю в існуючих системах дистанційного навчання підтримки створення та використання віртуальних лабораторних робіт з дисциплін природничо-наукового профілю. Предметом дослідження є програмний модуль створення і використання віртуальних лабораторних робіт в системі дистанційного навчання. Мета дослідження – розробка моделі системи та опис технології розробки програмного забезпечення віртуальної лабораторії з фізики для системи дистанційного навчання. Описано інформаційні технології проектування структури віртуальної лабораторії і основні режими роботи програмного модуля редактора віртуальної лабораторної роботи.

В основі структури програмного модуля «Віртуальна лабораторія» лежить мультимедійний Веб-редактор віртуальних лабораторних робіт, який створений за технологією об'єктно-орієнтованого проектування. Програмна бібліотека мультимедійних 3D об'єктів, створених в середовищі розробки інтерактивних графічних об'єктів Unity3D, уніфікує процес створення і обробки віртуальних лабораторних робіт. Базовим математичним пакетом для підтримки обчислень є математичний процесор Waterloo Maple. Застосування розробленого програмного інтерфейсу дозволить викладачам створювати лабораторні роботи і використовувати їх у своїх дистанційних курсах. Учні, в свою чергу, зможуть проводити дослідження, виконуючи віртуальні лабораторні роботи.

В якості прикладу розглядається редактор віртуальної лабораторії з фізики в системі дистанційного навчання «Херсонський віртуальний університет».

Ключові слова: система дистанційного навчання, віртуальна лабораторія, фізична лабораторія, редактор лабораторних робіт.

Вступ

У сучасному інформаційному світі стрімкий розвиток комп'ютерних технологій призвів до широкого використання дистанційних технологій навчання. Вивченню дисциплін фізико-математичного профілю традиційно приділяється підвищений рівень уваги. При цьому, внаслідок труднощів у вивченні дисциплін природничого профілю та дорожнечі проведення експериментів, віртуальний експеримент дає можливість проводити дослідження швидше і дешевше. Зрозуміло, що віртуальні лабораторії не призначені замінити реальні лабораторії, і можуть бути ефективними для підтримки практичної складової навчального процесу. Широке використання систем дистанційного навчання (СДН) в навчальному процесі університетів призвело до необхідності розробки віртуальних лабораторій (ВЛ), що містять в собі цифрові аналоги лабораторних робіт з фізики з усіма необхідними інструментами для їх виконання. У даній статті представлені результати моделювання, проектування та розробки програмного модуля «Мультимедійний редактор віртуальної фізичної лабораторії» в системі дистанційного навчання «Херсонський віртуальний



університет» (СДН ХВУ). Актуальність дослідження зумовлена відсутністю в існуючих системах дистанційного навчання підтримки створення та використання віртуальних лабораторних робіт з дисциплін природничо-наукового профілю. Предметом дослідження є програмний модуль створення віртуальних лабораторних робіт у системі дистанційного навчання. Мета дослідження – опис моделі системи та технології розробки програмного забезпечення віртуальної лабораторії з фізики для системи дистанційного навчання. Описано інформаційні технології проектування і розробки, а також структура віртуальної лабораторії і її місце в СДН ХВУ. Також описані основні режими роботи програмного модуля в системі і методи його використання в навчальному процесі.

1. Віртуальні лабораторії

Під поняттям "лабораторія" розуміють місце, спеціально організоване для проведення лабораторних занять, експериментів і місце для пошуку рішень у галузі фундаментальних наук, або для вирішення завдань у певній прикладній галузі знань. Віртуальна лабораторія – це віртуальне програмне середовище, в якому організована можливість дослідження поведень моделей об'єктів, їх сукупностей і похідних, заданих з певною часткою деталізації щодо реальних об'єктів, в рамках певної галузі знань [1].

Візуалізація є одним з найефективніших методів навчання, що допомагає набагато простіше і глибше розібратися в сутності різних явищ. Особливо корисними є візуалізація та моделювання при вивченні динамічних, що змінюються в часі об'єктів і явищ, які буває складно зрозуміти, дивлячись на просту статичну картинку в звичайному підручнику.

Далеко не всі експерименти можна чи потрібно виконувати в аудиторії. Тож не дивно, що технології цифрового моделювання досить швидко прийшли в цю галузь. Зараз у мережі інтернет представлено ціла лінійка програмних пакетів, призначених для виконання віртуальних навчальних експериментів.

Як відомо, проектування програмного забезпечення починається з аналізу бізнес-процесів, що проходять у досліджуваній системі. Віртуальна лабораторія як система, що забезпечує створення та проведення віртуальних лабораторних робіт, визначається властивостями і функціональними методами її елементів. Виходячи з цілей і завдань навчального процесу, визначаються властивості і функціональні методи елементів віртуальної лабораторії залежно від предметної галузі застосування.

Віртуальні лабораторії розрізняються за змістовими ознаками і за формою подання. При класифікації моделей віртуальних лабораторій за змістовими ознаками можна виділити стандартні типи моделей систем і процесів: феноменологічні і абстрактні; активні та пасивні; статичні і динамічні; дискретні і безперервні; детерміновані і стохастичні; функціональні і об'єктні.

При класифікації моделей віртуальних лабораторій за формою подання в даний час прийнято розглядати наступні типи моделей:

- Інтерактивні демонстрації, які відіграють роль допоміжного засобу для наочної демонстрації будь-якого експерименту.

- Прості моделі, які представляють собою набір лабораторних робіт або досліджень, об'єднаних за певною ознакою. Колекція простих моделей є повноцінною віртуальною комп'ютерною лабораторією. Особливістю простих моделей є відносна простота їх створення, оскільки в них представлено один простий процес, описуваний однією або декількома математичними формулами. Іншою відмінною рисою є те, що різні моделі можуть створюватися незалежно різними групами розробників. Ці якості зумовлюють поширеність простих моделей. При цьому слід урахувати обмеженість цього типу моделей через труднощі їх розширення і неможливість їх об'єднання.

- Універсальні й імітаційні лабораторії мають в основі свого функціонування потужний математичний апарат і відповідно є складними моделюючими системами. Універсальність таких систем забезпечується системним підходом до моделювання та

розробки моделей. Завдяки своїм можливостям віртуальні комп'ютерні лабораторії поряд з навчальними цілями можуть бути використані для реальних наукових або виробничих розрахунків. Особливістю універсальних лабораторій є яскраво виражений компонентний підхід з використанням технології об'єктно-орієнтованого проектування.

З наведеної класифікації можна виділити два типи моделей: інтерактивна демонстрація і прості моделі, які на першому етапі можуть бути реалізовані як підсистеми систем дистанційного навчання. Зрозуміло, що в перспективі можливо створення віртуальних лабораторій універсального типу в складі системи дистанційного навчання, але на сьогоднішній день таких лабораторій відкритого типу нема. При цьому, слід зазначити можливість часткової реалізації програмних елементів віртуальних лабораторій універсального типу, таких, як математичний процесор (MathCAD, MATLAB, Maple), графічне середовище програмування (LabVIEW), графічний процесор імітаційного моделювання (Simulink).

При створенні редактора віртуальних лабораторних робіт, який входить до програмного комплексу «Віртуальна лабораторія» у СДН ХДУ, головною задачею є побудова моделі віртуальної лабораторії універсального типу, яка не буде просто демонструвати процес або діяти за простим сценарієм, а буде максимально наближати до використання реальної лабораторії. Актуальність створення віртуальних лабораторій універсального типу буде тільки посилюватись з застосуванням у навчанні віртуальної реальності.

2. Проектування програмного забезпечення

2.1. Мультимедійний редактор віртуальної лабораторії в структурі системи дистанційного навчання

При проектуванні моделі програмного забезпечення мультимедійного редактора віртуальної лабораторії (ВЛ) визначимо вимоги, яким він повинен відповідати, способи його застосування та кількість можливих ролей серед користувачів. Процес проектування породив таку структуру програмного забезпечення редактора ВЛ (рис. 1).

У ролі клієнта буде виступати клієнтський Unity-додаток віртуальної лабораторії. Цей додаток буде містити у собі як редактор, так і програвач. При завантаженні в клієнтське середовище ВЛ користувачеві (якщо це викладач, або тьютор) буде надаватися на вибір два можливих варіанти роботи, а саме: виконання віртуальної лабораторної роботи, або перехід до мультимедійного редактора. Серверну частину віртуальної лабораторії складають: серверний модуль, який синхронізує роботу клієнтської частини із ресурсами СДН ХВУ, а саме – бібліотекою віртуальних лабораторних робіт, бібліотекою мультимедійних фізичних об'єктів, керуючою базою даних. При переході до мультимедійного редактора, сервер виконує перевірку, чи має користувач права на використання редактора, у разі негативного результату, користувач перенаправляється на сторінку, де він може вибрати курс та лабораторну роботу [3].

Для розробки мультимедійного редактора віртуальних лабораторних робіт з фізики було обрано технологію Unity, бо дана технологія має такі переваги:

- Дозволяє створювати тривимірні додатки;
- Забезпечує гарний захист від втручання ззовні;
- Використовує поширену мову програмування C#;
- Unity відмінний редактор для створення додатків;
- Має гарну документацію та підтримку товариства розробників;
- У сучасних дослідженнях стосовно віртуальних лабораторних робіт використовується Unity.

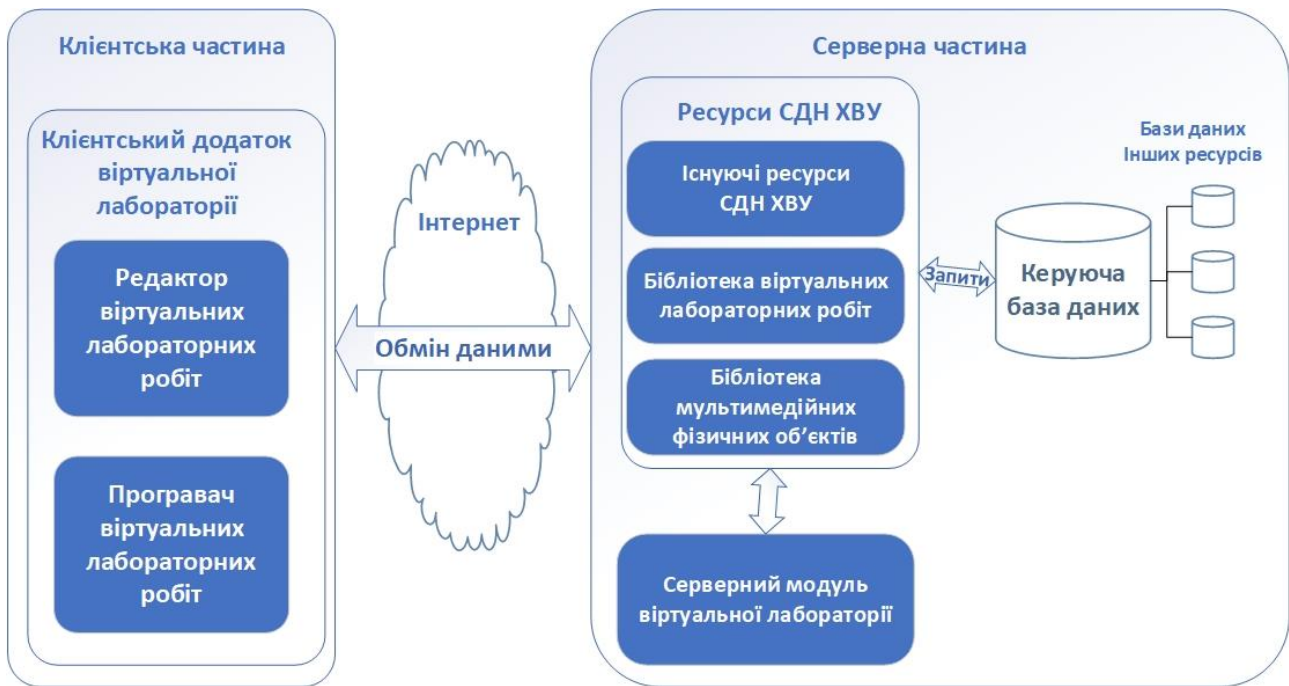


Рис. 1. Мультимедійний редактор ВЛ в структурі СДН ХВУ.

2.2. Мережеві взаємодії елементів віртуальної фізичної лабораторії

Основними об'єктами нашої системи є Клієнтський додаток, Серверний додаток віртуальної лабораторії і також СДН ХВУ. На рис. 2 зображено мережеві інтерфейси, які використовуються у системі віртуальної фізичної лабораторії. Вони використовуються для авторизації, завантаження та збереження віртуальних лабораторних робіт (ВЛР) у СДН ХВУ, завантаження асетів бібліотеки мультимедійних фізичних об'єктів (БМФО) для створення, редагування та використання ВЛР. Серверний додаток віртуальної лабораторії реалізує взаємодію із СДН ХВУ.

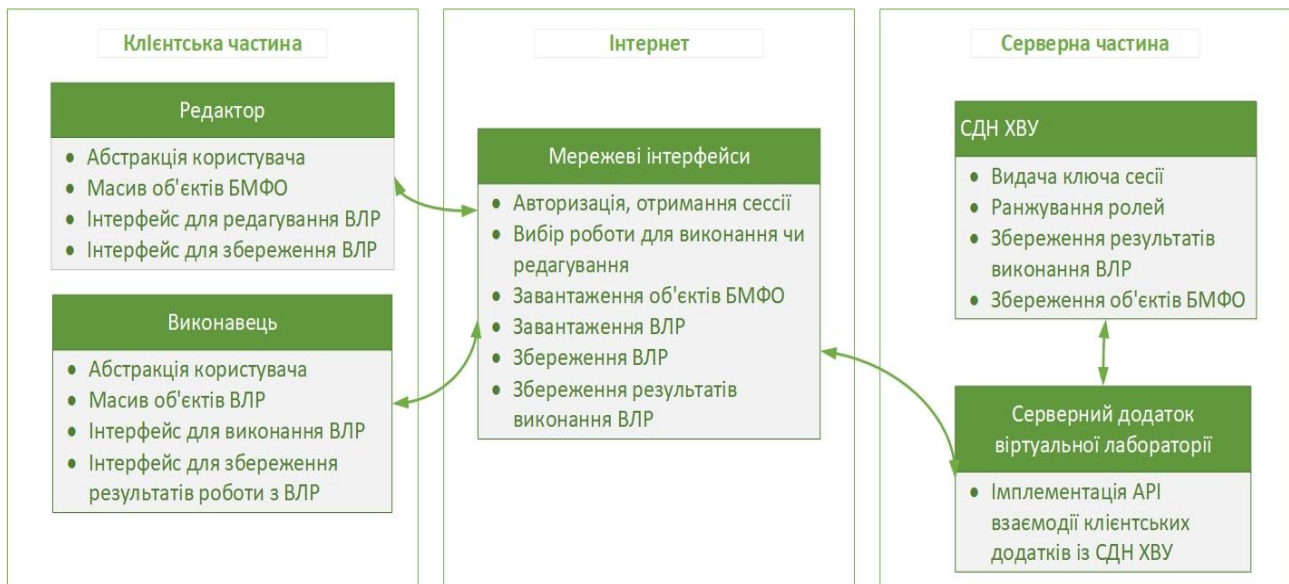


Рис. 2. Структура системи віртуальної фізичної лабораторії.

Розглянемо типовий сценарій використання мережевих інтерфейсів. Початком цього процесу є підключення клієнту до сайту ХВУ і завантаження файлу Unity3d. Далі відбувається установка та запуск застосунку. Користувач авторизується, отримує ключ сесії(токен) далі відбувається завантаження об'єктів. Наступним кроком відбувається

виконання роботи, яка зберігається на клієнті. Після закінчення роботи документ XML надсилається на сервер з ключем та зберігається.

HTTP authentication, описаний у стандартах HTTP 1.0 / 1.1, існує дуже давно і на сьогоднішній день активно застосовується в корпоративному середовищі. Стосовно до веб-сайтів протокол працює наступним чином:

- Сервер, при зверненні неавторизованого клієнта до захищеного ресурсу, відсилає HTTP статус "401 Unauthorized" і додає заголовок "WWW-Authenticate" із зазначенням схеми і параметрів аутентифікації.
- Браузер, при отриманні такої відповіді, автоматично показує діалог введення username і password. Користувач вводить деталі свого облікового запису.
- У всіх наступних запитах до цього веб-сайту браузер автоматично додає HTTP заголовок "Authorization", в якому передаються дані користувача для аутентифікації сервером.
- Сервер аутентифікує користувача за даними з цього заголовка. Рішення про надання доступу (авторизація) проводиться окремо на підставі ролі користувача, ACL або інших даних облікового запису.
- Додаток створює session token, як ідентифікатор аутентифікації сесії користувача, яка зберігається в пам'яті сервера або в базі даних. Сесія повинна містити всю необхідну інформацію про користувача для можливості авторизації його запитів, а також вказано термін. Цей підхід дозволяє реалізувати stateless-архітектуру сервера, однак вимагає механізму поновлення сесійного токена після закінчення терміну дії. Кілька стандартних форматів таких токенів розглядаються в секції «Аутентифікація по токені».

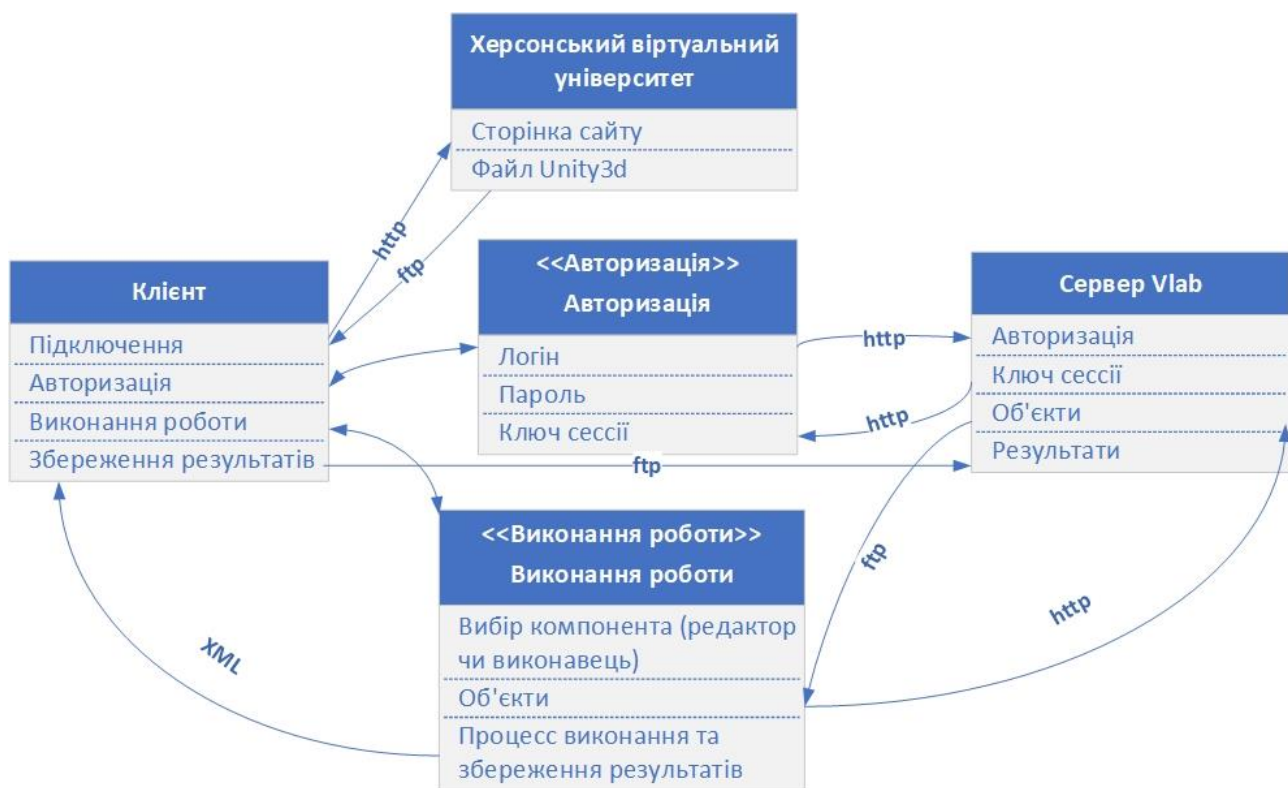


Рис 3. Мережеві інтерфейси для авторизації і виконання роботи.

Основними протоколами взаємодії Редактора, Виконавця та Сервера є протоколи ftp та http.

FTP або File Transfer Protocol – це один з базових протоколів передачі файлів, призначений для передачі файлів у мережі між комп'ютерами. З його допомогою можна підключатися до FTP-серверів, переглядати вміст їх каталогів і завантажувати файли з сервера або на сервер. HTTP (Hypertext Transfer Protocol – протокол передачі гіпертексту) – символно-орієнтований клієнт-серверний протокол прикладного рівня без збереження стану, який використовується сервісом World Wide Web.

Основним об'єктом маніпуляції в HTTP є ресурс, на який вказує URI (Uniform Resource Identifier – унікальний ідентифікатор ресурсу) в запиті клієнта. Основними ресурсами, що зберігаються на сервері, є файли, але ними можуть бути й інші логічні (напр. Каталог на сервері) або абстрактні об'єкти (напр. ISBN). Протокол HTTP дозволяє вказати спосіб представлення (кодування) одного і того ж ресурсу за різними параметрами: mime-типу, мови і т. Д. Завдяки цій можливості клієнт і веб-сервер можуть обмінюватися двійковими даними, хоча даний протокол є текстовим [12].

На рис. 3 та рис. 4 зображено роботу мережевих інтерфейсів щодо протоколів http та ftp.



Рис. 4. Мережеві інтерфейси для завантаження і збереження ВЛР.

2.3. Фізичний рушій

Редактор буде використовувати модифікований фізичний рушій, який базується на фізичному рушії самого Unity. Наш фізичний рушій має моделювати фізичні взаємодії таких розділів механіки, як «Кінематика», «Динаміка», «Статика», «Механіка рідин і газів», «Закони збереження в механіці» у рамках шкільного курсу фізики.

Головна відмінність фізичного рушія у тому, що на відміну від фізики нашого світу, яка працює неперервно, він працює дискретно і прораховує позиції і зіткнення об'єктів через певний інтервал часу. До того ж наш рушій – це ігровий рушій реального часу, а не науковий рушій, у якому важлива велика точність обчислень.

Опишемо компоненти, які буде містити наш фізичний рушій (рис. 5). Фізичний рушій складається з таких компонентів: бібліотека для математичних розрахунків, обробник зіткнень, симулятор динаміки, симулятор деформацій, симулятор рідин, система контролю анімації, сцена, інструменти інтеграції сторонніх об'єктів. Увесь потрібний для обчислень математичний апарат знаходиться у спеціальній бібліотеці. Її використовують компоненти, які займаються фізичними обчисленнями у нашому додатку. Сцена – це один з головних об'єктів програми, який містить усі фізичні об'єкти нашої симуляції. Зі сценою взаємодіє користувач. Симулятор динаміки розраховує дію сил та переміщення усіх об'єктів на сцені. Обробник зіткнень опрацьовує усі зіткнення твердих тіл, тіл деформації та рідини. Симулятор деформацій контролює поведінку тіл, які можуть деформуватись: вироби з гуми, пружини, мотузки, нитки. Система контролю анімації дозволяє створювати анімацію

складних приладів (поршень, штангенциркуль та ін.) та частинок. Симулятор рідин обчислює поведінку рідин. Інструменти інтеграції сторонніх об'єктів допомагають інтегрувати у програму тривимірні моделі, текстури, звуки різних форматів, конвертуючи їх у єдиний бінарний формат.

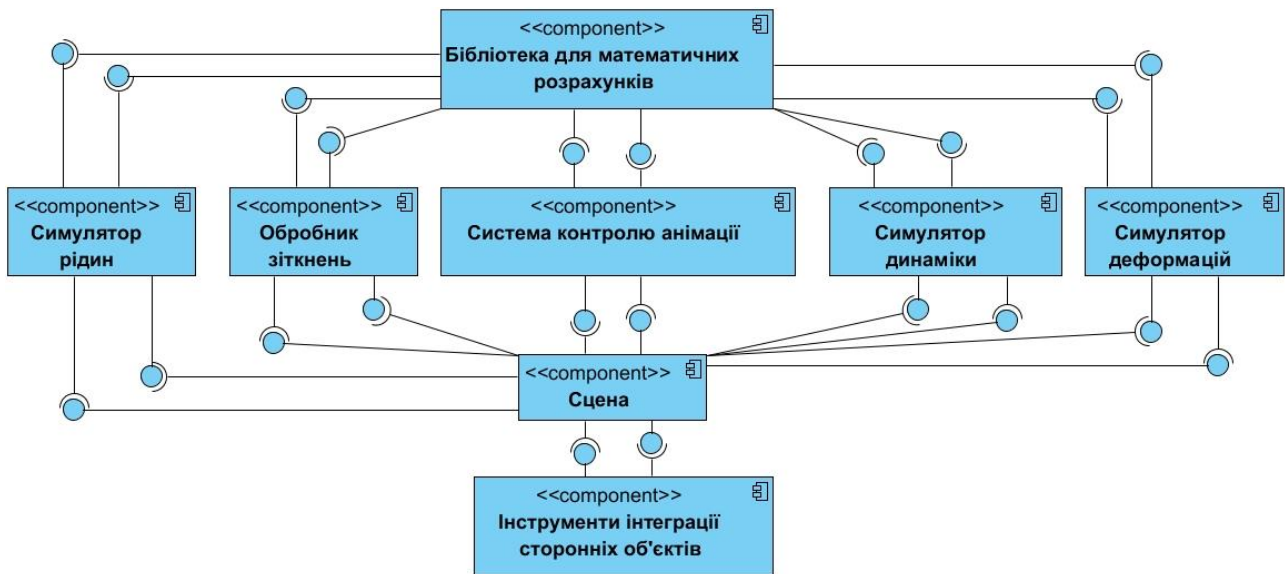


Рис. 5. Діаграма компонентів фізичного рушія.

Розглянемо ближче сцену фізичного рушія (рис. 6). Основну увагу на даній діаграмі ми зосередили на сцену та об'єкти, які вона містить. Усі фізичні об'єкти, які створюються нашим фізичним рушієм, є частиною сцени і не можуть без неї існувати. Об'єкт сцени може існувати тільки в одному екземплярі під час роботи програми, тому ми використали шаблон проектування ПЗ Singleton. Фізичні об'єкти бувають різних видів: тверде тіло (RigidBody), рідина (Fluid), тіло деформації (DeformableBody), територія (Terrain), тіло персонажа (PersonBody). Тверді тіла: тягарці, бруски, штативи та ін. Вони мають певну пружність, але

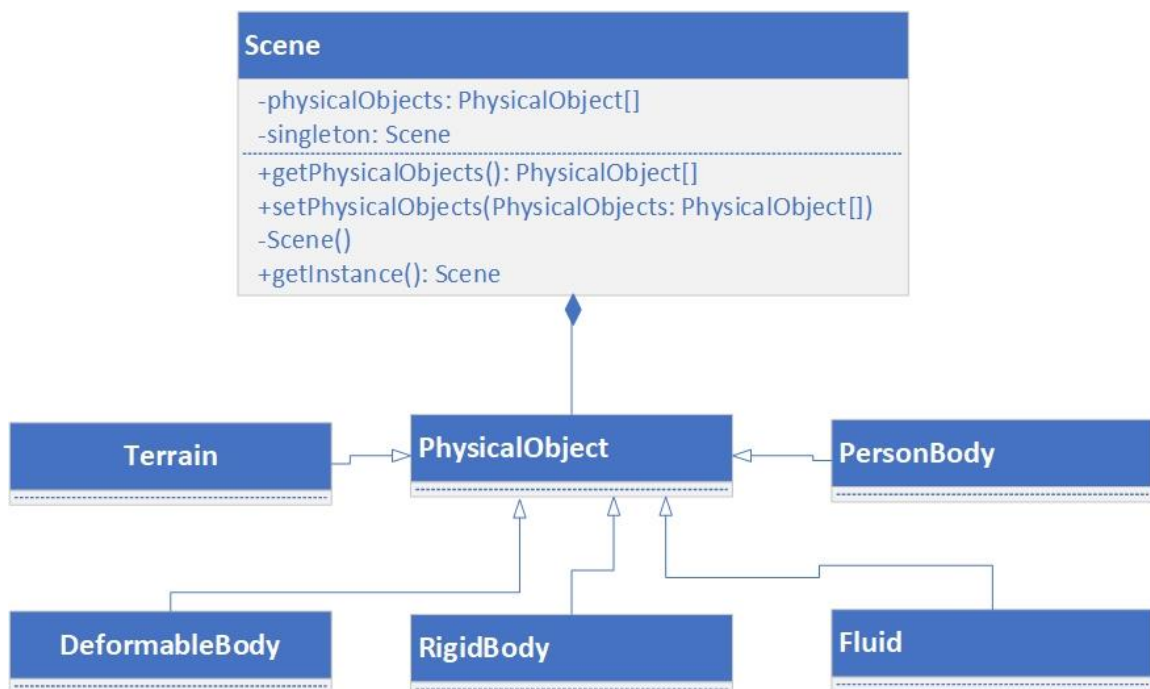


Рис. 6. Діаграма класів, сцена та її складові.

не деформуються, чим і відрізняються від тіл деформації. Тіла деформації змінюють свою форму під дією зовнішніх сил. Рідина має свої властивості (динамічна в'язкість рідини) та поведінку, яка не властива твердим тілам. Тіло персонажа – це спеціальний клас фізичних об'єктів, який створений для зручності роботи користувача системи. Дуже важко змоделювати поведінку тіла людини, яка б відповідала реальним фізичним законам, тому ми ввели у наш рушій такий клас. Також існує такий клас фізичних об'єктів, як територія, який дозволяє моделювати карту місцевості з перепадами висот.

На рис. 7 представлена діаграма класів, де присутнє тверде тіло та його складові.

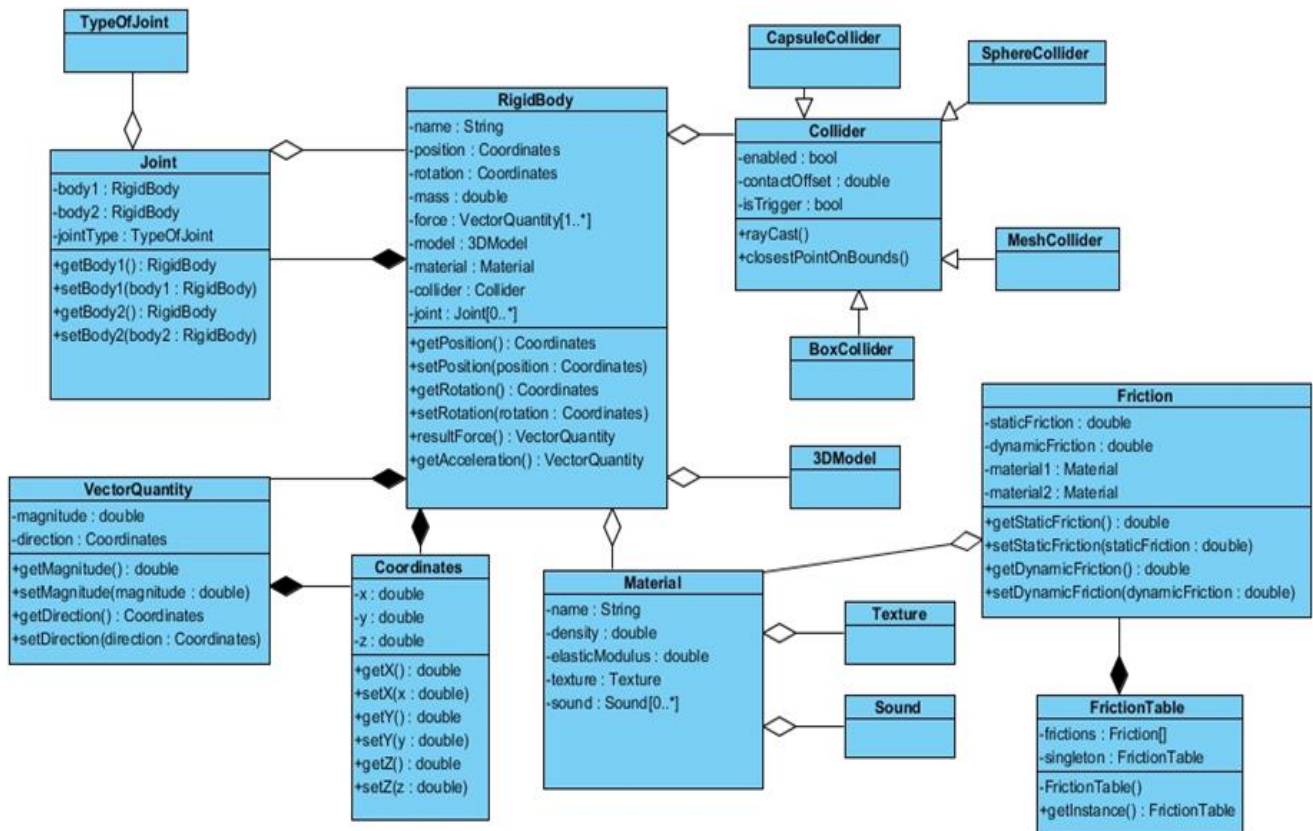


Рис. 7. Діаграма класів, тверде тіло та його складові.

Основні складові твердого тіла: ім'я; координати центру мас; координати повороту тіла; маса; матеріал; тривимірна модель; колайдер; усі сили, які діють на об'єкт; усі з'єднання (Joint) з іншими об'єктами. Розглянемо тверде тіло більш детально. Колайдери використовують обробник зіткнень для визначення точок і площини зіткнень різних об'єктів. На діаграмі ми бачимо 4 класи колайдерів: BoxCollider (паралелепіпед), CapsuleCollider (еліпсоїд), SphereCollider (сфера), MeshCollider (колайдер, який будується по формі меша тривимірної моделі). Усі з'єднання твердих тіл створюються за допомогою класу Joint, об'єкт якого містить посилання на обидва пов'язаних об'єкта. Клас матеріал відображає матеріали, які існують у дійсності, такі як залізо, мармур, полікарбонат. Кожний матеріал має свою назву, густину, модуль пружності, текстуру, набір звуків, якими супроводжуються різні механічні дії. Так як не можна створити унікальний коефіцієнт тертя для кожного окремого матеріалу, а визначається він для пари матеріалів, то ми створили клас для коефіцієнтів тертя спокою та ковзання для двох різних матеріалів. А усі об'єкти програми, які пов'язані із тертям містяться у об'єкті класу FrictionTable, який спроектовано за шаблоном Singleton. Отже, нам вдалося спроектувати клас твердого тіла, який можна застосовувати у шкільних лабораторних роботах.

2.4. Бібліотека мультимедійних фізичних об'єктів

Для того, щоб редактор віртуальних лабораторних робіт нормально працював, нам знадобиться бібліотека мультимедійних фізичних об'єктів, яка буде знаходитись на сервері системи дистанційного навчання «Херсонський Віртуальний Університет» та з якою буде взаємодіяти наш фізичний рушій. На рис. 8 зображена її схема.



Рис. 8. Схема бібліотеки мультимедійних фізичних 3D об'єктів.

Кожен об'єкт складається з таких частин:

- Моделі фізичного об'єкта, яка створюється у 3D редакторі;
- Текстур, які створюються у графічних редакторах, та застосовуються у матеріалах;
- Матеріали – це перетворений формат текстури, який можна застосувати на моделях. Також у матеріалі додатково задаються властивості, такі, як густина, коефіцієнт тертя та ін.;
- Анімації фізичного об'єкта, де задаються особливості анімації фізичного об'єкту при тій чи іншій події;
- Аудіофайли, які активуються у певних ситуаціях. Наприклад, при зіткненні одного об'єкта з іншим, деформації тіла та ін.;
- Скрипти, які задають поведінку певного об'єкта, програмують його взаємодію з оточуючим середовищем. Скрипти будуть пов'язані з фізичним рушієм та створюватись сумісно до нього, бо фізичні взаємодії у середовищі ВЛ задає саме рушій.

Також ми вже досить відносно визначились із типами об'єктів, які будуть використовуватись у нашому редакторі ВЛР:

- Вимірювальні інструменти – те, що буде використовуватись учнем для вимірювань (динамометр, таймер, терези);

- Тверді тіла – це будуть насамперед об'єкти, які перебувають у русі під дією певних сил (брусок, тягарець, диск, куля);
- Тіла деформації – усі об'єкти, які змінюють свою форму під час застосування до них сил (пружина, дріт);
- Статичні елементи – усі об'єкти, які мають бути статичними і не мають рухатись (штатив, жолоб, похила поверхня);
- Фізичні механізми – це фізичні об'єкти з особливими діями, які можна задати тільки у скрипті (пружинний пістолет, машина Атвуда);
- Рідини (вода, олія, бензин);
- Об'єкти для рідин (склянки, сполучені посудини);

Серед матеріалів бібліотеки:

- Різні види деревини;
- Різні види пластмас;
- Основні метали;
- Різні види гуми;
- Інші натуральні матеріали (наприклад: бетон, мармур).

Перевага цієї бібліотеки в тому, що особливості тих чи інших фізичних об'єктів вже будуть задані, і користувачу редактора не доведеться самому програмувати поведінку та властивості фізичних об'єктів. Тому редактор зможуть використовувати вчителі і викладачі фізики середніх і вищих навчальних закладів. Адже не всі вчителі фізики володіють навиками програмування і моделювання. Тож бібліотека значно полегшить роботу тьютора під час створення в мультимедійному редакторі нової лабораторної роботи.

2.5. Взаємодія користувача з редактором

Під час створення віртуальної лабораторної роботи можна виділити наступні етапи [2]:

- Формування контенту, який буде використовуватися під час лабораторної роботи;
- Вибір тривимірних об'єктів та додавання їх у середовище виконання;
- Редагування параметрів обраних об'єктів;
- Створення сценарію;
- Створення лабораторної роботи.

Увесь процес створення лабораторної роботи можна представити у вигляді діаграми послідовності, представленої на рис. 9.

Тривимірний об'єкт абстрагує методи та властивості, якими володіє реальне фізичне тіло.

Редактор створюється у вигляді окремого додатку. Функціонал редактора повинен бути доступним лише певним особам, у яких є відповідна роль у системі ВЛ: адміністратор, тьютор, викладач з фізики тощо [9]. Також Unity дозволяє створити інтерфейс, який був би дружнім та зрозумілим користувачам, які мають право створювати лабораторні роботи, але не тямлять у програмуванні. Інтерфейс редактора буде автоматично генерувати з заданих параметрів файл віртуальної лабораторної роботи, дозволяючи задавати потрібні параметри об'єктам, не змінюючи їхній скрипт. Отже, розглянемо структуру класів інтерфейсу редактора, яка зображена на рис. 10.

Пакет «Panels» містить класи, які дозволять редагувати лабораторні роботи та задавати нові значення у полях об'єкта. Панель «Library» містить інструмент вибору та додавання об'єктів з мультимедійної бібліотеки фізичних об'єктів до віртуальної лабораторної роботи. Панель «Scenario» відповідає за редагування сценарію виконання лабораторної роботи. Докладніше про сценарій розповідається в розділі 2.6. Панель «Description» містить невеликий текстовий редактор для запису теоретичних відомостей, необхідних для виконання лабораторної роботи. Панель «Properties» відображує властивості та фізичні величини, які потрібно задати, та підготувати до серіалізації. Панель «Menu» містить елементи інтерфейсу, які дозволяють зберігати та завантажувати потрібні віртуальні лабораторні роботи.



Рис. 9. Процес створення віртуальної лабораторної роботи.

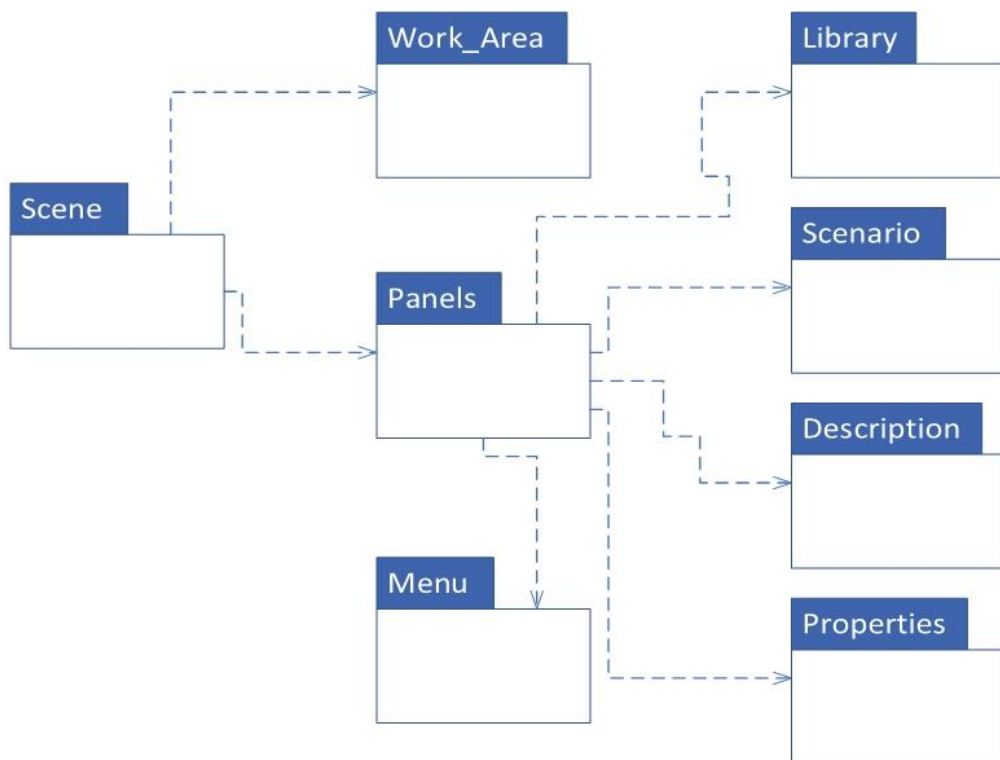


Рис. 10. Класи інтерфейсу мультимедійного редактора.

У багатьох веб-ресурсах файли віртуальних лабораторних робіт представлені в вигляді окремих довершених flash-додатків, java-апплетів або окремих Unity-додатків. В нашому разі такий підхід неприйнятний. На рис. 11 зображено складові лабораторної роботи. Віртуальна лабораторна робота представляє собою файл з ієрархічною структурою (наприклад, xml або json). Лабораторна робота складається з сукупності мультимедійних фізичних об'єктів, що знаходяться в робочій області, конфігурації лабораторної роботи та її опису. Фізичний об'єкт буде мати графічну та математичну інтерпретацію. Математична модель буде описувати усі його фізичні властивості. У конфігурації віртуальної лабораторної роботи будуть описані додаткові змінні і константи, а також змінні, які потрібно буде знайти учню.

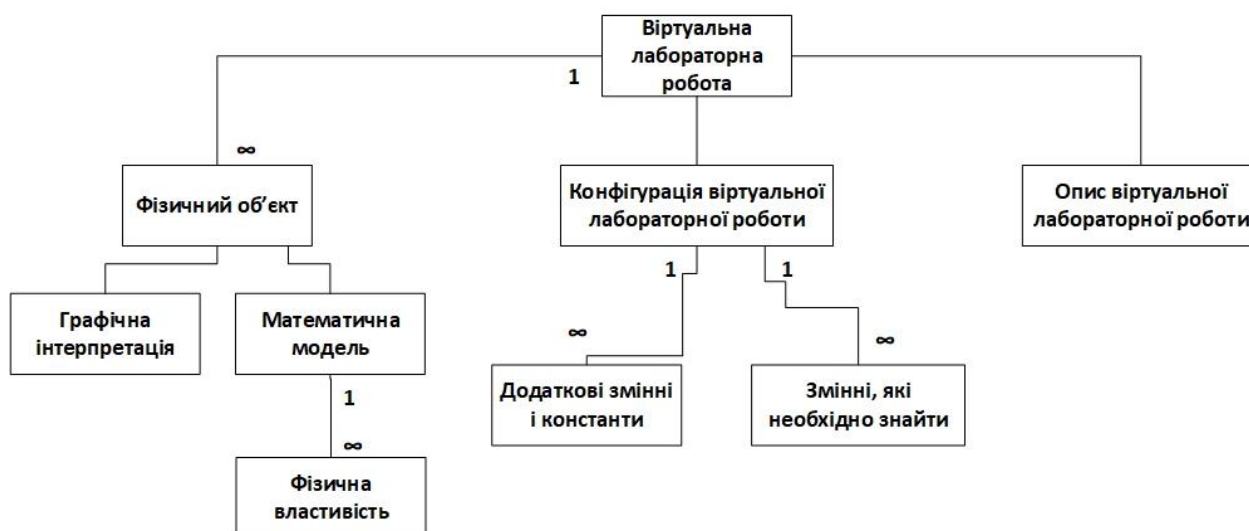


Рис. 11. Структура віртуальної лабораторної роботи.

2.6 Сценарій віртуальної лабораторної роботи

Для того, щоб учень міг виконати віртуальну лабораторну роботу, вона має мати сценарій виконання. На рис. 12 зображено діаграму активностей виконання сценарію віртуальної лабораторної роботи. Сценарій представляє собою сукупність дій, які потрібно зробити учню для виконання віртуальної лабораторної роботи, як і у реальних лабораторних роботах. Обов'язковими складовими сценарію є початок та кінець виконання роботи. У редакторі тьютор зможе редагувати кількість дій та їх параметри. Кожна дія задає ті фізичні об'єкти робочого простору, якими учень зможе маніпулювати для розв'язання підзадачі віртуальної лабораторної роботи. Йому будуть задані текстові вказівки, початкові змінні та змінні, які йому потрібно буде знайти під час виконання окремої дії сценарію. Виконання підзадачі буде обмежено за часом. Також дія буде містити в собі службову інформацію, яка знадобиться майбутнім тьюторам для редагування вже створеної лабораторної роботи.

3. Демонстрація роботи редактора

Проілюструємо роботу мультимедійного редактора на прикладі створення віртуальної лабораторної роботи «Визначення сили Архімеда у рідині». Для цієї лабораторної роботи потрібні динамометр, досліджувані тіла різного об'єму, скляні посудини з чистою водою та насиченим розчином солі, мензурка та нитка. Сценарій даної лабораторної роботи має такий вид:

1. Визначається ціна поділки мензурки за допомогою штангенциркуля;
2. За допомогою мензурки з водою визначається об'єм кожного з наданих тіл за принципом Архімеда;
3. За допомогою динамометра вимірюється вага кожного тіла у повітрі;
4. Тіла занурюються у чисту воду та вимірюється вага кожного з них;
5. Визначається виштовхувальна сила для кожного випадку за даними вимірювань;
6. Розраховується сила Архімеда в чистій воді лише за об'ємом, відомим з вимірювань;
7. Результати вимірювань заносяться до таблиці 1;
8. Повторюється вимірювання для тих самих тіл (пункт 3-6) для розчину насиченої солі;
9. Результати вимірювань заносяться до таблиці 2;
10. Формулюється висновок про залежність сили Архімеда від густини рідини, в яку занурене тіло [11].

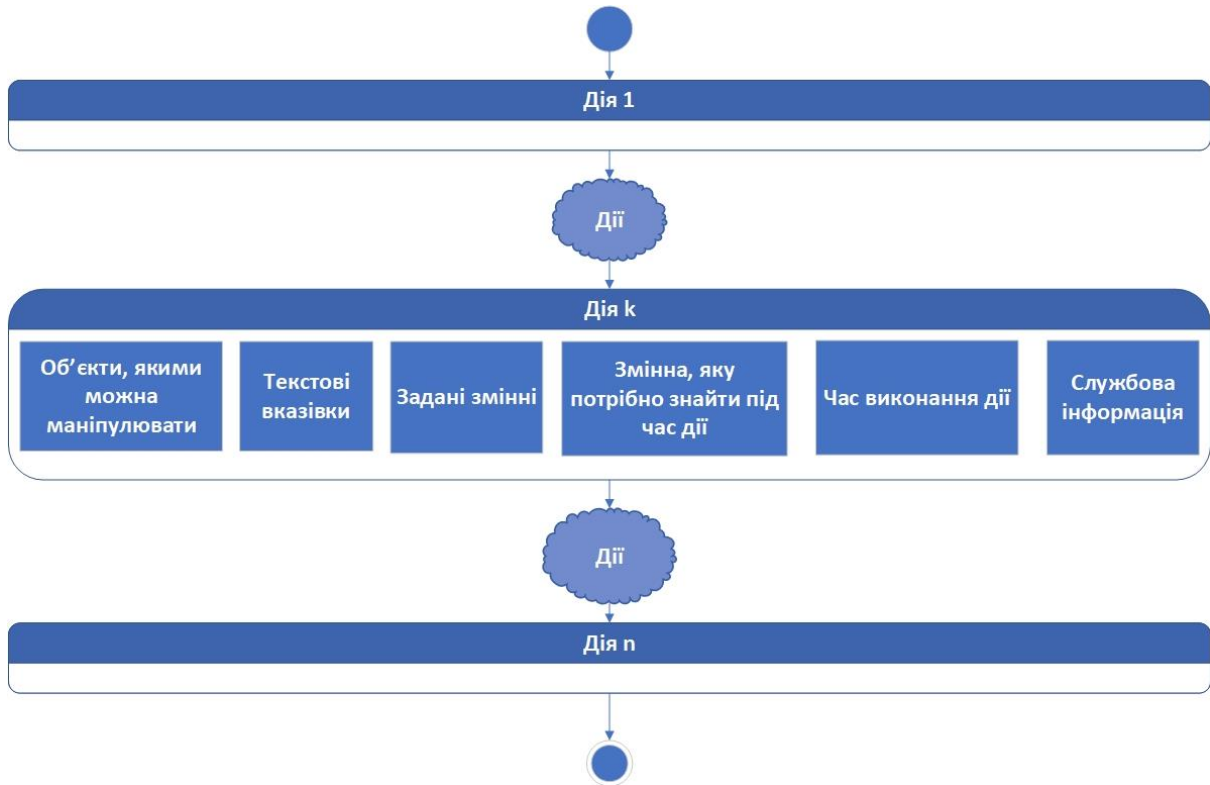


Рис. 2.12. Діаграма активностей виконання сценарію віртуальної лабораторної роботи.

Почнемо створення цієї лабораторної роботи за допомогою системи «Віртуальна фізична лабораторія». Заходимо у додаток редактора і бачимо форму для авторизації (рис. 3.1). Після введення логіну та пароля чекаємо на процес авторизації. Якщо користувача зареєстровано у системі дистанційного навчання «Херсонський віртуальний університет» і він є тьютором, то він отримує доступ до редактора віртуальних лабораторних робіт. Якщо студентів та учнів зробити тьюторами, тоді вони зможуть створювати віртуальні лабораторні роботи. Після авторизації вибираємо існуючу лабораторну роботу або створюємо нову.

Рис. 3.1 Форма авторизації до системи «Віртуальна фізична лабораторія»

Оскільки лабораторної роботи «Визначення сили Архімеда у рідині» немає на сервері системи дистанційного навчання, то створюємо нову лабораторну роботу, увівши назву у відповідне текстове поле, та натиснувши на кнопку «Створити нову лабораторну роботу».

З'являється нове вікно, у якому вводимо службові та конфігураційні дані.

Після введення необхідної інформації, потрапляємо у середовище самого редактора, яке складається з лабораторної кімнати та функціональних панелей. Робоча зона, де учень проводить експерименти, являє собою лабораторний стіл. У кімнаті тьютор може вільно пересуватись за допомогою миші та стрілок на клавіатурі, натиснувши та утримуючи «Shift». Усі фізичні об'єкти розташовуються у робочій зоні. Верхня панель пов'язана з бібліотекою мультимедійних фізичних об'єктів і всі вибрані предмети з'являються на лабораторному столі. Вибираємо необхідні об'єкти (рис. 3.2). Далі редагуємо координати та фізичні властивості обраних предметів, використовуючи праву панель.

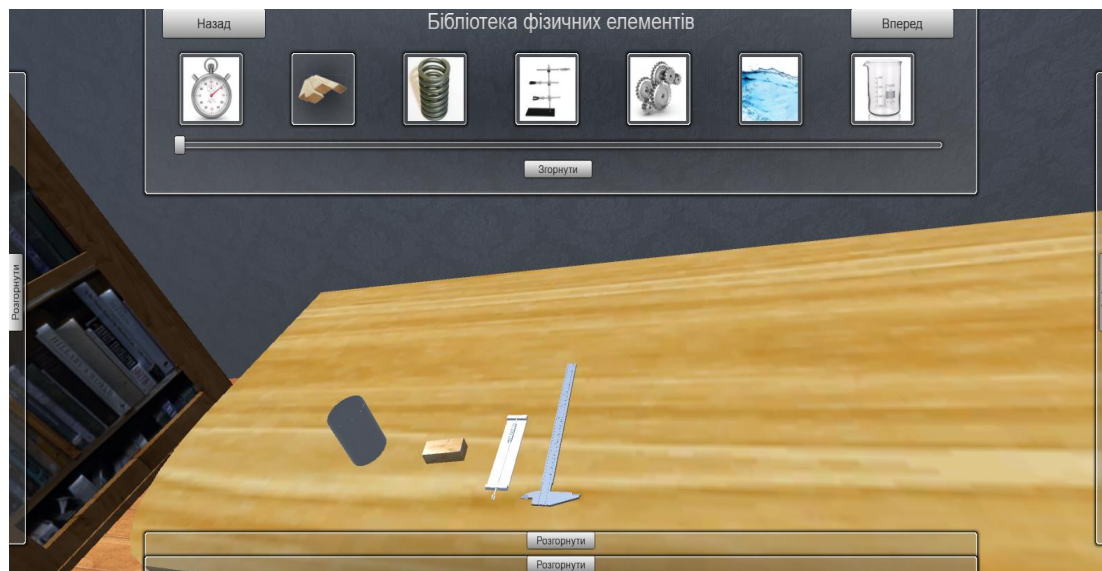


Рис. 3.2 Частина об'єктів, які необхідні для нашої лабораторної роботи.

Виконавши це завдання, потрібно створити опис лабораторної роботи. Для цього ми переходимо до лівої панелі та, користуючись невеликим текстовим редактором, створюємо завдання лабораторної роботи (рис. 3.3). Текстовий редактор дозволяє використовувати різні шрифти, формули, випадні списки та таблиці.

Використовуючи дві нижні панелі, створюємо сценарій виконання лабораторної роботи та задаємо фізичні параметри, які будуть надані учню на початку роботи, та ті величини, які йому потрібно буде знайти для виконання сценарію даної роботи.

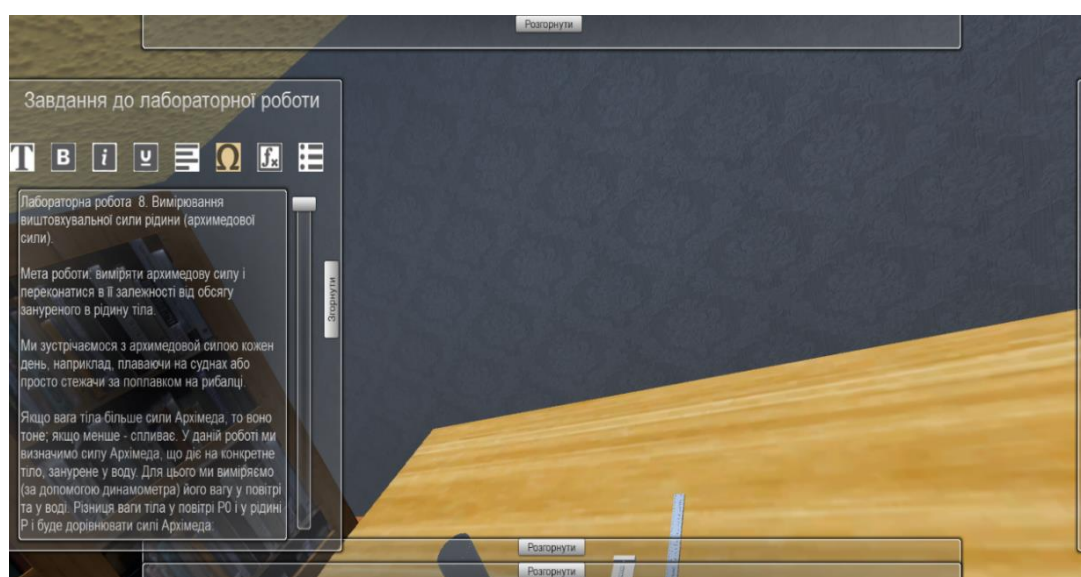


Рис. 3.3 Створення завдання для лабораторної роботи

Натискаємо клавішу «Esc» на клавіатурі для того, щоб з'явилось меню. Натискаємо кнопку «Зберегти» і лабораторна робота зберігається в XML-файлі на сервері системи дистанційного навчання «Херсонський віртуальний університет». Таким чином, створюється будь-яка віртуальна лабораторна робота редакторі.

Висновки:

- Для реалізації віртуальної лабораторії та мультимедійного редактора обрано технологією Unity через те, що ця технологія забезпечує можливість створювати високоінтерактивні додатки та має високий рівень захисту контенту;
 - За технологією об'єктно-орієнтованого проектування створено модель додатку мультимедійного редактора віртуальних лабораторних робіт, інтегрованого в систему дистанційного навчання;
 - На основі моделі описано класи програмного забезпечення мультимедійного редактора віртуальної лабораторії;
 - Розроблено інтерактивний мультимедійний редактор віртуальних лабораторних робіт з фізики у програмному модулі «Віртуальна фізична лабораторія» в системі дистанційного навчання «Херсонський віртуальний університет».
- Реалізований мультимедійний редактор дозволяє створювати віртуальні мультимедійні лабораторні роботи викладачам, які не мають досвіду та навичок з програмування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козловський, Є.О. & Кравцов, Г.М. (2011). Віртуальна лабораторія в структурі системи дистанційного навчання. *Інформаційні технології в освіті*, 10, 102 – 109.
2. Козловський, Е.О. & Кравцов, Г.М. (2012). Объектная модель структуры программного обеспечения виртуальной лаборатории в системе Херсонский виртуальный университет. *Інформаційні технології в освіті*, 12, 55 – 60.
3. Буч, Г. (2008). *Объектно-ориентированный анализ и проектирование*.
4. Соловов, А. В. (2002). Виртуальные учебные лаборатории в инженерном образовании. *Індустрія образования*, 2, 386 – 392.
5. Меньшиков, Д. В., Эйхман, Е. А. & Юн, С. Г. (2011). Основные подходы к разработке системы построения виртуальных моделей и демонстраций. *Новые образовательные технологии в вузе (НОТВ – 2011): сб. материалов восьмой междунар. науч.-метод. конф., 2–4 февр. 2011 г., 373– 378*.
6. Козловський, Є. О. & Кравцов, Г. М. (2014). Мультимедійна віртуальна лабораторія з фізики в системі дистанційного навчання. *Інформаційні технології в освіті*, 18, 80 – 89.
7. Unity (game engine). Взято з https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_%28game_engine%29.
8. Наглядная физика. Взято з http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=5&Itemid=94.
9. Лабораторна робота №4. Школа сучасних знань. Взято з http://www.zhu.edu.ua/mk_school/pluginfile.php/15939/mod_resource/content/0/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%20%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20E2%84%964.pdf.
10. Олифер, В. Г. & Олифер, Н. А. (2006). *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы*.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Kozlovskyu, E. O. & Kravtsov, G. M. (2011). Virtual Laboratory in Distance Learning System. *Information Technology in Education*, 10, 102 - 109.

2. Kozlovskyy, E. O. & Kravtsov, G. M. (2012). Objective Model of Software Structure of Virtual Laboratory in System the Kherson Virtual University. *Information Technology In Education*, 12, 55 - 60.
3. Buch, G. (2008). *Object-Oriented Analysis and Design*.
4. Solovov, A. V. (2002). Virtual Training Laboratories in Engineering Education. *Industriya obrazovaniya*, 2, 386 - 392.
5. Menshikov, D. V., Eichmann, E. A. & Yun, S. G. (2011). The Main Approaches to Developing a System for Constructing Virtual Models and Demonstrations. *New Educational Technologies in the University (NOTV - 2011): Sat. materials of the eighth international. scientific method. Conf., February 2-4. 2011*, 373-378.
6. Kozlovskyy, E. O. & Kravtsov, G. M. (2014). Multimedia Virtual Laboratory for Physics in the Distance Learning. *Information Technology in Education*, 18, 80 - 89.
7. *Unity (game engine)*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_%28game_engine%29.
8. *Visual Physics*. Retrieved from http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=5&Itemid=94.
9. Laboratory work №4. *School of Modern Knowledge*. Retrieved from http://www.zhu.edu.ua/mk_school/pluginfile.php/15939/mod_resource/content/0/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%20%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20E2%84%964.pdf.
10. Olifer, V. G. & Olifer, N. A. (2006). *Computer Networks. Principles, Technologies, Protocols*.

Стаття надійшла до редакції 08.11.2017.

The article was received 8 November 2017.

Hennadiy Kravtsov, Andrii Baiev, Oleksandr Lemeshchuk, Viktor Orlov

Kherson State University, Kherson, Ukraine

MULTIMEDIA EDITOR OF VIRTUAL PHYSICAL LABORATORY IN DISTANCE LEARNING SYSTEM «KHERSON VIRTUAL UNIVERSITY»

The questions of modeling the structure of the objects of the system, the design of software modules and technologies for creating the editor of a virtual laboratory are considered. The relevance of the study is due to the lack in existing distance learning systems of support for the creation and use of virtual laboratory work on disciplines of the natural-science profile. The subject of the study is a software module for creating and using virtual laboratory work in a distance learning system. The purpose of the study is the development of a system model and a description of the software development technology of a virtual laboratory for physics for a distance learning system. The information technologies of designing the structure of the virtual laboratory and the main modes of the program module of the editor of the virtual laboratory work are described.

At the heart of the structure of the software module "Virtual Laboratory" is the multimedia Web-editor of virtual laboratory works, which is created using object-oriented design technology. The program library of multimedia 3D objects created in the development environment of interactive graphic objects Unity3D. It unifies the process of creation and processing of virtual laboratory works. The basic mathematical package for supporting calculations is the mathematical processor Waterloo Maple. The application of the developed software interface will allow teachers to create laboratory works and use them in their distance courses. Students, in turn, will be able to conduct research, performing virtual laboratory work.

As an example, the editor of the virtual laboratory for physics in the distance learning system "Kherson Virtual University" is considered.

Keywords: system of remote training, virtual laboratory, physical laboratory, editor of laboratory works.

Кравцов Г.М., Баев А.С., Лемещук А.И., Орлов В.В.

Херсонский государственный университет, Херсон, Украина

**МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ РЕДАКТОР ВИРТУАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ
ЛАБОРАТОРИИ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ «ХЕРСОНСКИЙ
ВИРТУАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Рассматриваются вопросы моделирования структуры объектов системы, проектирования модулей программного обеспечения и технологии создания редактора виртуальной лаборатории. Актуальность исследования обусловлена отсутствием в существующих системах дистанционного обучения поддержки создания и использования виртуальных лабораторных работ по дисциплинам естественнонаучного профиля. Предметом исследования является программный модуль создания и использования виртуальных лабораторных работ в системе дистанционного обучения. Цель исследования – разработка модели системы и описание технологии разработки программного обеспечения виртуальной лаборатории по физике для системы дистанционного обучения. Описаны информационные технологии проектирования структуры виртуальной лаборатории и основные режимы работы программного модуля редактора виртуальной лабораторной работы.

В основе структуры программного модуля «Виртуальная лаборатория» лежит мультимедийный Веб-редактор виртуальных лабораторных работ, который создан по технологии объектно-ориентированного проектирования. Программная библиотека мультимедийных 3D объектов, созданных в среде разработки интерактивных графических объектов Unity3D, унифицирует процесс создания и обработки виртуальных лабораторных работ. Базовым математическим пакетом для поддержки вычислений является математический процессор Waterloo Maple. Применение разработанного программного интерфейса позволит преподавателям создавать лабораторные работы и использовать их в своих дистанционных курсах. Ученики, в свою очередь, смогут проводить исследования, выполняя виртуальные лабораторные работы.

В качестве примера рассматривается редактор виртуальной лаборатории по физике в системе дистанционного обучения «Херсонский виртуальный университет».

Ключевые слова: система дистанционного обучения, виртуальная лаборатория, физическая лаборатория, редактор лабораторных работ.