

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «**ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАУКОВО-
ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ**»

Виконала: студентка курсу, 2 групи 8.0149-ф-з

Спеціальності 014 Середня освіта

предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика)

освітньої програми Середня освіта (Фізика)

Р.В. Балаян

(ініціали та прізвище)

завідувач кафедри загальної та прикладної фізики, професор,
Керівник доцент, доктор педагогічних наук Андрєєв А.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

доцент кафедри медичної фізики, біофізики та вищої
Рецензент математики Запорізького державного медичного
університету кандидат педагогічних наук Точиліна Т.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 25.05.2020**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	25.07.2020	
2.	Збір вихідних даних.	01.08.2020	
3.	Обробка методичних та науково-технічних джерел.	02.08.2020	
4.	Розробка першого розділу.	05.10.2020	
5.	Розробка другого розділу.	15.10.2020	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи	07.11.2020	
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	10.12.2020	

Студент _____
(підпис)Р.В. Балаян
(ініціали та прізвище)Керівник роботи _____
(підпис)А.М. Андрєєв
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер _____
(підпис)Н.І. Тихонська
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики»: 142 с., 38 рис., 9 табл., 64 джерела, 2 додатки.

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ, ІНТЕГРАЦІЯ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ, СИСТЕМИ КОМУНІКАЦІЇ, КОМПЕТЕНЦІЇ, НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ, ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ З ФІЗИКИ.

Об'єкт дослідження: процес навчання фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: методичні засади використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики.

Мета роботи: розроблення методичних засад використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики.

Методи дослідження: *теоретичні*: теоретичний аналіз, синтез і систематизація наукової літератури з педагогіки, психології, навчально-методичних, словникових та інструктивна-нормативних видань, інформаційних ресурсів мережі Інтернет для з'ясування рівня опрацювання проблеми, визначення понятійно-категоріального апарату; *емпіричні*: бесіди, опитування, включене та непряме спостереження за навчальною діяльністю учнів закладів загальної середньої освіти у процесі навчання фізики; педагогічний експеримент для підтвердження ефективності розробленої методичної системи по злагодженій роботі викладачі з інформатики та фізики, із застосуванням сучасних інформаційних технологій, у вивченні однієї теми по кожному з предметів; *статистичні*: опрацювання результатів педагогічного експерименту.

Наукова новизна полягає у створенні методичної системи науково-дослідної роботи учнів з фізики із застосуванням сучасних цифрових технологій, яка містить цілі, форми, методи і засоби організації спільної діяльності учителя та учнів на уроках фізики та інформатики.

Практичне значення роботи полягає у тому, що вчителі фізики можуть використовувати у практичній діяльності методичну систему з організації навчальної та науково-дослідницької діяльності учнів з фізики з використанням сучасних цифрових технологій.

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Using of Modern Digital Technologies for the Organization of Research Activity of Students in Physics»: 142 pages, 38 pictures, 9 tables, 64 resources, 2 appendixes.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES TEACHING PHYSICS, INTEGRATION IN TEACHING PHYSICS AND COMPUTER SCIENCE, COMMUNICATION SYSTEMS, COMPETENCE, RESEARCH ACTIVITY OF STUDENTS IN PHYSICS, VIRTUAL LABS IN PHYSICS.

Object of research: The process of teaching physics in general secondary education.

Subject of research: methodical bases of use of modern digital technologies for the organization of research activity of pupils in physics.

Purpose: to develop guidelines for the use of modern digital technologies for the organization of research activities of students in physics.

Research methods: theoretical: theoretical analysis, synthesis and systematization of scientific literature on pedagogy, psychology, educational and methodical, dictionary and instructional and normative publications, information resources of the Internet to clarify the level of elaboration of the problem, definition of conceptual and categorical apparatus; empirical: interviews, surveys, included and indirect observation of the educational activities of students of general secondary education in the process of teaching physics; pedagogical experiment to confirm the effectiveness of the developed methodological system for the coordinated work of teachers of computer science and physics, with the use of modern information technology, in the study of one topic in each of the subjects; statistical: processing the results of a pedagogical experiment.

The scientific novelty is to create a methodical system of research work of students in physics with the use of modern digital technologies, which contains

goals, forms, methods and means of organizing joint activities of teachers and students in physics and computer science lessons.

The practical significance of the work is that physics teachers can use in practice the methodological system for the organization of teaching and research activities of physics students using modern digital technologies.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу	2
Реферат.....	4
Summary	6
Вступ	10
Скорочення і терміни	14
1 Впровадження і використання сучасних цифрових технологій в освітньому процесі фізики.....	15
1.1 Класифікація сучасних цифрових технологій.....	15
1.2 Використання апаратних засобів мультимедійних інформаційних технологій у навчанні фізики.....	18
1.3 Використання програмних засобів у навчанні фізики.....	28
1.4 Використання ресурсів і технологій глобального інформаційного простору під час навчання фізики	35
1.5 Віртуальні лабораторії.....	44
2 Методичні засади використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики.....	53
2.1 Загальні підходи до питання математичного моделювання фізичних явищ в процесі науково-дослідної діяльності учнів з фізики.....	53
2.2 Моделювання фізичного досліду на прикладі лабораторної роботи «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою комп'ютерної моделі математичного маятника»	59

2.2.1	Стандартна методика проведення лабораторної роботи з визначення учнями прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника	59
2.2.2	Опис інтерфейсу програми для проведення досліду з визначення прискорення вільного падіння за допомогою комп'ютерної моделі математичного маятника.....	62
2.2.3	Авторська програма для проведення лабораторної роботи з фізики «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою комп'ютерної моделі математичного маятника».....	73
2.2.4	Авторська методика практичної роботи учнів з інформатики «Моделювання математичного маятника в середовищі програмування Delphi».....	79
2.3	Організація спільної науково-дослідної діяльності вчителя та учнів в рамках створення програмного проекту для моделювання поведінки математичного маятника засобами Delphi.....	85
3	Експериментальна перевірка результатів дослідження	89
3.1	Організація і проведення педагогічного експерименту.....	89
3.2	Аналіз результатів педагогічного експерименту.....	91
	Висновки.....	96
	Перелік посилань	98
	Додаток А Вихідний текст основних модулів програми. Delphi XE 10.3	104
	Додаток Б Характеристики планет Сонячної системи.....	140
	Додаток В Рецензія на програмне забезпечення.....	141

ВСТУП

Початок ХХІ століття ознаменувався значним збільшенням можливостей людини в отриманні знань та якості комунікацій, поставивши на порядок денний модернізацію середньої освіти в аспекті створення і розвитку Нової української школи в швидкоплинних умовах глобального світу. Особливо гостро у закладах середньої освіти постали проблеми природничо-математичної, зокрема фізичної освіти. Результати зовнішнього незалежного оцінювання з фізики засвідчили і зниження рівня знань учнів з предмету, і зниження кількості учнів, які проходять таке оцінювання з фізики. Одним із можливих напрямів збудження інтересу учнів до фізики, підвищення якості шкільної фізичної освіти є впровадження сучасних інтерактивних цифрових технологій в навчальний процес з фізики.

«Інтеграція» повинна стати девізом цього процесу, як інтеграція в електроніці и радіотехніці, ще в середині 50-х років минулого століття відкрила дорогу цифрі, в усі області існування суспільства.

Актуальність теми.

Використання сучасних інтерактивних цифрових технологій у процесі навчання фізики цілком логічно вписується в картину розвитку української освіти, що знайшло своє вираження в низці нормативних освітніх документів, зокрема: закони України «Про освіту» (2017 р.) [1], «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року»[2], Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [3].

Ці та інші документи встановлюються напрями модернізації закладів загальної середньої освіти, взагалі, та впровадження сучасних цифрових технологій у процесі навчання фізики у школи, зокрема.

Фізика має великі можливості для організації експериментальної і дослідницької діяльності учнів і розвитку у них дослідницьких вмінь. Комплексне використання сучасної комп'ютерної та цифрової техніки разом з

фізичним обладнанням дає нові можливості для розкриття невичерпного дидактичного потенціалу фізичного експерименту. Проте спостерігається деяке відставання в методології викладання фізики від сучасних цифрових технологій, поширення таких технологій в середовищі викладання взагалі і фізики зокрема, значно нижче ніж в сучасному суспільстві і, особливо, серед молоді.

Наявність даного протиріччя, безсумнівна корисність використання сучасних інтерактивних технологій в процесі викладання фізики та організації науково-дослідницької роботи учнів, недостатня розробленість відповідної проблематики у наукові дослідження показують високу актуальність даної теми й зумовили вибір теми кваліфікаційної роботи «Використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики».

Об'єкт дослідження.

Процес навчання фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження.

Методичні засади використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики.

Мета й завдання дослідження.

Мета дослідження полягає в науковому підході до розробки методичних засад використання сучасних цифрових технологій в аспекті їх можливого використання для організації навчальної та науково-дослідницької діяльності з фізики учнів закладів загальної середньої освіти.

Для досягнення мети поставлено такі *завдання*:

- розглянути сучасні інформаційні технології і їх застосовність в організації навчальної та науково-дослідницької діяльності з фізики;
- розробити методичні засади використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики;
- розробити авторську методику для проведення лабораторної роботи з фізики;

– провести педагогічний експеримент для доведення ефективності запропонованих методичних засад використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики.

Методи дослідження.

Досягненню мети й вирішенню поставлених завдань сприяло використання комплексу методів дослідження:

– *теоретичних*: теоретичний аналіз, синтез і систематизація наукової літератури з педагогіки, психології, навчально-методичних, словникових та інструктивна-нормативних видань, інформаційних ресурсів мережі Інтернет для з'ясування рівня опрацювання проблеми, визначення понятійно-категоріального апарату;

– *емпіричних*: бесіди, опитування, включене та непряме спостереження за навчальною діяльністю учнів закладів загальної середньої освіти у процесі навчання фізики; педагогічний експеримент для підтвердження ефективності розробленої методичної системи по злагодженій роботі викладачі з інформатики та фізики, із застосуванням сучасних інформаційних технологій, у вивченні однієї теми по кожному з предметів;

– *статистичних*: опрацювання результатів педагогічного експерименту.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у створенні методичної системи науково-дослідної роботи учнів з фізики із застосуванням сучасних цифрових технологій, яка містить цілі, форми, методи і засоби організації спільної діяльності учителя та учнів на уроках фізики та інформатики.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в тому, що розроблено та впроваджено у процес навчання фізики в закладах загальної середньої освіти:

- методичну систему з організації навчальної та науково-дослідницької діяльності учнів з фізики з використанням сучасних цифрових технологій;
- методичну систему спільної навчальної та науково-дослідницької роботи учнів з фізики та інформатики з використанням сучасних цифрових технологій;
- матеріали дослідження можуть бути використані вчителями у процесі навчання фізики у закладах загальної та середньої освіти школі;
- основні положення та результати дослідження впроваджено в навчально-виховний процес загальноосвітньої школи I-III ст. № 36 м. Запоріжжя.

Апробація результатів дослідження.

Основні результати й теоретичні положення дослідження доповідалися та обговорювалися на методичному об'єднанні вчителів природничо-математичних дисциплін загальноосвітньої школи I-III ст. №36 м. Запоріжжя та на засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ 09 листопада 2020 р.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань, додатків. Загальний обсяг роботи – 142 сторінки, з них основного тексту – 88 сторінки. Перелік посилань містить 64 найменування.

СКОРОЧЕННЯ І ТЕРМІНИ

ЦІТ, ІТ	цифрові інформаційні технології
АТ, АD	Active Directory - служба Мікрософт з управління каталогами
РС, ПК, ПЕОМ	персональний комп'ютер
ПЗ	програмне забезпечення, програмні засоби
БД	база даних (електронна)
СУБД	система управління базами даних
Ір, ТСР, ТСР / ІР	стек протоколів, що забезпечують роботу цифрових інформаційних систем.
ОС	операційна система
SQL	мова програмування запитів до БД
ЄІП	єдиний інформаційний простір
ЕГ	експериментальна група
КГ	контрольна група
iOS	мобільна операційна система для смартфонів

1 ВПРОВАДЖЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ФІЗИКИ

1.1 Класифікація сучасних цифрових технологій

На сьогоднішній день школи оснащені комп'ютерними класами, вчителі мають можливість використовувати сучасну техніку на уроці. Використання інформаційних технологій під час навчання допомагає створити обстановку, яка стимулює інтерес учнів. Це надає вчителю можливість яскраво та наглядно провести урок, надати новий матеріал, так щоб учням було зрозуміло й цікаво, розвиває в учнів образне мислення, дозволяє легше утримувати увагу.

Обов'язковою складовою частиною у вивченні фізики є лабораторні роботи й демонстрація фізичних дослідів, явищ. Але, на жаль, не всі школи мають добре оснащені кабінети, які дозволяють провести складні лабораторні, дослідні роботи. У цьому на допомогу приходять сучасні цифрові технології, які дозволяють проводити складні досліди у віртуальному просторі [4]. Де учень може сам вирішувати які вхідні параметри потрібні для дослідів, спостерігати, як змінюється отриманий результат, аналізувати його, робити висновки.

Сучасними цифровими технологіями – будемо вважати всі технології, галузі діяльності, методики, алгоритми, обладнання, які стали можливі і отримали розвиток, у наслідок широкого впровадження «цифрових технологій» в класичному розумінні, як антагоністів «аналогових технологій» - схемотехнік і математичних алгоритмів, дозволяють широко працювати з інформацією представленою в цифровому вигляді – у вигляді сигналів з дискретними смугами рівнів (частіше – два рівня, двійкова система) а не безперервним спектром [5,6].

На даний час переважний відсоток оброблюваної інформації здійснюється в цифровому вигляді (в цифровому вигляді представлена як

інформація, так і алгоритми обробки, зберігання та доступу до інформації). Виходячи з цього, в подальшому можна об'єднувати поняття «цифрові технології» та «інформаційні технології» та використовувати сталу аббревіатуру – «ІТ».

Згрупуємо деякі ІТ технології, які, на сучасному етапі, можна застосовувати на уроках фізики, з точки зору організації підходу до використання на уроках та особливостей, застосовуючи їх в навчальному процесі.

З цієї точки зору можна виділити:

- Апаратні засоби, що включають в себе комп'ютери, мультимедіа-проектори;
- Програмні засоби «локального» застосування, які використовуються в тісному взаємозв'язку з апаратними (текстові процесори, ПЗ для створення презентацій, графічні редактори, комплекси 3D моделювання та проектування та інше);
- Технології, які забезпечують функціонування глобального інформаційного простору: локальна і глобальні інформаційні мережі (функціонування інфраструктури), засоби обміну інформацією в різному вигляді, в т.ч. блоги, соціальні мережі та інше.

Кожна група, з точки зору організації уроків фізики, забезпечує виконання свого спектра завдань.

Крім безпосередньо комп'ютера, який використовується учнями, для освоєння матеріалу, може застосовуватися широкий спектр апаратних засобів: комп'ютер викладача, мультимедійна дошка, мультимедійний проектор, аудіоколонки, мікрофони, планшети, окуляри доповненої реальності, принтери, мікроконтролери, роботи, 3D принтери, сервери і багато іншого.

Має сенс активно використовувати не тільки шкільне обладнання, а й особисті засоби учнів – домашні ПК (наприклад – для виконання домашнього завдання), телефони, планшети та інше.

Програмні засоби – особливість сучасних ІТ технологій – практично обов'язкове спільне використання програмних і апаратних засобів. Апаратні засоби надають можливості, але тільки програмні – ці можливості реалізують [7]. Можна сказати, що аналізувати успішність учнів, і паперової версії журналу або щоденника для цього явно недостатньо.

У класах з'являються інтерактивні дошки – зазвичай вони схожі на величезний сенсорний планшет. Багато вчителів поки продовжують використовувати їх, як традиційні, і часто залишаються незадоволені – страждає роздільна здатність і швидкість реакції сенсора. В останні роки, правда, з'являються рішення, що дозволяють відмовитися від єдиної дошки і транслювати загальну картинку на планшети або ноутбуки. Але і цю тенденцію підтримують не всі педагоги. Деякі з них побоюються «гаджетів» на учнівських столах.

Шкільні книги теж закономірно йдуть в «цифру», але їх якість поки залишає бажати кращого – поки продуктів, які дозволять назавжди забути про традиційні підручники, на освітньому ринку немає.

Школа зараз переживає дивовижні часи. Інтерактивні дошки є сусідами в класах з задачниками 1976 року випуску. Поки одні десятикласники розробляють алгоритми машинного навчання, інші – пишуть калькулятор в Delphi. У деяких школах тестують окуляри віртуальної реальності, а в інших – в класах інформатики стоять лампові монітори. І хоча більшість шкіл поки відстає від тенденцій, «цифра» вже поміняла весь освітній процес.

1.2 Використання апаратних засобів мультимедійних інформаційних технологій у навчанні фізики

Персональний комп'ютер

Як засіб навчання на уроках фізики персональний комп'ютер можна використовувати для [8; 9]:

- моделювання фізичних об'єктів;
- автоматизації розрахунків;
- розв'язування задач;
- управління лабораторним обладнанням;
- побудови і демонстрації графічних зображень, схем, діаграм;
- контролю знань.

Персональний комп'ютер, ПК (англ. Personal computer, PC), ПЕОМ (персональна електронно-обчислювальна машина) – настільна мікро-ЕОМ, що має експлуатаційні характеристики побутового приладу і універсальні функціональні можливості. ПК застосовуються як засоби масової автоматизації (в основному для створення на їх основі автоматизованих робочих місць) в соціальній і виробничих сферах діяльності в різних областях народного господарства і призначені для користувачів, що не володіють спеціальними знаннями в області обчислювальної техніки і програмування. Спочатку комп'ютер був створений як обчислювальна машина, але ПК також використовується в інших цілях – як засіб доступу в інформаційні мережі та як платформа для мультимедіа (мультимедіастанція) і комп'ютерних ігор (ігровий ПК).

В першу чергу ПК у класі повинен адекватно відповідати вимогам навчальної програми. Якщо в рамках навчальної програми школярі проходять Phyton, Delphi (Lazarus) – вимоги будуть одні, якщо даються теми 3D моделювання, нелінійного відеомонтажу – зовсім інші. Але в будь-якому випадку мінімальна конфігурація повинна забезпечувати запуск сучасної

версії ОС, пакету офісних програм (Microsoft або аналогічних), браузерів, середовищ програмування, забезпечувати доступ в Інтернет, володіти монітором з достатньою якістю зображення і роздільної здатності. На даний момент – це 21 дюйм по діагоналі і *FulHD* (1920x1080) роздільній здатності при *truecolor* кольорі і *IPS* матрице [10].

Тільки за допомогою ПК можна набути мінімальних практичних навичок користування офісними пакетами (текстовими процесорами, електронними таблицями, засобами створення презентацій та ін.).

Держава, яка турбується про своє майбутнє, про молоде покоління, має ввести програму, яка дозволяє допомогти сім'ям придбати або оновити домашній ПК, для потреб учнів.

Об'єднання ПК в мережу. Організація комп'ютерної мережі[11]. Деякі переваги для комп'ютерного класу школи технології AD (Active Directory) Мікрософт

Використання комп'ютерної мережі з підключенням до Інтернету може інтенсивно використовуватися на уроках фізики для проведення робіт в віртуальних лабораторіях на уроці, для самостійної роботи учня в позаурочний час, для приведення контрольних, самостійних робіт, опитувань [12]. Наявність автоматичних робочих місць учнів об'єднаних в мережу дає можливість оперативна контролювати вчителю учнів на уроці фізики.

Комп'ютерна мережа (обчислювальна мережа) – система, що забезпечує обмін даними між обчислювальними пристроями. На даний момент найбільшого поширення набула мережа Ethernet.

Значно підвищуються можливості вчителя, якщо ПК об'єднані в обчислювальну мережу. Навіть якщо вона така проста, однорівнева, як показано на схемі (див. рис. 1.1):



Рисунок 1.1 – Однорівнева обчислювальна мережа

Вже при такій організації мережі з'являється можливість надавати основу для уроку дітям централізовано, виділяти доступ в інтернет, навчати основам роботи в мережі: спільну роботу над документами, управління доступом до мережових папок і багато іншого. Якщо ж структура мережі більш складна, має кілька рангів, застосовується, наприклад, контролер домену AD Microsoft, відповідна настройка права доступу і т.п. (див. рис. 1.2)[13; 14]

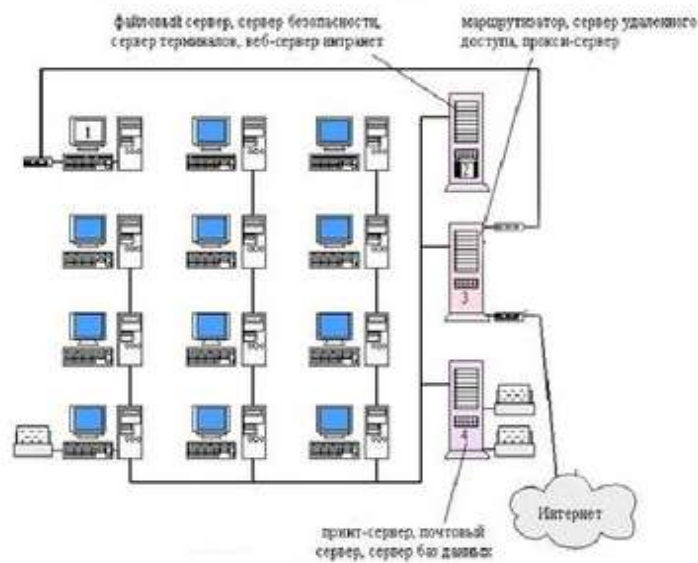


Рисунок 1.2 – Контролер домену. Налаштування прав дозволу

Можливості при подачі матеріалу, управлінням аудиторією, комфорт учнів і безпеку як учнів, так і шкільної інфраструктури підвищуються ще значніше. Учитель отримує інструменти централізованого управління контентом на ПК учнів. Фільтрація Інтернет інформації відбувається за правилами, налаштованим досвідченим системним адміністратором. Все ПЗ, необхідне для уроку, налаштовується централізовано в рамках засобів управління AD, що гарантує єдине середовище для кожного навчального місця. Кожен учень має свою особисту обліковий запис в AD, що дозволяє йому працювати в звичному середовищі за будь-яким комп'ютером в рамках AD, при цьому не порушується безпека, зводяться до мінімуму можливості учнів щодо порушення працездатності шкільної обчислювальної сеті, псування ПЗ і т.п. Учитель отримує можливість оперативно, з мінімальними витратами надати учням на кожне робоче місце дидактичний матеріал, контролювати роботу учнів, в процесі уроку зі свого місця, перевіряти роботи і багато іншого. Скорочення часу, що витрачається вчителем на підготовку уроку, перевірку роботи учнів – дозволить йому більше часу приділяти безпосередньо темі уроку та індивідуальній роботі з учнями. Звичайно всі ці можливості реалізуються необхідним програмним забезпеченням.

На підставі СКС можна організувати доступ в Інтернет, якої суттєво розширити можливості викладача в організації уроку. надає можливість залучення учнів до розробок електронних засобів інформаційної підтримки навчання фізики.

«Мала механізація» – лазерні указки, аудіосистеми, веб камери

Слід звернути увагу на невеликі пристрої, які рідка згадуються в роботах, присвячених застосуванню цифрових технологій в школі. Це, наприклад, лазерні указки, сучасні багатоканальні аудіосистеми, веб-камери та ін. (див. рис. 1.3)



Рисунок 1.3 – «Мала механізація»

Ці невеликі пристрої непомітні і незамінні помічники у викладі матеріалу на уроках фізики. Лазерна указка є зручною заміною звичайної і незамінною – при необхідності проводити показ в затемнених приміщеннях, при показі слайдів, фільмів, презентацій на уроці фізики [15; 16]. Веб-камера – простий у використанні і доступний пристрій, що дозволяє проводити зйомку і трансляцію об'єкта, пристрою або досліду з фізики з робочого столу викладача на великий екран. Аудосистеми забезпечують звукове супроводження комп'ютерної презентації, фільму, відеоролика на уроках фізики.

Це звичні, недорогі пристрої, які, однак, можуть органічно застосовуватися на уроках в фізики.

Лазерні указки, спільно з проектором – дозволяють вчителю працювати з великим розміром екрану з будь-якої точки класу. Йому не обов'язково вставати і підходити до дошки, на якій відображаються слайди. Зазвичай вчитель проводить кілька годин біля дошки, а завдяки лазерній вказівки він може заощадити своє здоров'я, час, нерви, краще контролювати роботу класу, будучи не на кафедрі або біля дошки, а між парт учнів.

Багатоканальні аудіосистеми – забезпечувати якісний звук в аудиторії, що безпосередньо впливає як на засвоєння матеріалу, так і на втомлюваність учнів і викладача. Крім того, сучасні системи звуку дозволяють легко підключати колонки до різних пристроїв, організувати вихід звуку одночасно з ПК, планшета, накопичувачів флеш-пам'яті, смартфона та ін. Так, суто аналогові пристрої, як аудіосистеми давно стали «типовим представником» ЦІТ – як мінімум перетворення АЦП здійснюється на вході аналогового сигналу і аудіофільтри більшості аудіосистем працюють з цифровою формою сигналу. У ряді випадків – передача та обробка аудіо-сигналу спочатку ведеться в цифровій формі [14; 15].

Веб-камера дозволяє легко завантажити в комп'ютер зображення, надати вихідний ролик [17; 18].

Комп'ютер, веб-камери та аудіосистеми стали незамінними помічниками під час **проведення дистанційних** занять з учнями.

Мультимедійні проектори

Описані вищі можливості використання веб-камери і комп'ютера не можливо використовувати без мультимедійного проектору, який проектує зображення на екран. Один з небагатьох пристроїв, який дозволяє проводити демонстрацію матеріалу для великої аудиторії, в зв'язку з чим є незамінним помічником при проведенні показів фільмів, мультимедійним супроводом відкритих уроків в школі і т.д.

У мультимедійному проекторі проекційна лампа, ЖК-матриця і оптична система конструктивно розміщуються в одному корпусі, крім того там же розміщується інтерфейсна частина, що дозволяє підключати проектор до різних систем виведення зображення та інтегрований комп'ютер, який здійснює функції управління і дає можливість організувати висновок відео- та аудіо- даних безпосередньо з носія інформації (HDD, Flash і т.д.) без використання додаткового ПК. (див. рис. 1.4)



Рисунок 1.4 - Мультимедійний проектор

Сучасний мультимедійний проектор – це цифровий комбайн, що забезпечує виведення звуку та зображення з різних пристроїв, роботу з безліччю форматів аудіо- і відео- даних. Проектор став звичним атрибутом в школі і активно використовується у викладанні. З його допомогою можна організувати презентацію для всього класу, забезпечити інтерактивність, транслювати зображення робочого столу, якщо потрібно розкрити тему уроку і показати прийоми роботи «вживу».

Інтерактивні дошки

Надзвичайно зручною заміною звичайної шкільної дошки на уроках фізики стала інтерактивна дошка. Викладання фізики завжди пов'язане з підготовкою на дошці великої кількості схем, графіків, ескізів. Використання інтерактивних дошок дозволяє весь цей матеріал з фізики підготувати заздалегідь на більш високому рівні, заощадити вчителю фізики час на безпосереднє спілкування з учнем.

Інтерактивна дошка – це інтерактивний сенсорний екран, який має засоби виведення зображення і працює в тісній взаємодії з ПК (окремим або інтегрованим в ІД). Перші інтерактивні дошки були розроблені компанією Херох PARC в 90-і роки. (див. рис. 1.5)



Рисунок 1.5 – Інтерактивна дошка

Інтерактивні дошки використовуються в шкільних кабінетах, переговорних, залах для групових занять, кімнатах для дистанційного навчання та ін. Ще дошку можна використовувати для запуску програм, натискання кнопок і відкриття меню (імітація роботи миші), проведення презентацій або уроків, для робіт з віртуальною лабораторією, використовуючи інтерактивну дошку в якості єдиного пристрою введення.

Для більшості ІД розроблено спеціальне програмне забезпечення, яке надає інструменти для розширення можливостей взаємодії. Зазвичай воно включає в себе можливості паперових фліпчартів, ручок і маркерів, віртуальних рулеток, транспортивів, циркулей, засобів організації опитувань, відео / медіа-системи, такі як DVD-програвачі в комбінації з телевізорами та інших інструментів, які можуть бути корисні при проведенні занять. Учитель або учень може взаємодіяти з дошкою не тільки за допомогою її сенсорів, а й з підключеного ПК або КПК в цьому випадку вчитель може знаходитися в будь-якому місці класу, вільно переміщатися по класу, не втрачаючи можливість керувати вмістом дошки (потрібна бездротова мережа).

Інтерактивні дошки можуть замінити традиційні маркерні дошки, фліпчарти, відео/медіа-системи, такі як DVD-програвачі в комбінації з телевізорами або доповнювати їх.

Засоби записи дозволяють записувати дії, що виконуються на інтерактивному екрані. Підключивши до комп'ютера мікрофон, можна записати свій виступ, а створену таким чином запис передати слухачам для повторного відтворення.

Останнім часом інтерактивні дошки почали використовувати для хорового читання в класі. Наприклад, що імітують книги (mimic books) дозволяють вчителям проектувати на екран дитячі книги і взаємодіяти з ними.

Існує кілька досліджень про вплив використання інтерактивних дошок на ефективність навчання учнів. Так компанія ВЕСТА (Великобританія) надала результати дворічного дослідження впливу інтерактивних дошок на освітній процес. Це дослідження показало значні успіхи в навчанні, особливо на другому році, коли вчителі вже набули навичок роботи з інтерактивною технологією.

Основний висновок цього дослідження стало те, що після тривалого використання вчителями інтерактивної дошки (до осені 2006 року, щонайменше, два роки) її застосування вбудовується в їх методику викладання як допоміжний елемент для поліпшення взаємодії з учнями. Автори дослідження стверджують, що «посередницька функція інтерактивності» є здоровою концепцією, що пропонує «теоретичне пояснення виявленого в ході MLM-аналізу зв'язку між тривалістю навчання учнів із застосуванням інтерактивних дошок та їх прогресом в здачі національних тестів рік від року»[5].

Дослідження показало, що технологія інтерактивної дошки привела до стабільних поліпшень результатів з усіх предметів і у всіх вікових групах, особливо на другому році застосування. Це вказує на те, що ключовими факторами, що впливають на освітній процес, є як сам факт впровадження технології, так і досвід володіння їй з боку викладача.

Інтерактивна дошка на уроках фізики дозволяє висунути на перший план аналітичну, продуктивну діяльність учнів, відкриваючи для вчителя широкі можливості щодо вдосконалення навчального процесу. Вона легко вписується

в традиційний урок, дозволяючи наочно пояснити і продемонструвати багато фізичні процеси.

Інтеграція апаратних і програмних засобів в єдиний комплекс, спрямований на пояснення і засвоєння матеріалу учнями, інтерес, залучення в навчальний процес аудиторії

Розглядаючи застосування будь-яких цифрових технологій (втілених в апаратної або програмної частини) ми втрачаємо такий важливий аспект як їх спільне застосування, взаємовплив і тісну інтеграцію ЦІТ [20].

Чудовим прикладом інтеграції ЦІТ у процесі викладання фізики – є, описані вище, інтерактивні дошки. Інтеграція системи визначення координат сенсорної панелі, системи відображення-проекування візуальної інформації – екран/проектор, системи підготовки динамічної «картинки» – ПК, систем управління презентацією – пульт проєктора, миша, лазерна указка, сенсорна панель дошки, відповідне ПЗ, дозволила вивести роботу цієї системи інтегрованих ЦІТ на новий рівень [16]. Більш того, для підготовки матеріалу для використання з фізики на інтерактивній дошці потрібно використовувати широкий перелік програмного забезпечення та апаратних засобів, наприклад:

- персональний комп'ютер;
- засоби доступу в інтернет;
- ПЗ для створення презентацій;
- засоби для створення діаграм (Visio, Excel та ін.);
- графічні редактори векторної і растрової графіки;
- САД-системи і системи 3D-проекування;
- текстові процесори;
- системи нелінійного аудіо- та відеомонтажу;
- віртуальні лабораторії і т.п.

Якість подачі матеріалу, в цьому випадку, безпосередньо залежить, в тому числі, від ступеня володіння викладачем різними ЦІТ, прийомами їх використання та напрацьованими методами інтеграції ЦІТ. В іншому випадку –

інтерактивна дошка перетворюється в сумовитий і банальний кодоскоп, поєднаний зі шкільною дошкою.

Творче і глибоко продумане використання вчителем фізики сучасних ІКТ створює прекрасні розвиваючі можливості для учнів, підвищує ефективність і інтенсивність навчальної діяльності учнів, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу, розширенню кругозору, забезпечує високий рівень освітньої діяльності на уроках [19; 21].

1.3 Використання програмних засобів у навчанні фізики

Текстові процесори і електронні таблиці.

Підготовка будь-якого текстового матеріалу з фізики, як викладачем, так і учнем в даний час обов'язково пов'язана з роботою з текстовим редактором. Доповідь з фізики або конспект лекцій – з ймовірністю в 99% буде готуватися в будь-якому текстовому редакторі, які розширили свої можливості настільки, що логічніше їх називати текстовими процесорами.

Текстовий процесор – комп'ютерна програма, яка використовується для написання і модифікації документів, компоновання макета тексту і попереднього перегляду документів в тому вигляді, в якому вони будуть надруковані.

Сучасні текстові процесори, крім форматування шрифтів і абзаців, перевірки орфографії, включають можливості, раніше властиві лише настільним видавничим системам, в тому числі створення таблиць і вставку графічних зображень і багато іншого.

За допомогою текстового процесора можна набрати і роздрукувати контрольні, самостійні роботи, дидактичні картки для індивідуальної роботи [15]. Підготувати методичні рекомендації до виконання дослідної роботи. Якщо учні матимуть комп'ютер на своїх робочих місцях у кабінеті фізики,

вони мають змогу виконати звіт про виконену роботу ні в зошиті, а за допомогою комп'ютера



Рисунок 1.6 – Текстові процесори

Електронна таблиця – комп'ютерна програма, що дозволяє проводити обчислення з даними, представленими у вигляді двовимірних масивів, що імітують паперові таблиці. Деякі програми організовують дані в «листи», пропонуючи, таким чином, третій вимір.



Рисунок 1.7 – Електроні таблиці

Навички роботи з текстовими редакторами і процесорами - теж саме що грамотна читати і писати 100 років тому. Підготовка матеріалів до уроку вчителем, написання доповіді учнем – скрізь використовується текстовий процесор, який надає найширші можливості по макетування.

Потужні електронні таблиць дозволяють грамотна підготувати матеріал до доповіді з фізики або презентації, при цьому надають найпотужніші засоби для оформлення табличних даних, аналітичний апарат, засоби візуалізації та багато іншого. Навик роботи з даними ПЗ буде вкрай корисні учневі в його дорослому житті.

Наявність в електронних таблиця формул та можливості їх компоновки дозволяє використовувати їх на уроках фізики для розв'язування задач, обчислення та обробки результатів лабораторного дослідження, побудови графіків.

- графічних можливостях табличного редактора;
- простоті у використанні;
- активізації пізнавальної діяльності школярів при використанні комп'ютерних програм.

Задача 1. Прямолінійний рух двох тіл описується формулами: $x=16-18t+3t^2$; $x=-20+15t-2,5t^2$. Описати рухи, побудувати для них графіки $v_x(t)$ та $v_y(t)$

Задача 2. Дано два точкові заряди 2нКл та 5нКл. Побудувати графік залежності сили Кулона від відстані між зарядами. На якій відстані між зарядами сила Кулона буде меншою від 0,02Н?

Задача 3. До джерела струму з 24В підключено 240 Ом. Накресліть напруженою графік залежності сили струму у реостаті від його дослідницьких логічні функції

Для розв'язування завдань можна використовувати Microsoft Excel.

Задача 4. За допомогою табличного процесора Microsoft Excel створіть таблицю перевірки плавучості фізичних речовин. Таблиця має містити три стовпці: «Назва речовини», «Густина», «Здатність плавати». Перші два стовпці заповніть самостійно за таблицями з підручника фізики, третій має заповнитися автоматично за допомогою формули, яка порівнює густоту тіла з густиною води.






Рисунок 1.8 – Використання електронних таблиць

Доцільність використання при розв'язуванні фізичних задач табличного процесора Microsoft Office Excel в порівнянні з іншими програмними середовищами полягає у:

- доступності програмного засобу для учнів;
- оперативності математичних розрахунків [21].

ПЗ для створення презентацій.

Провести вчителю лекцію з фізики з показом великої кількості графічного матеріалу, учневі виступити з доповіддю набагато зручніше і наочніше, коли матеріал оформлений у вигляді презентації і транслюється на екран за допомогою проектора або показується на інтерактивній дошці.

Презентації на уроках фізики можуть бути застосовані як заміна плакатів або таблиць який зустрічаються у всіх розділах фізики. За допомогою одного комп'ютера, мультимедійного проектора та інтерактивної дошки можна показувати учням різні плакати і таблиці з можливістю збільшення або виділення будь-якої частини таблиці простим рухом руки.

Комп'ютерна презентація – це особливий документ з мультимедійним вмістом, демонстрація якого управляється користувачем. Досить часто виступ вимагає візуального супроводу і наочного подання інформації. В даному випадку може бути використана комп'ютерна презентація. Це певна послідовність слайдів або ж відеоряд.

На цей час це один з найпопулярніших способів подачі інформації, який використовується в багатьох сферах життя.

Презентації можуть бути:

- слайдові презентації відносяться до розряду статичних, адже вони демонструють нерухоме зображення, яке може змінюватися тільки через певні дії користувача;
- потокові (динамічні) презентації є наборами кадрів, які самостійно змінюються через проміжок часу, що триває менше однієї секунди.



Рисунок 1.9 – Комп'ютерні презентації

Можуть бути також виділені такі поняття, як презентація інтерактивна і зі сценарієм. У першому випадку доповідач активно взаємодіє з комп'ютерним пристроєм з метою пошуку потрібної інформації. У другому – презентація організовується в послідовність слайдів, які змінюються через певний проміжок часу.

Презентація, для вчителя фізики, дозволяє організувати основні поняття нової теми на слайдах таким чином, щоб максимально просто, наочно і в повному обсязі донести інформацію до учнів. Ні в якому разі презентація не може бути єдиною формою роботи вчителя, але однією з основних – безсумнівно.

Крім того, корисним буде давати учням практичний навик розробки власних презентацій – він безсумнівно буде корисний і затребуваний в їх найближчому майбутньому [17;18].

Система управління даними (СУБД, електронні таблиці, та ін.).

Безпосередньо з СУБД на уроках фізики ні вчитель ні учні не взаємодіють, проте тренд розвитку сучасного інформаційного суспільства показує неминучість проникнення прикладного ПО працюючого з базами даних в т.ч. і в процес викладання фізики. Електронні журнали, довідники,

дидактичні матеріали з фізики – це все те, що базується на базах даних і необхідність слідувати сучасним тенденціям зажадає від вчителя з фізики загальних знань про принципи функціонування баз даних і елементарних - про системи управління базами даних.

СУБД - система управління базами даних. СУБД дозволяє зосередитися на роботі з даними, абстрагувавшись від їх фізичного розміщення, а також бере на себе турботу ефективного їх збереження і вибірки.

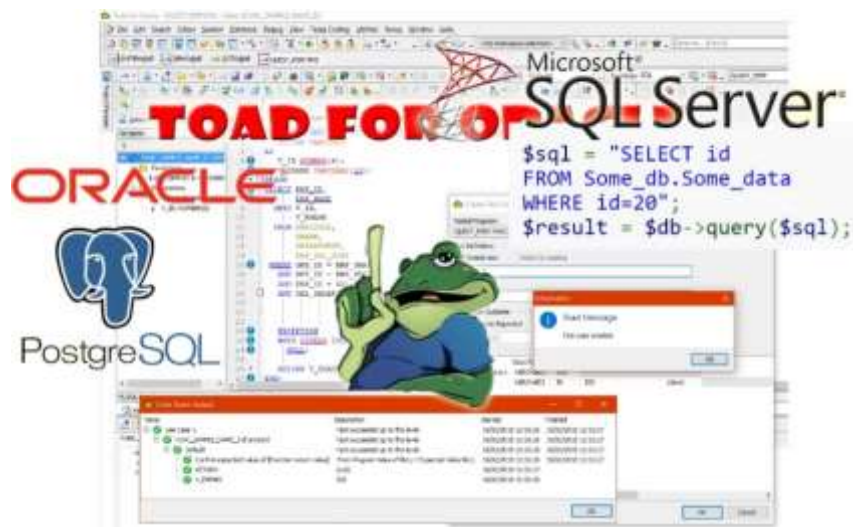


Рисунок 1.10 – Бази даних

СУБД включає в себе комплекс програм, що дозволяють створити базу даних (БД) маніпулювати даними, забезпечує безпеку, надійність зберігання і цілісність даних, а також надає інші засоби для адміністрування БД. В даний час широко використовується для аналітики, організації бізнесу на всіх рівнях, у багатьох локальних програмах, при реалізації переважної більшості сайтів і т.п.

Практично неможливо працювати в ІТ сфері і не працювати з БД. Будуть змінюватися тренди в ІТ, застарівати МП високого рівня, з'являється нові, а SQL буде скромно працювати з БД та знання SQL – завжди знадобляться школяреві. Корисним було б використання БД для організації матеріалів уроку, результатів робіт учнів, оцінок, аналізу ступеня засвоюваності курсу і т.п.

Системи спільної роботи над однією групою даних та системи контролю версій.

Системи контролю версій – це продукт, який, на жаль, поки є екзотикою в будь-якому середовищі за виключенням суспільства розробників програмного забезпечення. Однак в питанні організації навчального процесу з фізики ця група програм може істотно розширити можливості у спільній роботі, наприклад учня, залученого до робіт МАН з фізики і його вчителя.



Рисунок 1.11 – Системи контролю версій

Це може бути спільний проект, доповідь, контрольна або програма. Колективна робота – це не сучасний тренд, однак сучасність (як завжди) накладає свої особливості: висококваліфіковані фахівці зобов'язані знати і вміти працювати з системами контролю версій, управління проектами, з інструментами спільної роботи, що надаються багатьма сучасними пакетами програм, таких як, наприклад, «документи Google», розділ «рецензування» в MS Word і багато інших.

Базові знання про такі інструменти, та навички органічно інтегрувати у процес навчання, учні мають отримати на уроках інформатики. Наприклад, вивчаючи програмування усі теми можна побудувати навколо однієї гілки розробки, поступово доповнюючи і змінюючи її. Тоді учень в будь-який момент може вивчити всі свої рішення, прийняті раніше при написанні коду, відзначити помилки, виправити, експериментувати, без побоювання втратити працюючий код. Учитель, при цьому, також може контролювати всю історію

проекту учня, оцінювати прийняті учнем рішення, рівень показаних знань і засвоюваність матеріалу.

1.4 Використання ресурсів і технологій глобального інформаційного простору під час навчання фізики

Системи комунікації.

Одним з головних гасел сучасного суспільства можна назвати «інтеграцію і глобалізацію» і це повністю відноситься й до організації процесу вивчення фізики в школі. Особливо це важливо, при організації позакласної роботи учнів з фізики. А в поточних умовах карантину і дистанційної роботи з учнями використання інтернету стає єдиним зручним засобом організувати вивчення фізики в школі. Завдяки проникненню цифрових технологій і комунікацій в усі сфери, на всі рівні існування суспільства і людини, завдяки потужним засобам фіксації, передачі, зберігання і обробки інформації, завдяки потужним, безперервно алгоритмам, які постійно розвиваються, слід говорити про організацію єдиного інформаційного простору (ЄІП).

Ступінь «занурення» суспільства в єдиний інформаційний простір – досить точно характеризує ступінь розвиненості сучасного суспільства. Буде злочином не використовувати елементи ЄІП в організації викладання в школі.

ЄІП базується на апаратно-технічних, програмних, адміністративно-організаційних і соціальних факторах. Розгляд останніх двох не є темою даної роботи. До апаратно-технічних можна віднести засоби організації середовища передачі даних (наприклад, для Ethernet – це будуть комутатори, маршрутизатори, кручена пара, оптоволокно, і т.п.). До програмних – слід віднести прикладне ПЗ, яке дозволяє організувати обмін інформацією на необхідному рівні.

Буде логічним активно використовувати ЄІП в викладанні фізики. Мінімально необхідне для цього, природно, буде наявність обчислювальних

засобів, для роботи з інформацією (ПК, планшети, смартфони та ін.) у систем комунікації: локальної обчислювальної мережі школи та наявності доступу в Internet.

Для активної роботи на уроці – потрібна організація бездротової і дротової мережі Ethernet для комп'ютерів учнів і вчителя, смартфонів / планшетів, наявність можливості організації контрольованого доступу в інтернет для комп'ютерів і мобільних пристроїв вчителя і учнів. Сучасним, беззаперечним і достатнім для комфортної роботи стандартом буде Ethernet з урахуванням виті пари (UTP cat.5e), що дозволяє забезпечити гарантовану ширину каналу до кожного комп'ютера в 100Mb і Wi-Fi бездротовий доступ на основі технологій 802.11 n. Застосування тільки Wi-Fi доступу небажано, із-за негарантованою якості зв'язку, можливості перевантаження мережі, складності масштабованості ємкості каналу, при потребі збільшити пропускну здатність мережі.

Така організація мережі дозволить активно використовувати на уроці фізики бази знань, наявності в Інтернеті, послуги, що надаються багатьма компаніями, такі як робота з документами Google, хмарні технології, засоби обміну повідомленнями, мережеві репозитарії, онлайн віртуальні лабораторії, і системи пошуку інформації в інтернеті – Google, Bing (від Microsoft). Активне використання в якості засобів комунікації соціальних мереж, IP-телефонії, електронної пошти – дозволяє тісніше налагодити контакт з батьками учнів, допомогти дітям, які пропускають через тривалу хворобу школу і т.п.

Хмарні технології.

У світових розвинених країнах все більше поширюються технології так званих хмарних обчислень (cloud computing) - модель надання повсюдного і зручного мережевого доступу до загального пулу конфігуруються обчислювальних ресурсів які можуть бути швидко надані і звільнені з мінімальними зусиллями з управління і необхідності взаємодії з провайдером.

Хмарні технології на уроках фізики стали дуже зручні в звичайний час і не замінні в умовах карантину та дистанційного навчання. Активно набирають обертів використання електронних журналів і щоденників, персональні навчальні середовища.

Особливість хмарних технологій – необхідність постійного доступу до провайдера послуги (як правило – наявності доступу в інтернет). Має такі особливості, важливі, з точки зору викладання фізики:

Доступність і мобільність. Доступ до інформації, що зберігається на хмарі, можна отримати не тільки з комп'ютерного класу, а й з дому, кафе, іншого міста. Можна продовжити роботу над цікавою темою, розпочатої на уроці і т.п. Можна, при необхідності здавати роботу на перевірку вчителю, надаючи йому доступ в хмарі, можна опублікувати свою доповідь і т.п.

Економічність. Користувачеві не треба купувати дорогі, великі по обчислювальній потужності комп'ютери та комплектуючі, ПЗ, а також він звільняється від необхідності наймати фахівця з обслуговування локальних ІТ-технологій.

Орендність і гнучкість. Користувач отримує необхідний пакет послуг тільки в той момент, коли він йому потрібен, і платить, власне, тільки за кількість придбаних функцій. Можна розширити або повністю поміняти функціонал (наприклад, в разі змін шкільної програми).

Висока технологічність і надійність. Великі обчислювальні потужності, які надаються в розпорядження користувача, які можна використовувати для зберігання, аналізу і обробки даних. Надійність, яку забезпечують сучасні хмарні обчислення, набагато вище, ніж надійність локальних ресурсів.

За допомогою хмари зручно розсилати дидактичний матеріал, збирати самостійні роботи, файли в хмарі більше захищені від впливу вірусів (типу горезвісного «Петі»).

Сам по собі навик роботи з хмарними сервісами – буде украй затребуваний після школи. Можливо, допоможе отримати в майбутньому більш вигідну пропозицію від роботодавця.

Електронна пошта, месенджери, системи ір- і Інтернет-телефонії

Також як й інші засоби комунікації через мережу Інтернет, в умовах карантину, є необхідними і малозамінимими помічниками викладача фізики в питанні організації взаємодії вчителя й учня.

Прості і безкоштовні програми реалізують різні аспекти передачі інформації, спілкування за допомогою обчислювальних мереж зробили цю функцію дуже популярною і відомою.

Електронна пошта – технологія і служба з пересилки і отримання електронних повідомлень між користувачами комп'ютерної мережі.

Електронна пошта за складом елементів та принципу роботи практично повторює систему звичайної пошти. Перевагами електронної пошти є:

- адреса, яка легко сприймається й запам'ятовується людиною, адреса має такий вид: `імя_користувача@імя_домена` (наприклад, somebody@example.com);
- можливість передачі як простого тексту, так і форматowanego, а також довільних файлів, (текстові документи, мультимедійні файли, програми, архіви);
- незалежність серверів (в загальному випадку вони звертаються один до одного безпосередньо);
- досить висока надійність доставки повідомлення;
- простота використання людиною і програмами, висока швидкість передачі повідомлень.

Один із значущих недоліків - відсутність оперативності.

Месенджери, активно використовувалися на початку 21-го століття, мають високу оперативністю, як правило займають мало ресурсів комп'ютера, але до кінця другого десятиліття 21го століття практично не використовуються

як самостійні програми - їх функціонал вбудований в соціальні мережі, деякі сайти, такі програми як Skype і т.д.

Функції електронної пошти і месенджерів (в складі, як правило соціальних мереж) дозволяють зробити спілкування з учнями більш гнучким. Навчання навичкам роботи з електронною поштою, використання розширеного функціоналу поштових сервісів (агрегація декількох поштових скриньок, фільтрація пошти та багато іншого) – будуть надзвичайно корисні в подальшому житті.

Функціонал IP-телефонії виявився незатребуваним і не використовуються на уроках, оскільки повністю дублюється (при необхідності) звичайним або стільниковим телефоном.

Сервіси, які забезпечують публікацію інформації середовище спілкування: соц. мережі, інформаційно-технічні ресурси та ін.

Блоги, соціальні мережі, форуми – всі ці форми спілкування в цифрову епоху настільки стрімко інтегрувалися в наш соціум, що, можливо, їх важливість, можливості і ступінь впливу на світогляд серйозно недооцінені. Вчитель фізики в умовах карантину й дистанційного навчання повинен інтенсивно використовувати ці засоби, при організації уроку.

Соціальні мережі вже були згадані вище. Організація групи (по предмету, по класах) дозволить учням обмінюватися думками, допомагати один одному у вирішенні домашніх завдань.

Форуми, тематичні портали (наприклад, Хабрахабр) – це найпотужніші бази знань, високопрофесійне ком'юніті, яке може надати допомогу або поділитися унікальним досвідом. Відкриті платформи, що дозволяють вчителю організувати свій, наприклад, блог, надають викладачеві можливість підготувати матеріал у вигляді лекцій, домашніх завдань, додаткової інформації та надавати учням вже готові розділи, контролюючи ступінь засвоюваності матеріалу, за допомогою особистого спілкування на уроці, електронної пошти, оперативно – в месенджерах, соціальних мережах. Допомагати з незрозумілими питаннями, при цьому, часто, досить надати

посилання на статтю або гілку форуму, де роз'яснюється питання, що цікавлять учня. Подібна схема роботи економить час учителя, дозволяє більше часу приділяти підготовці матеріалів, поглиблювати свої знання з предмету. Учні - здобувати неоціненний практичний досвід самостійного використання інформаційних ресурсів, пошуку інформації, розуміння технологій, застосовуваних у сучасному, цифровому, житті.

Завдяки блогам, у вчителів з'являються нові широкі можливості. Перш за все, це один з найзручніших способів розміщення, пошуку і оперативного обміну інформацією (див. рис. 1.12).

Особистий професійний блог дає вчителю принципово новий інструмент організації навчання, що володіє великими перевагами [22; 23; 24].

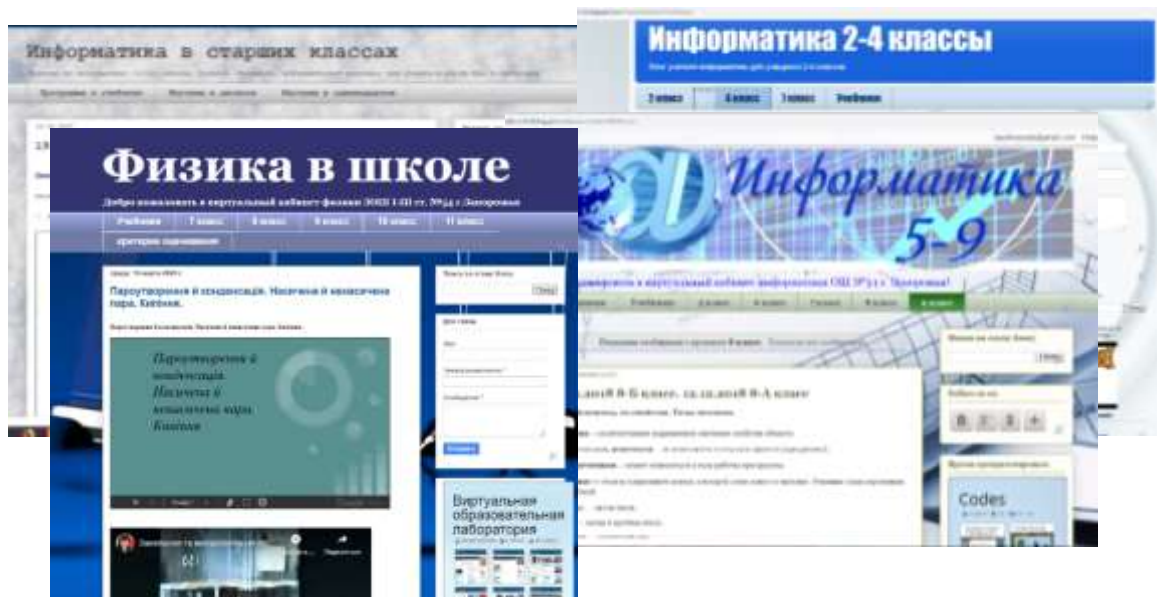


Рисунок 1.12 – Блоги вчителів інформатики та фізики ЗГ №54

Існує кілька переваг блогу:

- блог дозволяє вчителю організувати процес навчання «під себе», акцентуючи увагу на найбільш значимих моментах, проблемних питаннях;
- навчаючись за допомогою освітнього блогу, учні набувають не тільки предметні знання, а й уміння працювати з сучасними технічними

засобами, в першу чергу, навички пошуку інформації в Інтернеті та її ефективної обробки;

– блог дозволяє індивідуалізувати процес навчання, а його «прозорість» сприяє творчому підходу учня до виконання завдань, оскільки списати тут практично неможливо, та й нецікаво. У той же час учень, який відчуває труднощі, завжди може подивитися, як виконали роботу його товариші, попросити про допомогу і оперативна отримати її;

– використання в навчанні блогу дозволяє більш ефективно формувати в учнів соціальні та комунікативні компетенції шляхом організації відкритого обговорення будь-якого питання і прийняття колективного рішення. Таким чином, виникає реальна життєва ситуація, яку в традиційній класно-урочній системі доводиться створювати штучно, «програвати».

Можна виділити такі можливості блогу вчителя для підвищення ефективності навчальної діяльності учнів:

- рекомендації для учнів з вивчення тих чи інших тем;
- перегляд навчальних відеофільмів з лекціями або відео-уроками, шляхом вбудовування їх в блог;
- публікація опитувальників, онлайн-тестів, вбудованих календарів, різноманітних слайд-шоу (див. рис. 1.13);

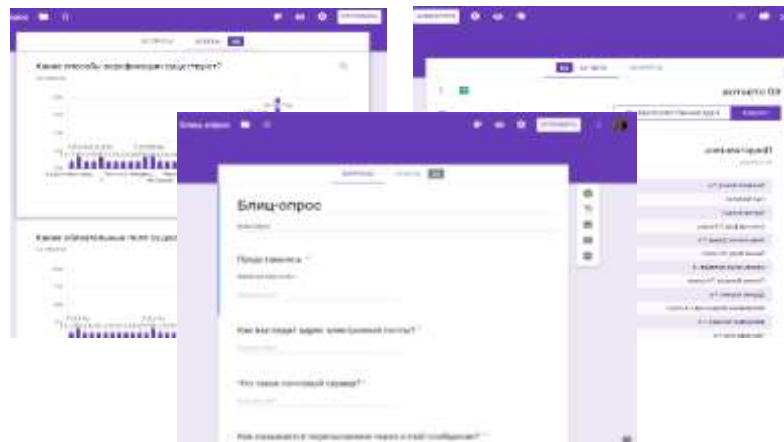


Рисунок 1.13– Використання Google-форм для опитування учнів

- повідомлення про події в класі або на їх уроці, після уроків;
 - обмін корисними посиланнями на ресурси Інтернету;
 - обмін знаннями в області фізики (наприклад, обмін презентаціями-посібниками для навчання, створеними вчителями);
 - обмін гаджетами з різними функціями (наприклад, інтерактивна таблиця Менделєєва, віртуальні лабораторії, онлайн-калькулятор і т. п.).
- Корисні поради батькам, які цікавляться освітою своїх дітей;
- робота з обдарованими дітьми.

Результатом роботи учня на уроці повинна бути робота, яка виконана у зошиті. Цю роботу вчитель повинен перевірити і оцінити правильність виконаного завдання. І тут виникає проблема: як це зробити?

Викладачі використовують різні способи:

- можна пробігти з листочком в кінці уроку і зробити для себе позначки - через обмеження за часом, не завжди коректна оцінюється робота;
- учні здають зошити, а вчитель видить в школі до пізнього вечора та перевіряє, а тягне ці зошити до дома і робить те саме вдома, розриваючись між зошитами та домашніми справами;
- вчитель може організувати процес здачі робіт у вигляді файлів роботи (яку він може закінчити поза школою), які учні висилають йому на електронну пошту (не прийдеться сидіти в школі та тягнути важкі зошити до дому) – це один з найбільш розумних, способів організації процесу прийому робіт. Однак є ймовірність, що повідомлення потрапить в спам або загубиться у вхідних.

Якщо ми подивимося на ці способи з боку, то побачимо, що жоден з них не дає нам системного підходу до вирішення поставленого завдання, а саме – організації середовища, в якій і вчитель, і учень можуть комфортно працювати, отримувати завдання (в тому числі і індивідуальні), з можливістю оцінювання та коментування роботи.

І тут можна звернутися до систем, які призначені для організації дистанційного навчання, що набуло актуальності у сьогоднішній день. Найбільшою популярністю користується Moodle і, досить молода, але стрімко розвивається – Google Classroom. У випадку з Moodle, нам необхідний власний, досить продуктивний веб сервер, що не завжди є в освітніх установах. У випадку з Google Classroom нам потрібен обліковий запис Google, а якщо освітня установа організувало свій Єдиний інформаційний простір за допомогою сервісу G Suite for Education, то такий обліковий запис є у кожного вчителя і учня з можливістю використання всіх сервісів Google в корпоративному режимі.

Клас дозволяє забезпечити швидку інтеграцію Google Діску і надає зручний інтерфейс для створення і управління навчальними курсами – це відкриває нові можливості у викладанні, так необхідні педагогам.

Список головних особливостей Google Classroom:

- зручне додавання учнів. Викладач може запросити учня на створений курс за допомогою груп користувачів домену, які заздалегідь сформовані адміністратором;
- спільне викладання – можливість запросити на курс до 20 інших викладачів;
- диференційований підхід - можливість створювати індивідуальні завдання для кожного учня;
- настройка завдань – можливість додавати терміни здачі, змінювати шкалу оцінок і відстежувати перевірені завдання;
- попередня підготовка – можливість створювати чернетки записів і завдань або налаштовувати дату і час їх автоматичної публікації в стрічці курсу;
- настройка теми курсу - можливість змінювати колірне оформлення і теми за замовчуванням;

- відстеження завдань для учнів – клас створює для кожного курсу Google Календар і оновлює в ньому завдання і їх терміни. Учні можуть переглядати завдання в стрічці, на сторінці робіт і в календарі курсу;
- перенесення оцінок – можливість експорту підсумкових оцінок в Google Таблиці або CSV-файл, який можна завантажити в інші додатки;
- Також Клас доступний в Інтернеті і через мобільний додаток Google Клас для Android і iOS (див. рис. 1.14).

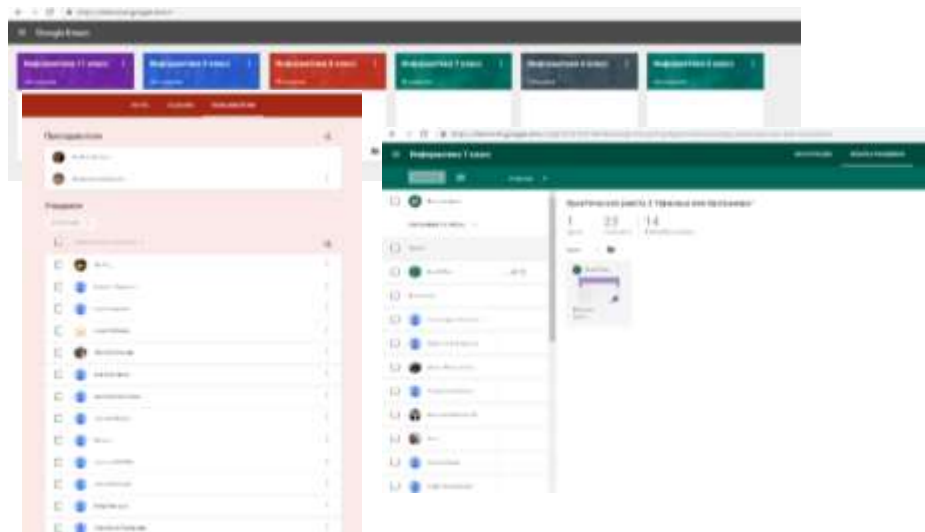


Рисунок 1.14 – Google Classroom

1.5 Віртуальні лабораторії

На сьогоднішній день навчальні заклади застосовують в навчальному процесі викладання фізики інноваційні технології, такі як віртуальні лабораторії. Багато дослідів та фізичних явищ провести в умовах навчального закладу не уявляється можливим.

Застосування таких інтерактивних уроків з фізики сприяє підвищенню якості освіти, економії фінансових ресурсів, створює безпечне середовище.

На уроках фізики використовувати віртуальні лабораторії можна для проведення лабораторних робіт, для пояснення нового матеріалу, або для

закріплення пройденого матеріалу. Також їх можна використовувати в позаурочний час на факультативах, ДІЗах (додаткових індивідуальних занять).

Віртуальна лабораторія – це унікальний напрямок в системі освіти. Вчені довели, що 90% інформації надходить в мозок людини через зоровий нерв. Отже, людина чітко усвідомить природу тих чи інших явищ тільки після того як сам їх побачить. А для цього процес навчання обов'язково треба підкріплювати наочними посібниками, а при їх відсутності на допомогу приходить віртуальна лабораторія, комп'ютерні симулятори.

За визначенням В.В. Трухіна [26], віртуальна лабораторія «являє собою програмно-апаратний комплекс, що дозволяє проводити досліди без безпосереднього контакту з реальною установкою або при повній відсутності такої. У першому випадку ми маємо справу з так званою лабораторної установкою з віддаленим доступом, до складу якої входить реальна лабораторія, програмно-апаратне забезпечення для управління установкою і оцифровки отриманих даних, а також засоби комунікації. У другому випадку всі процеси моделюються за допомогою комп'ютера »

Основними перевагами віртуальних лабораторій є [26]:

– відсутність необхідності придбання високоякісного обладнання і реактивів. Через недостатнє фінансування в багатьох лабораторіях встановлено старе обладнання, яке може спотворювати результати дослідів і стати джерелом загрози для учнів. Крім того, в таких областях як, наприклад, хімія, крім устаткування потрібні також витратні матеріали (реактиви), вартість яких досить висока. Зрозуміло, комп'ютерне обладнання та програмне забезпечення також коштує недешево, проте універсальність комп'ютерної техніки і її широке розповсюдження компенсують цей недолік;

– можливість моделювання процесів, протікання яких принципово неможливо в лабораторних умовах. Наочна візуалізація на екрані комп'ютера. Сучасні комп'ютерні технології дозволяють спостерігати процеси, які важко розрізняються в реальних умовах без застосування додаткової техніки, наприклад, через малі розміри спостережуваних частинок;

- можливість проникнення в тонкощі процесів і спостереження того, що відбувається в іншому масштабі часу, що актуально для процесів, які протікають за частки секунди або, навпаки, тривають протягом декількох років;
- безпека є важливим плюсом використання віртуальних лабораторій в випадках, де йде робота, наприклад, з високими напругами або хімічними речовинами;
- у зв'язку з тим, що управлінням віртуального процесу займається комп'ютер, з'являється можливість швидкого проведення серії дослідів з різними значеннями вхідних параметрів, що часто необхідно для визначення залежностей вихідних параметрів від вхідних;
- економія часу і ресурсів для введення результатів в електронний формат. Деякі роботи вимагають подальшої обробки досить великих масивів, отриманих цифрових даних, які виконуються на комп'ютері після проведення серії експериментів. Слабким місцем у цій послідовності дій при використанні реальної лабораторії є введення отриманої інформації в комп'ютер. У віртуальній лабораторії цей крок відсутній, так як дані можуть заноситися в електронну таблицю результатів безпосередньо при виконанні дослідів експериментатором або автоматично. Таким чином, економиться час і значно зменшується відсоток можливих помилок;
- і, нарешті, окрема і важлива перевага полягає в можливості використання віртуальної лабораторії в дистанційному навчанні, коли в принципі відсутня можливість роботи в лабораторіях.

Приклади віртуальних лабораторій.

Віртуальна лабораторія VirtuLab дає можливість наочно розглянути в дії основні закони фізики, а також провести онлайн лабораторні роботи.

Як можна наочно показати процес переходу електронів при терті скла об шовк? Показавши дитині анімацію цього процесу, йому все стане зрозуміло. Хочете пояснити механіку? Будь ласка, тут вам анімації показують другий

закон Ньютона, закон збереження імпульсу при зіткненні тіл, рух тіл по колу під дією сил тяжіння і пружності і т.д. Хочете вивчати розділ оптики, немає нічого простішого! Наочно показані досліди з вимірювання довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки, спостереження суцільного і лінійчатих спектрів випускання, спостереження інтерференції і дифракції світла і багато інших досліди. А як же електрика? І цьому розділу приділено багато наочних посібників, так наприклад є досліди з вивчення закону Ома для повного кола, дослідженню змішаного з'єднання провідників, електромагнітна індукція і т.д. [25; 27].

Використання віртуальної лабораторії нудне сидіння за партами перетворює в цікавий ігровий процес. Учні з інтересом спостерігатимуть за анімацією фізичних процесів. Такий підхід полегшує і прискорює процес засвоєння знань, робить навчання невимушеним. На відміну від традиційного навчання дитина засвоює більше інформації. Не всі школи досить обладнані лабораторними приладами, для таких віртуальна лабораторія ідеальний вихід з ситуації, що склалася. Якщо віртуальні лабораторії щільно увійдуть в шкільну програму, це дасть можливість виростити молодих вчених, які зроблять великі відкриття.

Ресурс VirtuLab дає нам можливість популяризувати віртуальні лабораторії, впроваджувати їх навчальний процес як в школі, так і вдома.

Приклади лабораторних робіт, які можна знайти у віртуальній освітній лабораторії:

Механічні явища: Ньютонова гора, Вивчення закону збереження імпульсу при зіткненні тіл, далекобійна гармата, сили в маятнику, рух шайби по похилій площині та ін.

Теплові явища: Визначення питомої теплоти плавлення льоду, Порівняння молярних теплоємностей металів, Вимірювання температури повітря та ін.

Квантові явища: Досвід Резерфорда, Спостереження дифракції від тканини, Поведінка радіоактивного випромінювання та ін.

Електрика: Перехід електронів при терті скла об шовк, Подільність електричного заряду, Ефект Доплера, Електромагнітна індукція та ін.

Молекулярна фізика: Пружна деформація, Робота в ізобарному процесі, Робота газу, Охолодження повітря при адіабатні розширенні та ін.

Оптика: Природні джерела світла, Прямолінійне поширення світла, Схема телескопа-рефрактора, Закони відбиття світла та ін.

Algodoo – програма, призначена для фізичних 2D симуляцій і демонстрації законів фізики. Дозволяє створювати різні об'єкти (тверді тіла, воду, зубчасті колеса, пружинки, мотузки і т.д), механізми і систем, що дуже важливо для моделювання їх фізичного взаємодії і властивостей. Програма дає можливість симулювати проходження лазерних променів через різні поверхні, які мають різне показники заломлення.

Програма поширюється безкоштовно, має власне сховище `algotbox`, в якому користувачі можуть обмінюватися своїми моделями.

PhET («Технологія фізичної освіти») – проект, розроблений Університетом Колорадо, є некомерційним проектом відкритих освітніх ресурсів, який створює і розміщує доступні для дослідження пояснення. Він був заснований в 2002 році лауреатом Нобелівської премії Карлом Виманом [28].

В даному проекті реалізовані віртуальні лабораторії не тільки з фізики, а й з інших наук. Розробники проекту дотримуються принципу відкритої освіти (OER – відкриті освітні свята), що дуже важливо для використання в школі.

Wolfram Demonstrations Project – проект компанії Wolfram Research. Являє собою колекцію невеликих інтерактивних програм, демонстрації, які охоплюють широкий діапазон областей знань і людської діяльності. Мінусом цієї платформи є те, що для перегляду демонстрацій треба скачати і встановити на свій комп'ютер спеціальну програму Wolfram CDF Player.

Проект `teachmen.ru` розроблений фахівцями Челябінського державного університету і повністю присвячений фізиці. Крім лабораторних робіт, тут можна також знайти лекції з наочними інтерактивними елементами.

Приклади лабораторних робіт проекту teachmen.ru:

- Закон збереження і зміни імпульсу;
- Теплоота. Внутрішня енергія. Робота;
- Безпечна радіація.

«Віртуальна лабораторія з фізики-2», розроблена доцентом кафедри обчислювальної техніки Санкт-Петербурзького державного університету. Віртуальна лабораторія містить набір програм зі шкільного курсу фізики і призначена для використання вчителями на уроках фізики, а також учнями для виконання завдань з використанням комп'ютерів на уроках і вдома. Ліцензія на «Віртуальну лабораторію з фізики-2» дається на навчальний заклад з правом копіювання на довільне число комп'ютерів як в рамках даного навчального закладу, так і на особисті комп'ютери, які використовуються учнями.

Диск «Віртуальна лабораторія з фізики-2» містить практичні завдання на основі моделей, в той час як перший диск, «Віртуальна лабораторія з фізики», містить демонстрації, тести та лабораторні роботи.

Комплекс з фізики «Захоплююча реальність» (розробник російська Компанія «Захоплююча реальність», яка займається розробками і дослідженнями в ІТ-сфері) – допоміжний засіб при проведенні теоретичних і практичних занять з фізики 7-11 класів.

Комплекс дозволяє:

- проводити індивідуальні та групові практичні заняття, використовуючи мітки доповненої реальності або існуючі друковані видання;
- організовувати самостійну роботу учнів як у класі, так і вдома (в тому числі для дистанційного навчання);
- проводити наочні 3D-демонстрації фізичних процесів і явищ без використання штатного лабораторного обладнання.

Навчально-методичний програмно-апаратний комплекс «Захоплююча реальність» містить понад 100 віртуальних лабораторних робіт і демонстрацій

фізичних явищ з основних розділів шкільного курсу фізики з використанням технологій доповненої реальності (augmented reality) і 3D-стереоскопії.

Вся інформація в комплексі представлена на трьох мовах: російська, англійська, китайська. У розділі Настройки – можна змінити мову.

Віртуальні лабораторії та технічні симулятори sunspire.ru – імітаційне виконання лабораторних робіт, моделювання фізичних процесів, наочна демонстрація принципів роботи пристроїв, відпрацювання навичок керування різним обладнанням. Включає в себе програмний лабораторний комплекс фізики. Віртуальна лабораторія виконана у вигляді кроссплатформенного графічного додатку. Має аналогічну англійську версію.

Основні характеристики продукції:

- реалістична візуалізація;
- високий ступінь інтерактивності;
- інформаційно-методичний супровід;
- простота і мінімалізм.

Електронні освітні ресурси на основі сучасної комп'ютерної тривимірної симуляції фізичних процесів і явищ реалізуються в формі мультимедійних навчально-наукових лабораторій або віртуальних тренажерів. Новизна технології віртуальних тренажерів аргументується використанням сучасних засобів комп'ютерного моделювання та активним впровадженням інформаційних технологій в сферу освіти як нового напрямку трансдисциплінарності [29].

Наочне порівняння різних технік навчання, в тому числі імітації реальної діяльності, дає «Конус навчання» професора державного університету штату Огайо - Едгара Дейла (1900-1985) (див. рис. 1.15):



Рисунок 1.15 – Конус навчання Дейла

З огляду на вищевикладені факти, виникає необхідність введення такого нового, ефективного і доступного педагогічного методу (методики), який сприяв би вирішенню таких завдань [30]:

- ініціювати чималий інтерес у слухачів поряд з доступністю для них, тим самим підвищити активність і самостійність їх навчальної роботи;
- привернути увагу слухачів, враховуючи їх психологічні особливості поліпшити сприйняття навчального матеріалу за рахунок його мультимедійності;
- забезпечити повний контроль засвоєння матеріалу кожним слухачем;
- полегшити процес повторення і тренінгу при підготовці до іспитів та інших форм контролю знань;
- розвантажити викладачів від рутини контролю і консультування;
- використовувати позааудиторний час для вивчення конструкцій у вигляді домашніх завдань;
- впровадити дистанційні форми навчальної роботи, в тому числі в навчальних закладах, що мають слабку лабораторну базу.

Навколо нас вже давно цифровий світ. Цифрові технології міцно увійшли в наше життя в абсолютно усі етапи и елементи. зберігання, поширення, аналіз інформації, розрахунки, моделювання, прогнозування – в цифровій формі.

Дозвілля – практично Неможливо уявити без цифрових технологій в будь-якій сфері – від комп'ютерних ігор, до електронно-цифрових «гаджетів», що забезпечують зв'язок, визначення місця Розташування та багато Іншого в туристичних походах, вилазках та ін.

Виробництво, Видобуток корисних копалин, важке машинобудування, легка промисловість, харчова, сфера послуг, хімічне виробництво, сільське господарство, транспорт, управління виробництвом, технологічними або бізнес-процесами – на кожному кроці, в більшій чи меншій мірі застосовуються інформаційні цифрові технології.

Щоб йти в ногу з часом, адекватно відповідати сучасним вимоги, готувати дітей до викликів нового, «цифрового» життя, школа повинна стати «електронною». Гарний навчальний заклад має прагнути максимально впроваджувати «цифру» в навчальний процес, до обліку та аналізу успішності, в спілкуванні з учнями та батьками.

Саме з цієї точки зору впровадження інформаційних технологій сприяє оптимальному вирішенню вищезгаданих завдань і усунення ряду недоліків традиційного способу навчання. Ці питання у всій повноті можна вирішувати за допомогою мультимедійних навчально-наукових лабораторій, створюваних на комп'ютерах [5, 31].

Отже, ми розглянули основні види сучасних інформаційних технологій у контексті можливого їх застосування в організації навчальної та науково-дослідницької діяльності з фізики.

2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ФІЗИКИ

2.1 Загальні підходи до питання математичного моделювання фізичних явищ в процесі науково-дослідної діяльності учнів з фізики

Побудова і використання моделі називається моделюванням.

Моделювання є одним з методів пізнання навколишнього світу. Ним користуються і на емпіричному і на теоретичному рівні. При побудові та дослідженні моделі можуть застосовуватися всі існуючі методи пізнання.

Під моделлю розуміється такий матеріальний чи подумки представлений об'єкт, який у процесі пізнання (вивчення) заміщає об'єкт-оригінал, зберігаючи деякі важливі для даного дослідження типові його риси.

Метод математичного моделювання, що представляє собою кількісне опис досліджуваних явищ на мові математики, широко застосовується для дослідження всіляких явищ природи і суспільного життя.

Математичне моделювання поєднує в собі переваги як теорії, так і експерименту. З одного боку, працюючи не з самим об'єктом, а з її моделлю, ми можемо відносно швидко і без істотних витрат досліджувати його властивості і поведінку в будь-яких мислимих ситуаціях (переваги теорії) [32]. З іншого боку, обчислювальні експерименти з моделями об'єктів дозволяють, спираючись на потужність сучасних обчислювальних методів і обчислювальної техніки, детально і глибоко вивчати об'єкти в достатній повноті, недоступної чисто теоретичних досліджень (переваги експерименту).

У сучасній фізиці до проведення експериментів виконують дослідження із застосуванням математичних моделей. При цьому на підставі теоретичного моделювання розробляється і уточнюється методика натурних експериментів, з'ясовується, які ефекти, де і коли слід очікувати, коли і що реєструвати. Такий

підхід дозволяє значно знизити витрати на проведення експерименту, підвищити його ефективність [32].

У порівнянні з натурним моделюванням математичне моделювання має такі переваги:

- економічність (зокрема, збереження ресурсів реальної системи);
- можливість моделювання гіпотетичних, тобто об'єктів, які не реалізуються в природі (перш за все на різних етапах проектування);
- можливість реалізації режимів небезпечних або трудно важко відтворюваних в природі (критичний режим ядерного реактора, робота системи протиракетної оборони);
- можливість зміни масштабів часу, простота багатоаспектного аналізу;
- велика прогностична сила внаслідок можливості виявлення загальних закономірностей;
- універсальність технічного і програмного забезпечення проводиться роботи (ЕОМ, системи програмування і пакети прикладних програм широкого призначення).

Дуже часто методи математичного моделювання є єдино можливими.

Так саме всебічне математичне моделювання та «програвання» різних варіантів на ЕОМ дозволило в найкоротші терміни обґрунтовано спланувати і приступити до реалізації плану ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. Унікальні результати були отримані за проектом «Гея», пов'язаному з математичним моделюванням наслідків ядерної війни. Було показано, що в результаті сильного запилення атмосфери можливе значне глобальне похолодання («ядерна зима») і пов'язане з цим практичне вимирання всього живого [33].

Елементи математичного моделювання використовувалися з самого початку появи точних наук: слово «алгоритм» походить від імені середньовічного арабського вченого Аль-Хорезмі (аль Хорезмі Абу Абдала

Мухамед бен Мусу аль Маджусі, 787 м-ок. 850 р). Друге народження математичного моделювання довелось на кінець 40-х – початок 50-х років ХХ століття і було обумовлено в основному двома причинами. Перша з них – поява перших комп'ютерів. Друга – соціальне замовлення – виконання національних програм СРСР і США зі створення ракетно-ядерного щита, який не міг бути виконаний традиційними методами. Математичне моделювання блискуче впоралося з цим завданням: ядерні вибухи і польоти ракет і супутників були попередньо здійснені в надрах ЕОМ за допомогою математичних моделей і лише потім втілені на практиці.

Зараз математичне моделювання вступає в третій принципово важливий етап свого розвитку, вбудовуючись в структуру інформаційного суспільства. «Сира інформація» зазвичай мало що дає для аналізу і прогнозу, для прийняття рішень і контролю за їх виконанням. Потрібні надійні способи переробки інформаційної сировини в готовий продукт – точні знання. Історія і методологія математичного моделювання переконує: воно може і повинно стати інтелектуальним ядром інформаційних технологій, всього процесу інформатизації суспільства.

Завжди була актуальною значимість демонстраційного фізичного експерименту в ході навчального процесу в школі, так як процес навчання фізичним законам потребує серйозного перегляду і вдосконалення. Це особливо актуально в умовах інформатизації освіти, зростаючих вимог до підготовки учнів, необхідності частого поновлення навчально-методичного забезпечення та підвищення якості навчального процесу в умовах сучасної школи. Програмні засоби, що реалізують віртуальні лабораторні роботи, поступово знаходять належне застосування в навчально-освітній практиці з фізики в середній школі.

Формування дослідницьких умінь учнів необхідно здійснювати відповідно до структури науково-дослідницької діяльності, яка включає в себе наступні компоненти [34]:

- отримання наукових фактів; їх узагальнення, систематизація та аналіз;
- виділення суперечливих даних і постановка проблеми; формулювання гіпотези;
- створення моделі (в тому числі і комп'ютерної);
- перевірка її адекватності; дослідження моделі;
- перенесення результатів, отриманих за допомогою моделювання, на реальний об'єкт;
- проведення експерименту з реальним об'єктом;
- формулювання висновків і визначення напрямків подальших досліджень.

Наявність глибоких методологічних знань є одним з чинників успішності розвитку у школярів навчально-дослідницьких умінь.

Розвиток дослідницьких умінь учнів у процесі навчання фізики повинно здійснюватися при обов'язковому використанні комп'ютерних технологій. При цьому важливе місце повинно відводитися комп'ютерному моделюванню. Зокрема, при вивченні постійного струму та інших явищ електродинаміки як об'єктів для організації навчально-дослідницької діяльності учнів доцільно використовувати схемотехніческие комп'ютерні моделі [35].

Математичний маятник – осцилятор, що є механічною системою, що складається з матеріальної точки на кінці невагомою нерозтяжної нитки або легкого стрижня і знаходиться в однорідному полі сил тяжіння. Інший кінець нитки (стрижня) зазвичай нерухомий. Математичний маятник служить найпростішою моделлю фізичного тіла, що здійснює коливання: вона не враховує розподіл маси. Однак реальний фізичний маятник при малих амплітудах коливається так само, як математичний з наведеною довжиною.

Модель заснована на наступних припущеннях:

- стержень або підвіс, на якому гоїдається вантаж, не має маси, що не розтягується і завжди залишається натягнутим;

- вантаж – це точкова маса;
- рух відбувається тільки в двох вимірах, тобто вантаж описує дугу, а не еліпс;
- рух не втрачає енергію (на тертя, опір повітря і т.д.);
- гравітаційне поле є однорідним;
- опора не рухається.

Коливання математичного маятника описуються звичайним диференціальним рівнянням виду

$$\ddot{x} + \omega^2 \sin x = 0, \quad (2.1)$$

де ω - позитивна константа, яка визначається з параметрів маятника;

$x(t)$ – невідома функція кута відхилення маятника в момент t від нижнього положення рівноваги

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad (2.2)$$

де l – довжина підвіса,

g – прискорення вільного падіння.

Період малих власних коливань маятника довжини l , підвішеного в полі тяжіння, дорівнює

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (2.3)$$

T не залежить в першому наближенні від амплітуди і маси маятника.

При великій амплітуді наростає відхилення. Помилка фактичного періоду коливань та розрахованого за формулою «для малих кутів» приведена на рис. 2.1:

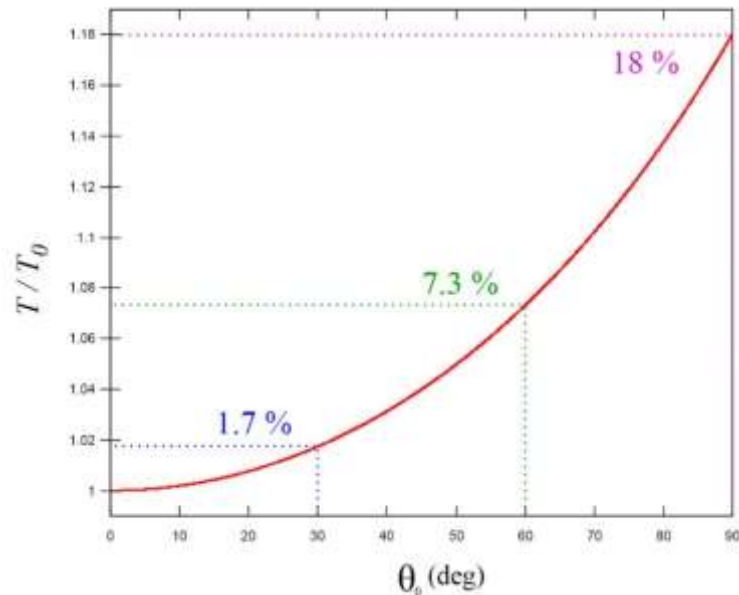


Рисунок 2.1 – Відхилення «істинного» періоду маятника від розрахованого за формулою «для малих кутів»

Незважаючи на свою простоту, математичний маятник пов'язаний з рядом цікавих явищ:

- якщо амплітуда коливання маятника близька до значення π , тобто рух маятника на фазовій площині близько до сепаратриси, то під дією малої періодичної сили, що змушує, система демонструє хаотичну поведінку. Це одна з найпростіших механічних систем, в якій хаос виникає під дією збурювання періодичних коливань;

- якщо точка підвісу не нерухома, а робить коливання, то у маятника може з'явитися нове положення рівноваги. Якщо точка підвісу досить швидко коливається вгору-вниз, то маятник набуває стійке положення «догори ногами». Така система називається маятником Капіці;

- в умовах обертання Землі при досить довгій нитці підвісу площина, в якій маятник здійснює коливання, буде повільно повертатися щодо земної поверхні в бік, протилежний напрямку обертання Землі (маятник Фуко).

2.2 Моделювання фізичного досліду на прикладі лабораторної роботи «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою комп'ютерної моделі математичного маятника»

2.2.1 Стандартна методика проведення лабораторної роботи з визначення учнями прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника

Лабораторні роботи мають велике дидактичне значення. При їх виконанні учні навчаються користуватися фізичними приладами, набувають практичних навичок. Лабораторні роботи сприяють поглибленню знань, придбанню нових знань, ознайомленню з експериментальною технікою, розвитку логічного мислення, набувають навичок користування вимірювальними приладами [36; 37].

Лабораторні роботи привчають учнів до самостійної роботи, дисциплінують їх.

Лабораторна робота – це одна з форм проведення навчальних занять з фізики. Ефективність лабораторної роботи значно підвищується, якщо учні готуються до неї заздалегідь та старанно [18; 38].

Розглянемо приклад традиційної лабораторної роботи з розділу «Механіка», яку виконують учні 10 класу.

Тема заняття. Лабораторна робота. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника.

Мета: сформувати експериментальні навички учнів, виховувати акуратність під час проведення експериментів, розвивати логічне мислення та вміння робити висновки з експерименту.

Тип заняття: формування практичних навичок.

Обладнання та наочність: обладнання лабораторної роботи.

Теоретичні відомості

Математичний маятник являє собою матеріальну точку, підвищену на нескінченно довгій невагомій нерозтяжній нитці. Деяким наближенням до

математичного маятника буде пристрій, який складається з невеликої важкої кульки, підвішеної на довгій, тонкій, легкій, мало розтяжній нитці. Практично маса кульки повинна бути набагато більша за масу нитки, а розміри кульки набагато менші за довжину нитки (див. рис. 2.2).

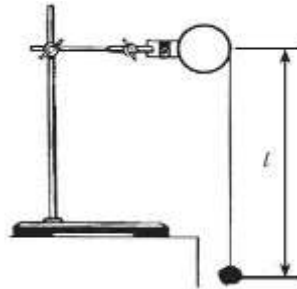


Рисунок 2.2 – Установка для лабораторної роботи

Прискоренням вільного падіння називають прискорення, з яким тіло рухається до Землі, коли на нього діє тільки сила земного тяжіння.

Амплітудою коливань називають найбільше абсолютне значення фізичної величини, що коливається.

Частотою періодичних коливань називається число повних коливань, що відбуваються за одиницю часу.

Частота і кругова частота зв'язані співвідношенням:

$$\omega = 2\pi\nu, \quad (2.4)$$

де ω – кругова частота,

ν – частота періодичних коливань.

Періодом коливань називають час T , за який відбувається одне повне коливання.

Період при малих відхиленнях маятника залежить від довжини підвіса.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (2.5)$$

де T – період коливань,

l – довжина нитки маятника,

g – прискорення вільного падіння.

Порядок виконання лабораторної роботи

Визначте експериментально, як залежить період коливань математичного маятника від довжини нитки. Для цього:

- підвісьте кульку на нитку довжиною 30 см;
- відхиліть маятник від стану рівноваги на невеликий кут ($5-7^\circ$) та відпустіть його;
- заміряйте час, за який пройшло, 30 повних коливань N ;
- обчисліть період коливань маятника;
- повторіть вимірювання та обчислення ще 6 разів;
- результати вимірювань та обчислень занесіть до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати вимірювання

№	N	l, м	t, с	T, с
1	30			
2				
3				

- Обчисліть значення прискорення вільного падіння, використовуючи результати проведених дослідів. Результати вимірювань та обчислень занесіть до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати вимірювання

№	l, м	T, с	$g, \text{ м/с}^2$	$g_{\text{сер}}, \text{ м/с}^2$

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}, \quad (2.6)$$

$$g_{\text{сер}} = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3}, \quad (2.7)$$

де g - прискорення вільного падіння;

l – довжина підвіса (нитки);

T – період коливань;

π – стала величина.

– Поясніть, чому значення $g_{\text{сер}}$ незначно відрізняється від значення $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

– Обчисліть відносну похибку експерименту.

$$\varepsilon_g = \left| 1 - \frac{g_{\text{сер}}}{g} \right| * 100\%, \quad (2.8)$$

де ε – відносна похибка експерименту[38].

Підбиття підсумків заняття.

2.2.2 Опис інтерфейсу програми для проведення досліду з визначення прискорення вільного падіння за допомогою комп'ютерної моделі математичного маятника

Вибір середовища розробки

Як середовище розробки для створення комп'ютерного симулятора був обраний продукт Embarcadero Delphi XE Community Edition. Даний продукт можна безкоштовно завантажити з офіційного сайту розробника і безкоштовно отримати ліцензію на використання цього продукту протягом 1 року (з можливістю продовження). актуальною на момент початку роботи над програмою була версія 10.3.

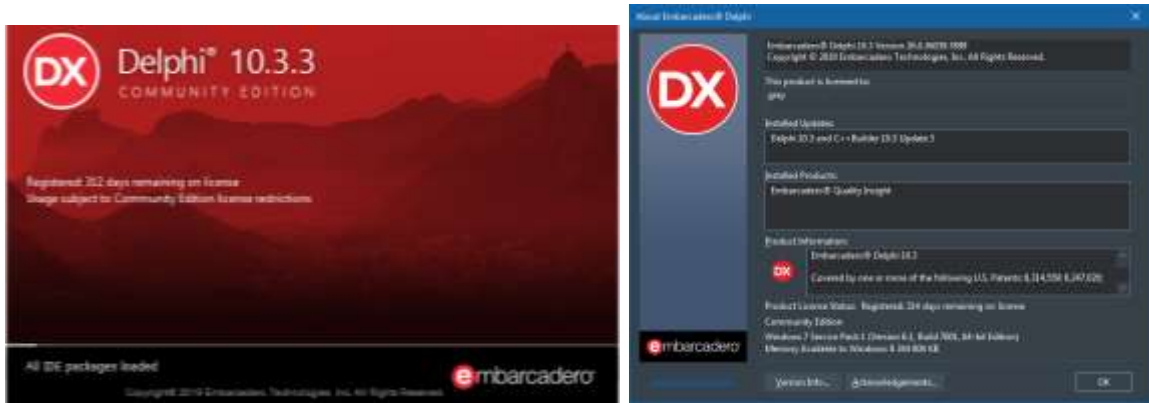


Рисунок 2.3 – Delphi XE Community Edition.

Існує декілька причин, чому треба використовувати саме цю версію:

1. Мова програмування – Delphi-Паскаль. Відомий і популярний продукт, з академічним підходом до написання програм (суворої статичної типізацією змінних, ООП і т.п.). Часто використовується в середовищі промислових підприємств і великих організацій для розробки програмного забезпечення для внутрішнього використання). Входить до шкільної програми [39].
2. Середовище розробки Embarcadero Delphi XE Community Edition – надає зручний і повнофункціональний інтерфейс для редагування, компіляції та відлагодження коду. До складу поставки входить велика кількість інструментів, класів і компонентів.
3. Широкі можливості з візуалізації, дозволяє реалізувати необхідну програму з сучасним, зручним і багатофункціональним інтерфейсом. Різноманітність можливостей самовираження програміста і, зокрема, школяра, при розробці програм – дозволяє більше зацікавити учнів у самостійному вивченні програмування в цьому середовищі, спонукати їх глибше вивчати предмет, в т.ч. і за рамками шкільної програми[40].
4. Середовище інтегрується з системами управління та контролю версій автоматично.
5. Дана версія придатна для комерційної розробки програм (і безкоштовна версія дозволяє це робити з деякими обмеженнями). Таким чином

учні, які освоїли цей продукт на уроках інформатики і продовжили вивчати його в позашкільний час мають можливість реалізувати себе, в т.ч. і в професійному напрямку.

б. Дуже проста і зручна концепція 3D моделювання, що дозволяє, не виходячи за рамки програмування на мові Delphi реалізувати тривимірну сцену, керувати нею, забезпечити її інтерактивність і т.д.

Реализация трехмерной модели.

Было принято решение проводить моделирование и визуализацию в псевдотрехмерном пространстве (в дальнейшем – 3D), подобное решение позволяет повысить наглядность и заинтересованность учеников, изучить основы работы с 3D пространством, управление размещением и движением объектов в нем, работы с текстурами, освещением и пр [40].

До мінусів Delphi XE Community Edition, з точки зору застосування для розробки програми-моделювання математичного маятника з елементами 3D в рамках навчального процесу можна віднести:

- Delphi XE Community Edition – не входить в top10 найпопулярніших мов програмування, в слідстві чого дітям, які після школи вирішать стати професійними програмістами доведеться, для кар'єрного зростання, з великою ймовірністю, додатково вивчати інші мови програмування;

- модель управління 3D сценами, реалізована в Delphi XE, досить примітивна і не володіє всіма можливостями сучасних комерційних 3D движків.

Дані недоліки не є визначальними для реалізації даної і подібної їм завдань в рамках організації навчального процесу з дисциплін програмування, основи алгоритмів, інформатика.

Приклад вікна проекту, з 3D сценою і деякими елементами інтерфейсу робочої програми в середовищі Delphi XE (див. рис. 2.4).

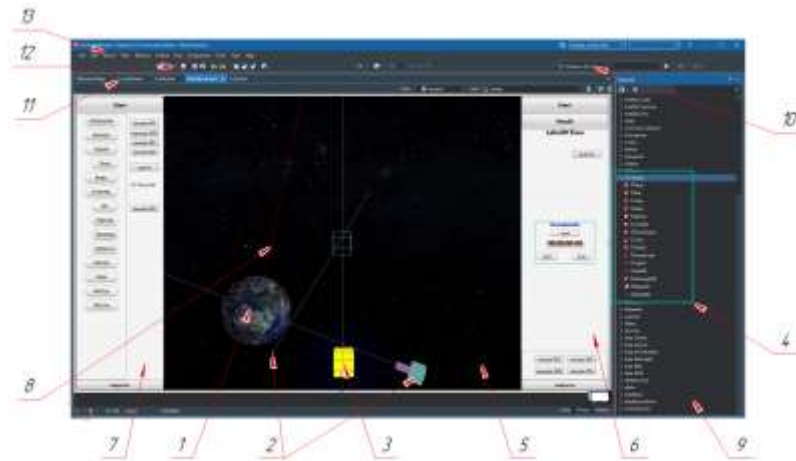


Рисунок 2.4 – Робоче вікно проекту у режимі перегляду тримірної сцени та інтерфейсу.

На малюнку цифрами позначено:

1. Модель планети. В даному випадку модель планети з текстурами поверхні планети Земля і атмосферою. Для моделювання планети з атмосферою використано два примітиву «куля», один в іншому, із збільшеною кількістю полігонів. Різниця в діаметрі $\sim 3\%$. На внутрішній шар накладена текстура Землі, на зовнішній шар – текстура хмар з прозорістю 60% .
2. Так звані камери, дозволяють змінювати кут зору користувача в межах 3D сцени. Показані 2 з п'яти розміщених на сцені камери.
3. Джерело керованого освітлення.
4. Палітра компонентів. Показана розгорнута палітра 3D примітивів.
5. Фон з емуляцією Чумацького шляху. Реалізований у вигляді кулі великого розміру (в 70 разів більше діаметру моделі Землі). Текстура зоряного неба накладена на внутрішню поверхню кулі. Всі інші об'єкти розташовані поблизу центру цієї сфери (в межах 10%).
6. Права панель користувача – панель для проведення лабораторної роботи. Інструменти розташовані на цій панелі дозволяють провести лабораторну роботу, фіксувати тимчасові інтервали, міняти камеру, для найбільш зручного огляду.

7. Ліва панель користувача – панель демонстраційного режиму. Дозволяє провести демонстрацію роботи маятника в умовах гравітації різних планет і супутників, управляти камерою. Показати графік коливань маятника (кута відхилення маятника від вертикальної осі від часу) і вихід на головний екран програми.

8. Нитка підвісу. Реалізована у вигляді довгого тонкого циліндра. Модель планети ієрархічно прив'язана до циліндра. Відхилення маятника реалізовано як відхилення підвісу. Планета в системі вимірювання своєї точки прив'язки (підвісу) не вагається.

9. Вікно палітри компонентів.

10. Вікно налаштувань режимів компіляції проекту. Доступні варіанти Windows 32/64, Android, iOS, Linux.

11. Панель закладок відритих модулів проекту.

12. Панель інструментів редактора.

13. Рядок меню редактора.

Структура проекту (див. рис. 2.5)

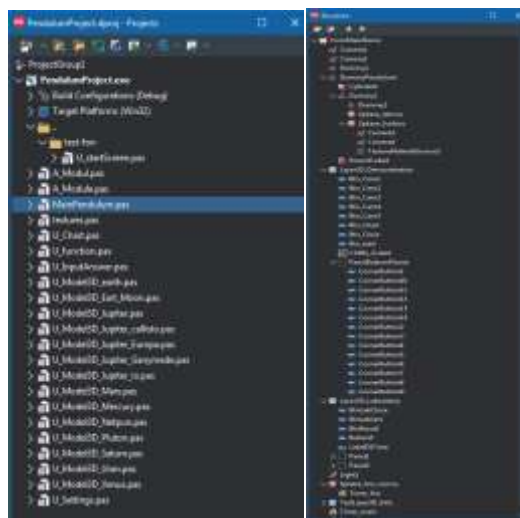


Рисунок 2.5 – Ієрархія файлів й об'єктів проекту в головному вікні середовища програмування

У лівій частині показані всі програмні файли проекту. Бінарні файли (перекомпіляції), файли текстур, файли налаштувань проекту і файли, які описують інтерфейс – не показані. У правій частині – показана панель ієрархії об'єктів розміщених на формі – симуляторі. Класи об'єктів, використаних в проекті представлені у таблиці 2.3:

Таблиця 2.3 – Класи об'єктів

TForm3D	клас кросплатформенних форми, з 3D портом
TButton	базовий клас кнопки
TCamera	клас камери для 3D порту
TCheckBox	клас чекбокса
TCornerButton	клас кнопки із закругленими кряями
TCylinder	клас 3D примітиву - циліндра
TInnerGlowEffect	клас ефекту розмиття
TLabel	клас мітки
TLayer3D	клас шару 2D об'єктів в 3D сцені
TLight	клас джерела світла
TPanel	клас панелі в 2D інтерфейсі
TRoundCube	клас 3D примітиву - циліндра із закругленими кряями
TShadowEffect	клас ефекту тіні
TSphere	клас 3D примітиву - сфера
TTextLayer3D	клас текстової панель в 3D вікні
TTextureMaterialSource	клас матеріалів для 3D об'єктів
TTimer	клас таймера

Задіяні матеріали і текстури в даному проекті наведені в таблиці 2.2. Всі матеріали і текстури розроблених на основі вільно розповсюджуваних текстур з сайту НАСА (табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Перелік текстур

Назва текстури	Розширення текстури
текстура зоряного неба	80192x4096
Текстури поверхонь	
Меркурія	2048x1024
Землі	2048x1025
Марса	2048x1026
Місяця	2048x1027
Юпітера	2048x1028
Сатурна	2048x1029
Урану	2048x1030
Нептуна	2048x1031
Плутона	2048x1032
Венери	2048x1033
Іо	2048x1037
Калісто	2048x1038
Європи	2048x1039
Ганімеда	2048x1040

На формі представлені (невізуальні) об'єкти класу `TTextureMaterialSource`, що містять дані текстур (див. рис. 2.6)

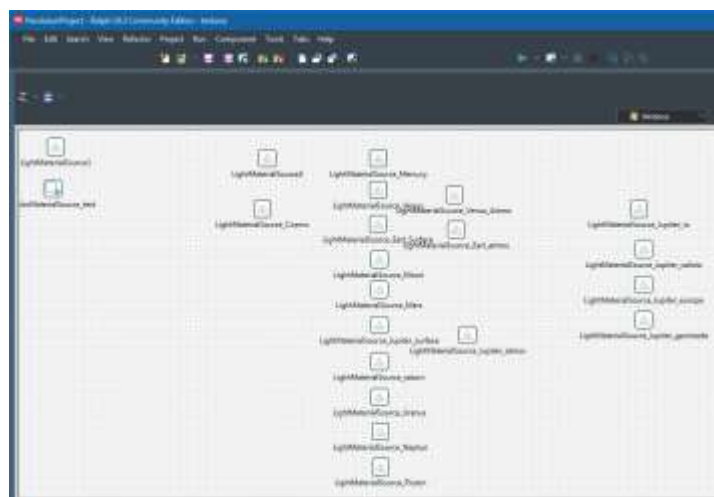


Рисунок 2.6 – Об'єкти матеріалів на формі

Реалізація руху маятника та інших об'єктів на основній формі.

У проекті реалізовані наступні рухи: рух зоряного неба, обертання планети, рух атмосфери планети (окремо від руху поверхні планети, коливання маятника).

Побудова прив'язки центру відліку для кожного об'єкта відповідно до ієрархії об'єктів дозволяє забезпечити відносно складні рухи об'єктів простим кодом.

Весь рух, крім коливання маятника, яке моделюють учні є рівномірним обертанням. Зрушення забезпечує таймер з інтервалом 10 мсек. Коефіцієнти для кожного руху різні.

Центр обертання небесної сфери – початок відліку 3D сцени. Таким чином розмістивши камери поблизу центру сцени ми можемо створити ілюзію нескінченного простору. Центр обертання планети прив'язаний до циліндра, що грає роль підвісу, таким чином складне обертально-коливальний рух планети моделюється двома відносно простими – рівномірним обертанням і рівнянням коливання математичного маятника. Камера, розміщена поблизу планети з прив'язкою до поверхні планети нерухома, зате фіксує рух зірок по досить складній траєкторії, ніж ілюструє принцип відносності руху, для учнів.

Перемикання планет.

Кожна планета попередньо змодельована в окремому модулі. При перемиканні змінної планеті присвоюється посилання на потрібну планету з іншого файлу. В якості власника – вказується 3D порт головного вікна.

Реалізація коливання маятника

Кут відхилення маятника для поточного моменту часу розраховується окремою функцією. Виклик цієї функції проводиться окремим таймером з 50 мілісекундним інтервалом. Реалізація цієї функції виконується учнями на уроці інформатики. За замовчуванням таймер знаходиться у вимкненому стані, включається відповідною кнопкою на формі. Одночасно з натисканням на кнопку СТАРТ фіксується час початку симуляції. Через певний інтервал часу таймер, який відповідає за коливання маятника, викликає функцію розрахунку положення маятника. Функція визначає часовий інтервал, між початком симуляції (коливань маятника) і можливих форм значенням визначає поточний стан маятника, після чого це значення встановлюється для системи

підвіс/вантаж. При малих значення «тика» таймера реалізується безперервний рух маятника. Таймер встановлений на 10 мсек.

Реалізація режимів демонстрація та лабораторна

Режими демонстрація та лабораторної роботи реалізовані на базі одного модуля. Різниця поведінки забезпечується за допомогою двох панелі основного інтерфейсу взаємодії з користувачем. Кожна з панелей працює тільки в одному з режимів. Панель, яка не використовується – ховається. 3D порт – загальний для обох режимів.

У режиму демонстрації - доступні до перегляду всі введені в систему планети і супутники, можливий перегляд коливань маятника в умовах гравітації астрономічних тіл.

У режимі лабораторної роботи при завантаженні форми випадковим чином генерується планета, в умовах гравітації якої буде проводиться лабораторна робота. Текстура планети ховається маскою (білий фон, чорна сітка), розмір маятника не змінюється.

Реалізація вікна вітання

Вікно вітання реалізовано окремим модулем (дів.ріс.2.7). Даний модуль забезпечує показ стартового вікна з відомостями про розробника, показ кнопок вибору режиму (демонстрація або лабораторна, при натисканні на відповідну кнопку вікна маятника передається команда на необхідний режим роботи), виклик вікна перегляду і корекції налаштувань роботи симуляції маятника (довжину підвісу, амплітуду, початковий кут).

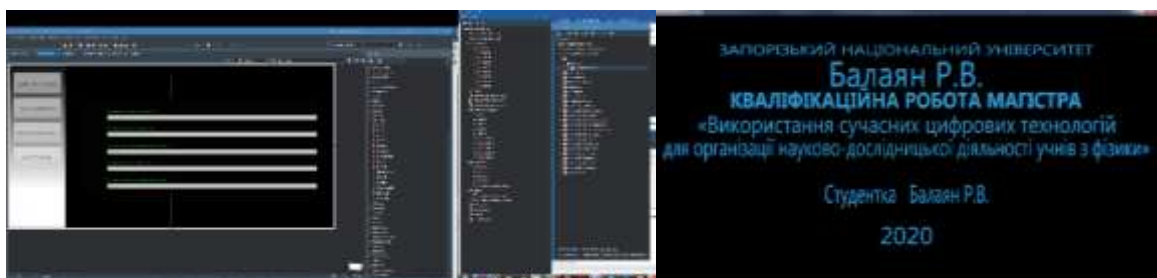


Рисунок 2.6 – Вікно вітання

Реалізація вікна перегляду і введення налаштувань і вікна введення результату розрахунок прискорення вільного падіння.

Редактор Delphi з відкритим вікном програмного модуля форми введення результатів (див. рис. 2.8).

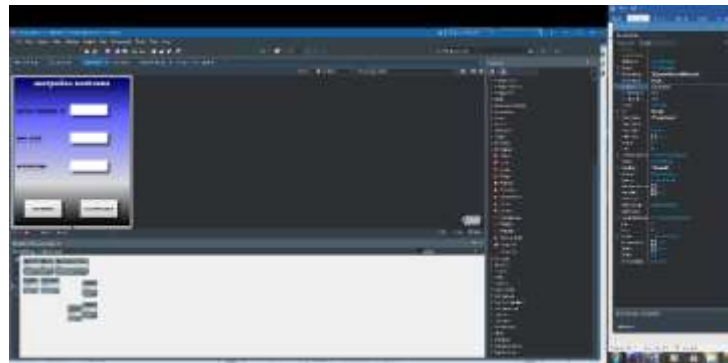


Рисунок 2.8 – Вікно перегляду та вводу налаштувань

Код модуля наведений у додатку А.

Сама форма викликається як модальна з вікна симуляції маятника в режимі лабораторної роботи кнопкою Result (див. рис. 2.9).

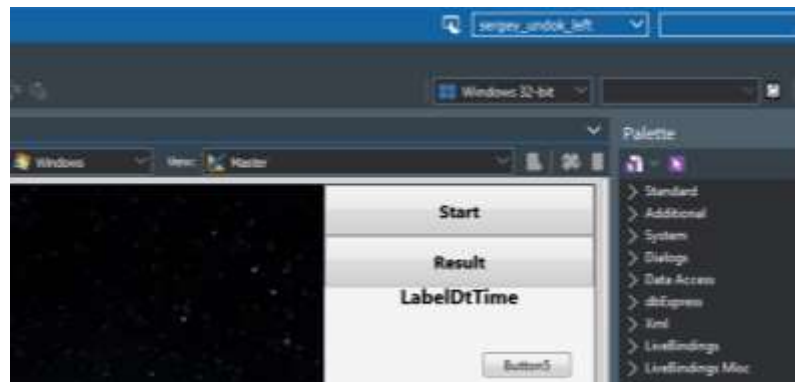


Рисунок 2.9 - Вікно симуляції маятника

При показі форми поточні значення довжини нитки, амплітуди коливань і початкового кута відхилення відображаються у відповідних вікнах введення. Дані значення зберігаються в структурі даних (type record) PendulumData (див. рис. 2.10) [42].

```

type
TPendulumData=record
G: real; //ускорение свободного падения
L: real; //длина подвеса
Fi0: real; //начальный угол
Period: real; //период колебаний
A: real; // амплитуда колебаний
Fi: real; // начальный угол
w: real; //частота колебаний - 1/T
t: real; //длительность от начала колебаний, мсек
Time_Start: TDateTime; //стартовый момент времени
planet_name: string; //название планеты
end;

```

Рисунок 2.10 – Структура даних

Після введення (при необхідності) нових значень, для їх збереження натискається кнопка «зберегти». Проводиться перевірка введених значень на припустимий діапазон і нові значення присвоюються структурі PendulumData.

Після виконання розрахунків в режимі виконання лабораторної роботи отриманий результат (прискорення вільного падіння) вводиться в форму введення готового результату U_InputAnswer.pas (див. рис. 2.11).

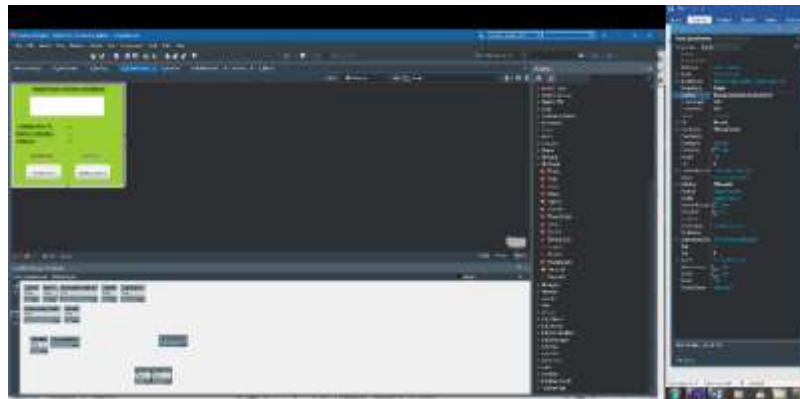


Рисунок 2.11 – Вікно середовища розробки Delphi

При відкритті вікна в форму передаються фактичні параметри планети, обраної для лабораторної роботи. Користувач програми повинен ввести в поле введення отриманий після розрахунку результат. Якщо введене і фактичне значення відрізняться не більше ніж на 10%, то користувачеві видається повідомлення, що результат вірний, відкривається назва планети, необхідно

вказати точне значення прискорення вільного падіння і змінюється текстура планети на маятнику на цільову. У разі якщо введене значення відрізняється більше ніж на 10%, користувачеві видається повідомлення про помилково проведені розрахунки.

2.2.3 Авторська програма для проведення лабораторної роботи з фізики «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою комп'ютерної моделі математичного маятника»

Розглянемо як можна провести знайому нам лабораторну роботу з визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника у віртуальній лабораторії, яку розробили учні власноруч на уроках інформатики, у середовищі програмування Delphi.

Тема заняття. Лабораторна робота. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника у віртуальній лабораторії.

Мета: Вивчення закону руху математичного маятника, експериментальне визначення прискорення вільного падіння за допомогою цього маятника.

Сформувати експериментальні навички учнів, виховувати акуратність під час проведення експериментів, розвивати логічне мислення та вміння робити висновки з експерименту. Розвиток навичок роботи з комп'ютером (комп'ютерний симулятор математичного маятника, робота з табличним процесором).

Тип заняття: формування практичних навичок.

Обладнання та наочність: обладнання лабораторної роботи, комп'ютер

Хід заняття

Теоретичні відомості

Фізичним маятником називають будь-яке тверде тіло, яке під дією сили тяжіння може вільно коливатися навколо нерухомої горизонтальної осі, що не

проходить через центр мас. Якщо тіло являє собою матеріальну точку, яка підвішена на невагомій і нерозтяжній нитці, то такий маятник зветься математичним. При малих кутах відхилення, коли можна вважати справедливим співвідношення $\sin\phi \approx \phi$, коливання маятників близькі до гармонічних. У цьому випадку період коливань математичного маятника пов'язаний тільки з прискоренням вільного падіння у даному місці

Виконання лабораторної роботи

Визначте експериментально, прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника, використовуючи комп'ютерну модель та з'ясуйте на якій планеті сонячної системи коливатиметься маятник.

Для цього запустити на виконання програму, яку підготували на уроці інформатики.

Під наглядом вчителя запустити на виконання меню «Налаштування» (див. рис. 2.12, поз. 1).

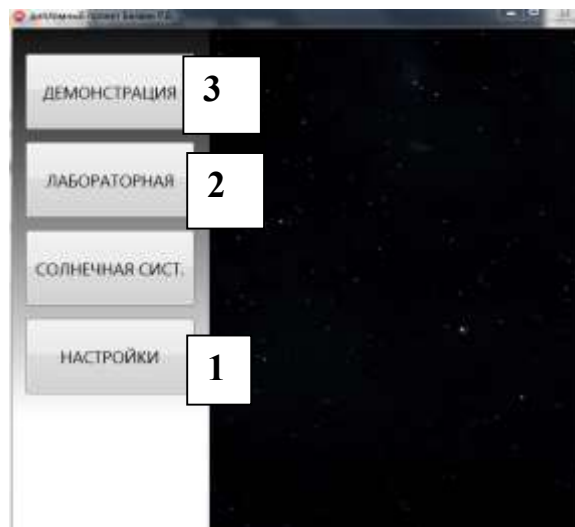


Рисунок 2.12 – Вікно запуску програми

Уведіть потрібні налаштування (див. рис. 2.13):

- довжину підвісу;
- кут відхилення;
- амплітуду коливань

Натисніть «Підтвердити»

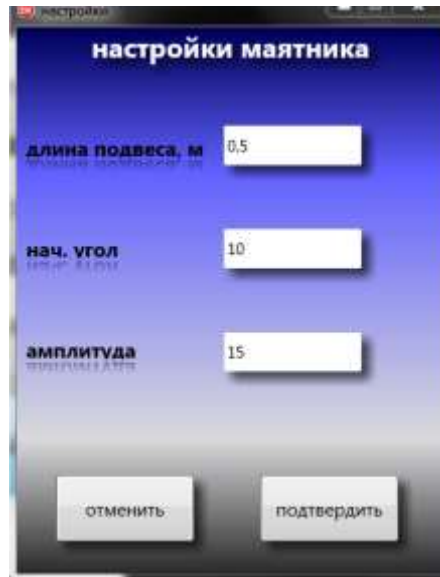


Рисунок 2.13 – Вікно налаштувань математичного маятника

Після цього запустить на виконання меню «Лабораторна» (див. рис. 2.12, поз. 2)

Комп'ютерна модель складається з закріпленого маятника, який підвішений на невагомій й нерозтяжній нитці.

Щоб математичний маятник почав коливання, потрібно лівою кнопкою мишки (ЛКМ) натиснути на кнопку Start (див. рис. 2.14, поз. 1).

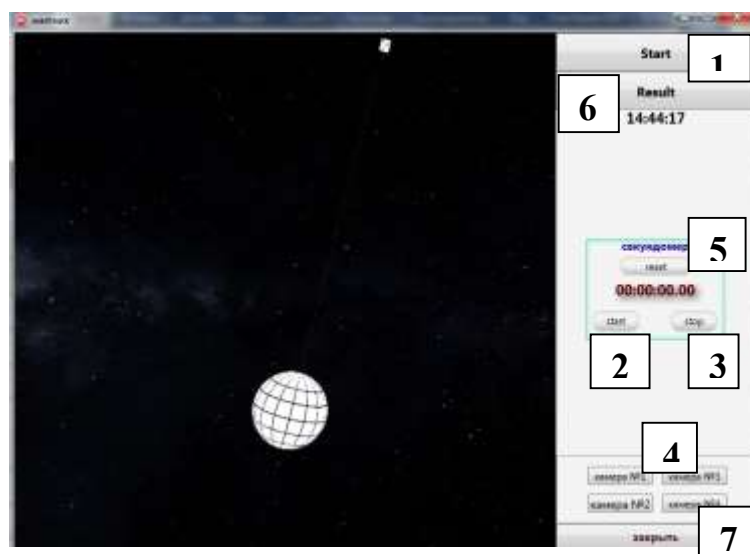


Рисунок 2.14 – Вікно виконання лабораторної роботи

– Заміряйте час (t, c), за який пройшло 30 повних коливань (N). Для цього натисніть ЛКМ на кнопку запуску Start секундоміра (див. рис. 2.13, поз. 2). Відрахуйте 30 коливань та зупиніть секундомір, натиснувши кнопку Stop (див. рис. 2.14, поз. 3);

– Обчисліть період коливань маятника (T). (Для зручності можна використати кнопки переключення камер (див. рис. 2.14, поз. 4), та вибрати найбільш зручне відображення).

Отримані дані запишіть у таблицю MS Excel, яку підготували заздалегідь на уроці інформатики, де по введеним формулам буде проведений розрахунок (табл.2.5).

Таблиця 2.5 – Таблиця для введення даних лабораторних досліджень

$N\bar{u}$	N	l, m	t, c	T, c	$g, m/c^2$	$g_{сер}, m/c^2$	ε_g
1							
2							
3							

– Повторіть вимірювання та обчислення ще 2 рази, для цього спочатку обнулiть секундомір (див. рис. 2.14, поз. 5);

– Результати вимірювань та обчислень занесіть до таблиці 2.3;

– Обчисліть значення прискорення вільного падіння, використовуючи результати проведених дослідів

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}, \quad (3)$$

де g - прискорення вільного падіння;

l – довжина підвіса (нитки);

T – період коливань;

π – стала величина;

- Обчисліть середнє значення прискорення вільного падіння

$$g_{\text{сеп}} = \frac{g_1 + g_2 + g_3 + g_4}{3}; \quad (4)$$

- Обчисліть відносну похибку експерименту

–

$$\varepsilon_g = \left| 1 - \frac{g_{\text{сеп}}}{g} \right| * 100\%, \quad (5)$$

де ε - відносна похибка експерименту;

Таблиця 2.6 – Зразок оформлення таблиці

№	N	l, м	t, с	T, с	g, м/с ²	g _{сеп} , м/с ²	ε _g
1	30	0,2	26,9	0,89	9,82	9,8	0
2			27	0,9	9,75		0,74
3			26,8	0,89	9,89		0,74

- Відкрийте вікно «Введення результатів розрахунків», для цього лівою кнопкою миші (далі ЛКМ) натисніть кнопку Result (див. рис. 2.14, поз. 6). Відкриється вікно введення результатів розрахунків (див. рис. 2.15);

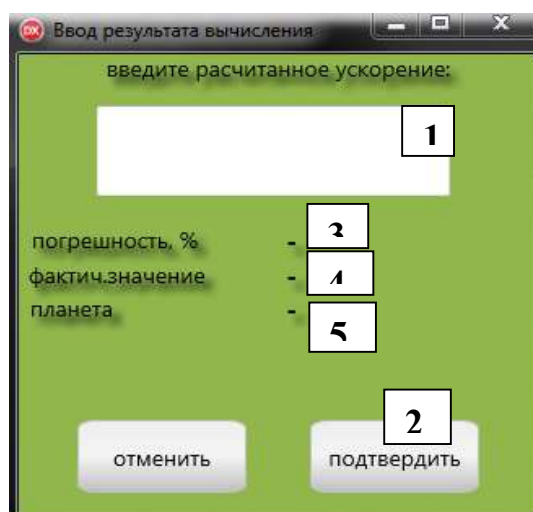


Рисунок 2.15 – Вікно введення результатів розрахунків

- Уведіть отримане значення $g_{\text{сер}}$ у відповідне поле вікна «Введення результатів розрахунків» (див. рис. 2.15, поз. 1);
- Потім ЛКМ натисніть кнопку «Підтвердити» (див. рис. 2.15, поз. 2). У разі правильних підрахунків у вікні «Введення результатів розрахунків» отримуємо результат похибки (див. рис. 2.15, поз. 3), фактичне значення (див. рис. 2.15, поз. 4) та назву планети (див. рис. 2.15, поз. 5), на якій коливатиметься маятник;
- Поясніть, чому значення $g_{\text{сер}}$ незначно відрізняється від значення g , згідно таблиці 2.3;
- Після закінчення роботи натисніть кнопку «Закрити» (див. рис. 2.14, поз. 7);
- Оберіть меню «Демонстрація» (див. рис. 2.12, поз. 3).

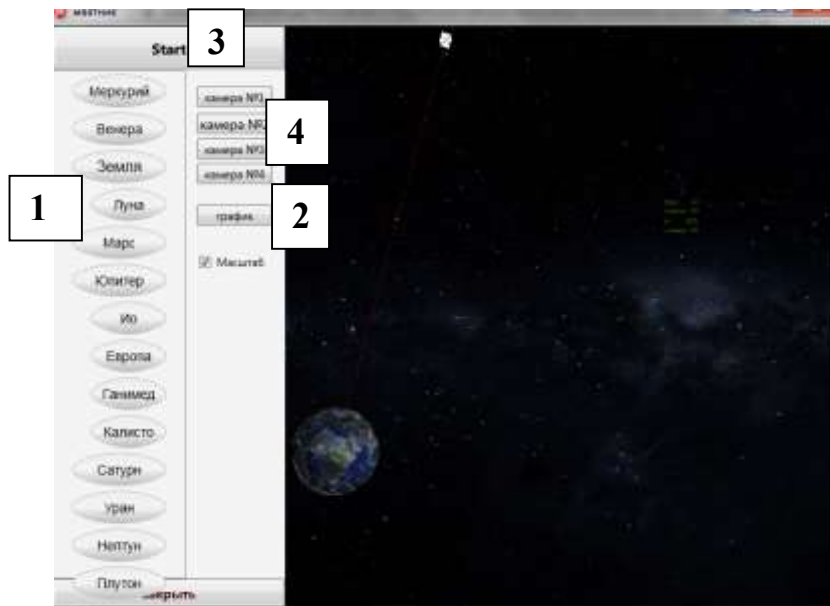


Рисунок 2.16 – Вікно демонстрації проекту

Проведіть спостереження за поведінкою маятника при різних значення прискорення вільного падання, відповідно деяким планетам Сонячної системи. Для цього треба обрати будь яку планету на лівій панелі екрана (див. рис. 2.16 поз.1)

Включити режим відображення графіка коливань (див. рис. 2.16 поз. 2) та натиснути кнопку Start (див. рис. 2.16 поз. 3).

В моделях планет використані реальні текстури поверхні планет, складені за результатами астрономічних спостережень, тому можна уважніше вивчити поверхні планет, скориставшись кнопками перемикання камер спостереження (див. рис. 2.16 поз. 4). Зверніть увагу на камеру №4, положення якої прив'язане до поверхні планети.

Учням пропонується ознайомитися з характеристиками планет Сонячної системи і порівняти характеристики (див. додаток Б).

Підбиття підсумків заняття.

Для тих хто бажає більше дізнатися:

Пропонується виконати цю лабораторну роботу за допомогою лабораторного обладнання під час додаткових занять або факультативу. Після цього порівняти у якому експерименті значення відносної похибки експерименту має найменше значення.

Визначити джерела помилки в разі проведення експерименту в віртуальному просторі і в реальній лабораторії.

Порівняти їх і припустити ступінь впливу на результат експерименту

2.2.4 Авторська методика практичної роботи учнів з інформатики «моделювання математичного маятника в середовищі програмування Delphi»

Закон України «Про освіту» 2017 року передбачає, що метою повної загальної середньої освіти є всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, її талантів, інтелектуальних, творчих і фізичних здібностей, формування цінностей і необхідних для успішної самореалізації компетентностей...

Досягнення цієї мети забезпечується шляхом формування ключових компетентностей, необхідних кожній сучасній людині для успішної життєдіяльності [1].

Однією з них є інформаційно-комунікативна компетентність, яка передбачає формування в учнів бази теоретичних та практичних знань, умінь і навичок ефективного використання сучасних комп'ютерно-інформаційних технологій у своїй діяльності.

В основу навчального курсу «Інформатика» покладено розвивально-компетентнісний підхід, що передбачає формування предметних та ключових компетентностей, а також розвиток певних мисленнєвих навичок[43].

Вивчення інформатики створює підґрунтя для набуття учнями саме інформаційно-комунікативної компетентності, завданнями якої є [44]:

- визначати й формулювати у різноманітних життєвих ситуаціях задачі, для розв'язання яких можна залучити цифрові пристрої та інформаційні технології;
- знаходити, подавати, перетворювати, аналізувати, узагальнювати та систематизувати дані, необхідні для розв'язання життєвих задач;
- застосовувати алгоритмічний та системний підходи, створювати та аналізувати інформаційні моделі для ефективного розв'язання задач, що постають у житті, навчальній та професійній діяльності;
- вільно, відповідально й безпечно використовувати сучасні інформаційні технології та цифрові пристрої, а також самостійно опановувати нові;
- створювати інформаційні продукти, працюючи індивідуально або в команді;
- критично оцінювати інформацію та її вплив на людину і суспільство, переваги та ризики використання ІТ для себе, суспільства й довкілля;

– усвідомлювати етичні, суспільні, культурні та правові норми й дотримуватися їх під час роботи з інформацією та використання інформаційних технологій [33].

Практична робота у вивченні інформатики відіграє важливу роль. У ній передбачаються самостійність, але їй передують колективна робота, робота під наглядом вчителя. Така робота носить навчальний, інструктивний характер. Тому у вивченні інформатики 70% часу треба приділяти формуванню практичних навичок.

Це дає можливість учням:

- розвивати навички самостійної діяльності, логічне мислення;
- формувати навички наукового світогляду;
- сприяти оволодінню методами пізнання.

При виконанні практичних робіт доцільно використовувати інструктивна-практичний метод. В цьому методі поєднується самостійна робота учнів із застосуванням теоретичних знань. При складанні інструкції до виконання практичної роботи слід дотримуватися поєднання теоретичних відомостей з покроковим описом виконання завдання [45].

На вивчення теми «Клас, властивості, конструктори, методи. Об'єкти. Події та обробники подій. Взаємодія об'єктів», в рамках педагогічного експерименту проводиться практична робота. На виконання практичної роботи відводиться один урок, тривалістю 45 хвилин [46].

Під час виконання практичної роботи «Моделювання математичного маятника для визначення прискорення вільного падіння», учні використовують такі ключові компетенції:

- навчальні (вміння пов'язувати воедино і використовувати окремо частини знань, вміння згортати і кодувати інформацію);
- дослідні (вміння знаходити, обробляти і систематизувати інформацію);

- соціально-особистісні (здатність критично вивчати ту чи іншу інформацію, потреба в наданні допомоги оточуючим через застосування винайденого алгоритму);
- комунікативні (здатність розуміти мову алгоритмів і кодувати інформацію в алгоритм);
- організаторські (прийняття відповідальності на себе, оволодіння;
- інструментом моделювання) [34].

Програмне забезпечення необхідне для виконання практичної роботи:

- ОС Windows10;
- Delphi Community Edition.

Для виконання роботи учні отримують підготовлений вчителем шаблон роботи, в якому вже реалізована більша частина практичного комплексу, а саме:

- модуль демонстрації можливостей комп'ютерної програми;
- модуль проведення практичної роботи;
- підготовлені структури даних, текстури, програмні інтерфейси.

Учням пропонується підготувати модуль, який відповідає за розрахунок відхилення маятника від вертикальної осі від часу.

Хід роботи:

1. Відкрити для роботи середовище програмування Delphi Community Edition;
2. Відкрити підготовлений вчителем файл-шаблон практичної роботи;
3. Створити нову форму для цього: ПКМ (на ім'я проекту) => Add New => Multi-Device Form => HD Form;
4. Змінити значення Властивостей: Action => form_A_module;
5. Змінити ім'я файлу вихідного модулю File Name => A_module.pas;
6. Перейти до вікна вихідного коду;
7. Створити тип даних type => TPendulumData (див. рис. 2.17);

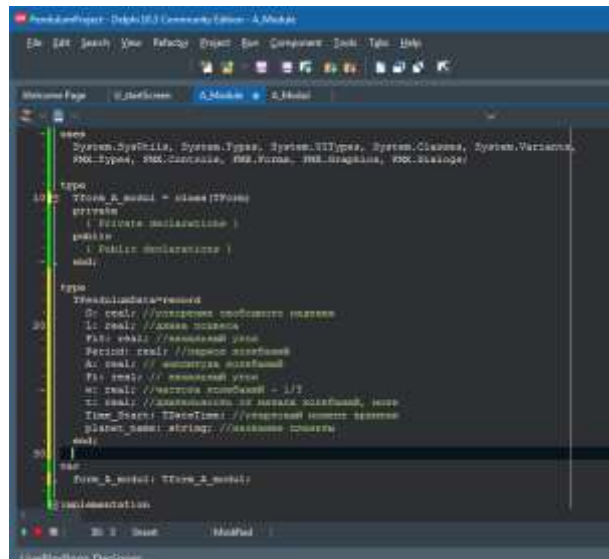


Рисунок 2.17 – Вікно програми. Створення типу даних

8. Оголосити змінну PendulumData даного типу (див. рис. 2.18);

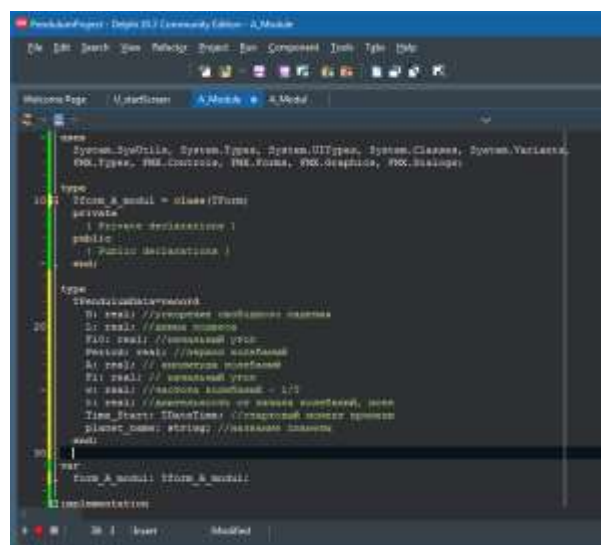


Рисунок 2.18 – Вікно програми. Оголошення змінної

9. Створити функцію PendulumSimulation, яка буде розраховувати кут відхилення маятника від часу (див. рис. 2.19);

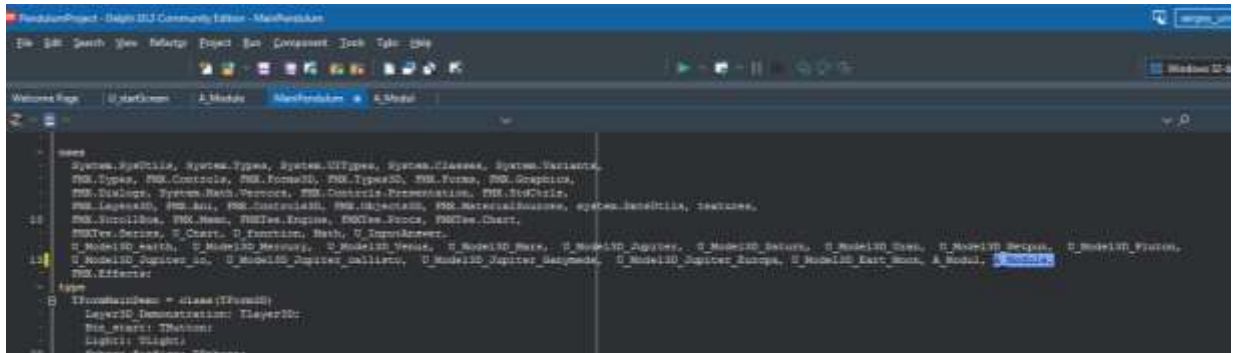


Рисунок 2.21 - Вікно програми. Підключення модулю до головної програми

2.3 Організація спільної науково-дослідної діяльності вчителя та учнів в рамках створення програмного проекту для моделювання поведінки математичного маятника засобами Delphi

Провідним принципом державної освітньої політики України, накресленим у “Національній доктрині розвитку освіти”, визначено принцип єдності освіти і науки, реалізація якого передбачає концентрацію сил і ресурсів на підготовці молодих науковців-дослідників як пріоритетній стратегічній меті освіти, створення науково-інформаційного поля для дітей, молоді і всього активного населення, інтенсифікацію наукових досліджень у закладах освіти, підтримку і стимулювання здібної молоді, формування змісту освіти на основі новітніх наукових та технологічних досягнень [47].

Слід сказати, що гармонійне поєднання різних прийомів і технологій в викладанні, об’єднання зусиль різних предметів, наприклад фізики та інформатики, у викладанні деяких тем в результаті надасть синергетичний ефект. Наочна демонстрація сучасних цифрових інформаційних технологій не тільки дозволяє краще і якісніше донести матеріал до учнів, але і відразу ж наочно демонструє школярам можливості сучасних цифрових технологій їх широкі можливості і присутність у всіх областях сучасного соціуму.

Формування науково-дослідних умінь в учнів – процес складний і тривалий, він не може протікати спонтанно. Учні, переходячи із класу в клас,

втрачають первісний інтерес до навчання, усе більше тяготячись його тягарем. Причина цього криється в слабостях сформованої методики, у недосконалому застосовуванні методів і форм навчання й стимулювання навчання школярів. При цьому упускається з виду, що школа повинна не просто передавати знання, а вводити в «царство думки». Відношення учнів до навчання, безсумнівно, залежить від характеру самого процесу навчання, від стилю спілкування між педагогом і учнями, від способів організації навчального матеріалу й учбово-пізнавальної діяльності школярів, від системи оцінювання результатів навчання [48].

В ході даної роботи ставилося за мету дослідити зміну ступеня засвоєння матеріалу та рівня зацікавленості учнів від спільного вивчення однієї теми зусиллями двох предметів – фізики та інформатики, можливість поглибленого вивчення деяких специфічних аспектів математичного моделювання, астрономічних явищ, принципів і можливостей побудови сучасного інтерфейсу користувача, принципи побудови і управління тривимірними сценами, моделювання фізичних предметів у віртуальному тривимірному просторі.

Для виконання поставлених цілей потрібно щільна взаємодія викладачів фізики та інформатики, оснащення робочих місць вчителів і учнів обчислювальною технікою, програмними засобами, наявністю в школі, правильно спроектованої і адмініструємої ЛВС, доступу в інтернет. Узгодження програм викладання з фізики та інформатики за 10-11 клас дозволить зацікавити дітей, дасть їм можливість поглянути на проблему під різними кутами.

Для організації науково-дослідницької діяльності в рамках створення програмного проекту для моделювання поведінки математичного маятника засобами Delphi потрібно забезпечити роботу учнів [49;50], спільно з викладачем, в вигляді рефератів, доповідей (які можуть бути виконані вдома або при роботі в гуртку з фізики, під час позакласних занять) за наступними темами [51; 52; 53; 54; 55]:

- «Сонячна система, планети і супутники. Основні фізичні параметри. Історія вивчення»;
- «Математичне моделювання, як метод пізнання»;
- «Математичний маятник. Характер руху маятника при великих і малих кутах відхилення».

З інформатики повинні бути виконані роботи у вигляді рефератів доповідей, з обов'язковим розглядом в аудиторії [39; 40; 41]:

- «Інтерфейс, побудова зручного для користувача інтерфейсу засобами Delphi. Ефекти і анімація»;
- «Тривимірний сценарій і тривимірне моделювання засобами Delphi»;
- «Структури даних, призначені для користувача структури даних в мові Pascal, їх реалізація в Delphi».

Дані роботи повинні бути виконані до початку проектування програмного комплексу з інформатики. Для того, щоб учні могли взяти участь в розробці програмного проекту передбачається оптимальним підготувати проект заздалегідь, перевірити його працездатність, а потім видалити з нього ряд файлів, процедур і структур даних, надавши дітям реалізувати їх, в рамках шкільної програми, під час вивчення теми «Клас, властивості, конструктори, методи. Об'єкти. Події та обробники подій. Взаємодія об'єктів» Детально цей процес описаний в п. 2.2.4.

Дана робота повинна бути закінчена до проведення лабораторної роботи по визначенню прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника.

Після виконання роботи на інформатиці програма може бути встановлена на комп'ютерах в кабінеті фізики, де буде проводиться лабораторна робота, або, якщо комп'ютеризованих робочих місць в кабінеті фізики недостатньо – в кабінеті інформатики.

Виконуючи роботи з фізики та інформатики учні навчаться як знаходити прискорення вільного падіння через період коливань, так і кут відхилення

маятника в залежності від довжини підвісу і прискорення вільного падіння, отримують порівняльне уявлення про планетах сонячної системи і вплив прискорення вільного падіння на коливання маятника, отримують практичні навички проведення лабораторних вимірювань і зможуть оцінити вплив похибки вимірювання на отримуюмо експериментатором результат [50].

Отже, під час дослідження розроблено:

- методичні засади використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики суть яких передбачає не лише проведення лабораторної роботи з фізики, а й її розроблення у співпраці з вчителем;

- авторську методику для проведення лабораторної роботи «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою комп'ютерної моделі математичного маятника», що ґрунтується на можливості учнів взяти участь у розробці ПЗ, яке моделює поведінку математичного маятника для різноманітних планет. Завдяки якому учні мають можливості визначити, прискорення вільного падіння для різних астрономічних тіл (планет та супутників сонячної системи). Окрім цього вони мають можливість порівняти результати свого вимірювання для планети Земля із реальним фізичним дослідом у шкільній лабораторії.

3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту

Основною ідеєю, яка закладалася при роботі над даним дипломним проектом полягає в дослідженні синергетичного ефекту від спільної роботи викладачів різних шкільних дисциплін над вивченням однієї теми. За основу була взята невелика тема – математичний маятник, практично цю тему учні вивчають на лабораторній роботі. Сама лабораторна робота була взята за основу для написання програмного комплексу, з математичного моделювання поведінки математичного маятника. Загальний рівень знань та кількість навчальних годин, які виділяються на цю тему не дозволяють виконати дану роботу повністю силами учнів звичайної (не профільному по предмету інформатики) школи, проте, якщо застосувати методику часткової підготовки програмного забезпечення, і надати учневі можливість написання одного або двох програмних модулів – це завдання укладається в існуючі ресурси і може бути виконана учнями загальноосвітньої школи, 10-11 класу під керівництвом вчителя інформатики [56]. В якості таких модулів пропонується взяти модуль, який відповідає за математичне моделювання маятника, а саме – за розрахунок кута відхилення підвісу від вертикалі від часу. Крім того, можливості мови програмування дозволяють доповнити методику проведення стандартної лабораторної роботи за допомогою фізичної моделі маятника. Так програмний комплекс дозволяє змінювати не тільки довжину підвісу, а й прискорення вільного падіння. Як приклади, для проведення експерименту були взяті реальні (з точністю до 3-х знаків після коми) значення прискорення вільного падіння для деяких об'єктів сонячної системи. Разом з цим, вантаж маятника був виконаний у вигляді моделі планети. В якості текстури поверхні

використовувалися текстури поверхні планет з сайту НАСА в високій (2К-8К) роздільній здатності.

Педагогічний експеримент проводився на ЗОШ І-ІІІ ст.№ 36 з поглибленим вивченням інформатики, 10 клас. Клас ділиться на дві групи на уроках інформатики і, для проведення експерименту, на лабораторній роботі з фізики. Перша група – експериментальна (далі ЕГ), займалася науково-дослідною діяльністю під час роботи на уроках інформатики над реалізацією блоку моделювання поведінки математичного маятника і виконувала лабораторну роботу по визначенню прискорення вільного падіння за допомогою розробленої програми-симуляції. Друга група, яка брала участь у експерименті, була контрольна (далі КГ) и проводила експеримент з визначення прискорення вільного падіння і займалася вивченням відповідної теми з інформатики (типи даних, призначені для користувача типи даних, записи (record), процедури і функції) за стандартною програмою. Всього у експерименті брали участь 21 учень.

Методики, за якими проводились експериментальні уроки і експериментальна лабораторна робота наведені у другому розділі.

В кінці експерименту, двом групам було проведено опитування на цю тему з фізики та з інформатики, що включає в себе питання по зазначеним вище темам з інформатики та фізики.

В кінці експерименту, двом групам була запропоновано опитування на розглянуту тему, яке складалося з 6 задач і зроблений порівняльний аналіз результатів.

1. Від чого залежить період коливань математичного маятника?
2. Яку амплітуду та довжину нитки маятника було обрано в комп'ютерному симуляторі?
3. Користуючись формулою математичного маятника виразить прискорення вільного падіння, запишіть хід алгебраїчних перетворень.
4. Як залежить прискорення вільного падіння від періоду коливань і частоти?

5. Як ви визначили період коливань в ході віртуальної лабораторної роботи?

6. Як зміниться період коливань маятника, якщо його довжину збільшили в 3 рази, а прискорення вільного падіння стало в 3 рази менше, ніж на першій планеті.

За кожне питання учні могли отримати по 2 бали. Максимальна оцінка за опитування складала 12 балів.

Також учні отримали контрольні запитання з інформатики. Яких теж було 6 і кожен з них оцінювався у 2 бали.

1. Об'єктно-орієнтоване програмування (далі ООП) – дайте визначення понять спадкування, поліморфізм, інкапсуляція.

2. ООП і Delphi, чим відрізняється клас від об'єкту?

3. Властивості і методи об'єкта. Дайте визначення і чим вони відрізняються?

4. Що таке конструктор і для чого він потрібен і коли викликається?

5. Що таке обробник подій?

6. Що таке owner, parent, heir з точки зору ООП в Delphi?

3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту

Програмний комплекс є цікавим для учнів функціоналом, розширити методику самої лабораторної роботи, підвищити ступінь самостійної роботи учнів, можливості контролю вчителя над роботою учнів. Зменшити ймовірність списування.

Крім того, в демонстраційному режимі, розміри підвісу маятника змінюються пропорційно реальним діаметрами планет, що дає можливість учням порівняти планети і супутники Сонячної системи між собою. Вибір випадкової планети для проведення експерименту виключає списування і «підгонку» результату учнем, крім того підвищує ступінь емоційної

зацікавленості: робота проводиться в програмі яку частково писав сам учень [58; 59].

Проведений експеримент показав, що впровадження науково-дослідної діяльності учнів в ході проведення досліду визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника, забезпечує засвоєння матеріалу учнями краще. Учні з експериментальної групи показали результати рівнем вище, ніж учні з контрольної групи [57].

Перед початком педагогічного експерименту був проведений аналіз рівня навчальних досягнень учнів з фізики та інформатики (табл.3.1, табл.3.2).

Таблиця 3.1 – Рівень навчальних досягнень учнів ЕГ та КГ з фізики на початку експерименту

Рівень підготовки	ЕГ	КГ
Початковий	3	2
Середній	4	4
Достатній	2	4
Високий	1	1

Таблиця 3.2 – Рівень навчальних досягнень учнів ЕГ та КГ з інформатики на початку експерименту

Рівень підготовки	ЕГ	КГ
Початковий	4	3
Середній	3	5
Достатній	3	3
Високий	1	0

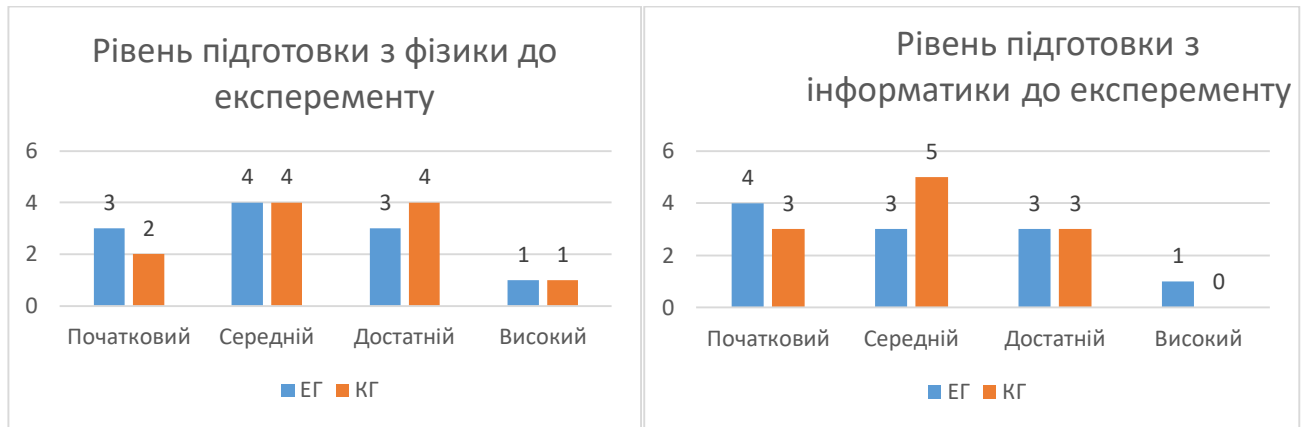


Рисунок 3.1 – Співставлення рівнів підготовки учнів EG та KG з фізики та інформатики

У двох групах викладалася тема з розділу фізики «Механіка», а саме «Види механічних коливань». У ході вивчення теми учні ознайомилися з теорією та відпрацювали навички розв’язування задач на визначення періоду коливань. Та тема з інформатики «Клас, властивості, конструктори, методи. Об’єкти. Події та обробники подій. Взаємодія об’єктів» (8 годин). EG було запропоновано взяти участь у розробці комп’ютерного симулятора, а потім виконати лабораторну роботу «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника». KG було запропоновано виконати таку саму лабораторну роботу, але в лабораторних умовах.

Після закінчення експерименту, обом групам була дана самостійна робота з даних тем, результати якої наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати після проведеного експерименту

Оцінка	Учні EG		Учні KG	
	Фізика	інформатика	Фізика	інформатика
1-3	2	2	3	3
4-6	2	2	3	4
7-9	5	5	4	3
10-12	2	2	1	1

З наведених даних видно, що учні експериментальної групи впорались краще, ніж учні з контрольної групи (див. рис. 3.2).

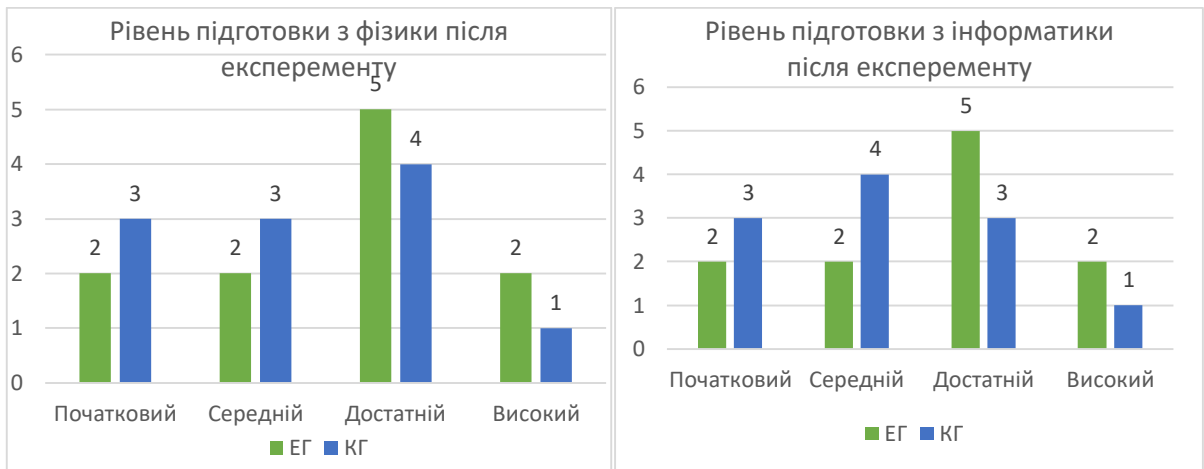


Рисунок 3.2 – Рівень знань учнів ЕГ після експерименту

Аналізуючи отримані результати [60], бачимо, що рівень знань експериментальної групи підвищився. Якість знань з фізики в ЕГ 46% зросла до 58%, а з інформатики з 44% до 58%, що є непоганим результатом (див. рис. 3.3., рис. 3.4).



Рисунок 3.3 – Якість навчання до експерименту



Рисунок 3.4 – Якість навчання після експерименту

Отже, педагогічний експеримент довів ефективність запропонованих методичних засад використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики, що дає підстави на розширення подальшого їх застосування на інші теми шкільного курсу фізики та інформатики.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра досліджено деякі аспекти наукової проблеми використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів закладів загальної середньої освіти у процесі навчання фізики.

Результати дослідження дали підстави для таких висновків:

1. Розглянуто основні види сучасних інформаційних технологій у контексті можливого їх застосування в організації навчальної та науково-дослідницької діяльності з фізики: апаратні засоби, програмні засоби «локального» застосування, локальна і глобальні інформаційні мережі, засоби обміну інформацією.

2. Розроблено методичні засади використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики, суть яких передбачає не лише проведення лабораторної роботи з фізики, а й її розроблення у співпраці з вчителем.

3. Розроблено авторську методику для проведення лабораторної роботи «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою комп'ютерної моделі математичного маятника», що передбачає участь учнів у розробці ПЗ, яке моделює поведінку математичного маятника для різноманітних планет.

4. Проведено педагогічний експеримент на базі ЗОШ I-III ст. №36, який довів ефективність запропонованих методичних засад використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики, що дає підстави для розширення їх подальшого застосування на інші теми шкільного курсу фізики та інформатики.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми й засвідчує необхідність її подальшої розробки за такими найбільш перспективними напрямками:

- поглиблена взаємодія між предметами фізики та інформатики в напрямку використання сучасних інформаційних технологій для демонстрації і проведення фізичних дослідів і експериментів;
- залучення учнів до підготовки матеріалів щодо проведення дослідів і демонстрацій фізичних експериментів у віртуальному середовищі спільно з вчителями інформатики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про освіту». *Офіційний сайт Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 30.08.2020).
2. Закон України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року». *Офіційний сайт ВР України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#Text> (дата звернення: 30.08.2020).
3. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. *Офіційний сайт МОН України*. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/derzhavni-standarti> (дата звернення: 30.08.2020).
4. Карабельская И.В. Использование цифровых технологий в образовательном процессе высшей школы // *Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика*, 2017. №1(19). С.127.
5. Информационные технологии в образовании / Норенков И.П., Зимин А.М. / М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 352 с.
6. 8 технологий, которые изменят будущее образование. Веб-сайт Hi-news.ru. Дата оновлення: 21.04.2014. URL: <https://hi-news.ru/technology/8-texnologij-kotorye-izmenyat-budushhee-obrazovanie.html>. (дата звернення: 30.09.2020).
7. Половинкин А. Технологии, которых пока нет в школе: как будут учить наших детей. Веб-сайт RUSBASE. Дата оновлення: 06.03.2018. URL: <https://rb.ru/opinion/budut-uchit> (дата звернення: 30.09.2020).
8. Компьютер на уроках физики / Разумовская Н.В. *Физика в шк.* 1984. №3. С. 51-56.
9. Кириллова Н.М. Использование компьютера на уроках физики при выполнении лабораторных работ [Электронный ресурс] URL: <https://refdb.ru/look/1235479.html> (дата звернення: 20.09.2020).

10. Майоров А.А., Седякин В.П. О классификации информатики и информационных технологий // *Открытое образование*, 2015 №2, С.4-6.
11. Кулыгин М. Технологии корпоративных сетей: энциклопедия / Санкт Петербург, 2000. 698с.
12. Комп'ютерна мережа: Вікіпедія. Вільна енциклопедія [Електронний ресурс] Дата оновлення: 07.08.2020. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Комп%27ютерна_мережа (дата звернення: 07.09.2020).
13. Zacker Craig/ *Upgrading&Troubleshooting Networks: The Complete Reference*. Osborne, 2000. 988с.
14. Локальна мережа: *Вікіпедія. Вільна енциклопедія* [Електронний ресурс] Дата оновлення: 26.10.2020. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Локальна_мережа (дата звернення: 27.10.2020).
15. Абдулов Р.М. Методика применения современных технических средств в процессе обучения физике: методические рекомендации / Екатеринбург, 2017. 55с.
16. Абдулов Р.М. Применение современных информационных технологий при формировании инженерного мышления в процессе обучения физике / *Педагогическое образование в России*, 2016. №6. С.8-14.
17. Чепель Ю. В. Застосування веб-камери на уроках фізики. «Розвиток сучасної природничо-математичної освіти: Реалії, проблеми якості, інновації»: II всеукр. наук.-практ. конф., 2013. 14с.
18. Нестеров А. Новые возможности документ-камеры для педагогов // *ИКТ в образовании (приложение к «Учительской газете»)*, 2008. № 22. С. 22-23.
19. Савгира С.М. Використання ІКТ на уроках фізики // *Фізика в школах України*, 2010, №18, 40с.
20. Познавательная самостоятельность учащихся в условиях компьютерного обучения / Коновалец Л.С. *Педагогика*, 1999. №2. С. 46-50.

21. Андріяшевська Н І. Використання табличного процесора Microsoft Office Excel при вивченні фізики [Електронний ресурс]: Дата оновлення: 21.10.2019. URL: <http://timso.koippo.kr.ua/hmura15/2019/10/17/andriyashevskanataliya-ivanivna-vykorystannya-tablychnoho-protseora-microsoft-office-excel-pry-vyvchenni-fyzyky/> (дата звернення: 07.09.2020)
22. Віртуальний кабінет інформатики ЗГ №54 [Електронний ресурс]. URL: <http://inform-5-9.blogspot.com/>
23. Блог вчителя інформатики для учнів 2-4 класів [Електронний ресурс]. URL: <http://inform-2-4.blogspot.com/>
24. Віртуальний кабінет фізики ЗГ №54 [Електронний ресурс]. URL: <https://physics-at-school.blogspot.com/>
25. Мнейн М.Г. Физические принципы работы ЭВМ: Кн. для внеклас. чтения учащихся 8-10 кл. сред. шк. / М.:Просвещение, 1987. 192с.
26. Трухин А.В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании / *Открытое и дистанционное образование*, 2002. № 4. С. 8.
27. Віртуальна освітня лабораторія [Електронний ресурс]: Дата оновлення: 2020. URL: http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=5&Itemid=94 (дата звернення: 17.09.2020).
28. PhET Interactive Simulations. *English Wikipedia* [Електронний ресурс]: Дата оновлення: 08.08.2020. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/PhET_Interactive_Simulations (дата звернення: 17.09.2020).
29. Геоника (геомиметика) как трансдисциплинар-ное направление исследований / Лесовик В.С. *Высшее образование в России*, 2014. № 3. С.77-83.
30. Виртуальные учебные лаборатории в инженерном образовании / А.В. Соловов. Сборник статей «*Индустрия образования*» Выпуск 2. М.: МГИУ, 2002. С.386-392.
31. Тализіна Н.Ф. Управління процесом засвоєння знань. Москва,

1975. 344с.

32. Основы математического моделирования / Звонарев С. В. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2019. 116с.

33. Информатика: моделювання. основи алгоритмізації / Ковальова Я.А. Науково-метод. центр ПТО. Харків. 2018. 20с.

34. Васильева С.О. Основы організації науково-дослідної діяльності учнів у загальноосвітньому навчальному закладі // *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. №12, 2009. С.22-26.

35. Кошечева Е.С. Развитие исследовательских умений учащихся на основе использования схемотехнического моделирования в процессе обучения физике: дис. канд. пед. наук./ Российский Государственный Педагогический Университет. СПб, 2002. 219с.

36. Бушуев С.А. Методика проведення лабораторних робіт та фізичних практикумів. *Всеосвіта: Спільнота активних освітян*. Дата оновлення: 02.5.2019. URL: <https://vseosvita.ua/library/metodika-provedenna-laboratornih-robit-ta-fizicnih-praktikumiv-129112.html> (дата звернення: 25.09.2020)

37. Левина И.И. Опыт-экспериментальная разработка методики самостоятельной работы учащихся на уроке при изучении педагогических дисциплин: Автореф. дис. канд. пед. наук. Москва, 1971. 36 с.

38. Бар'яхтар В.Г. Підручник Фізика.10 клас. Рівень: стандарт. *Механіка. Види коливань. Маятники.*/ Харків. вид. Ранок, 2018. С.119-130.

39. Фленов М.Е. Программирование в Delphi глазами хакера. / СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 368с.

40. Абрамов В.Г. Внедрение в язык паскаль / Москва, 1988. 317с.

41. Фаронов В.В. Турбо Паскаль 7.0. Начальный курс: уч. пособие / изд. Нолидж, 1997. 612с.

42. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: Дата оновлення: 15.04.2020. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Стандарт_оформления_кода (дата звернення: 30.09.2020).

43. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів, ІНФОРМАТИКА 5–9 класи / Жалдак М.І. [та ін.], 2017 рік: затверджена наказом МОН України від 07.06.2017 №804. 24с.
44. Рябченко Ж.В. Використання комп'ютера під час проведення уроків досліджень. // *Фізика в школах України*. Основа, 2010, №11-12, С.88.
45. Методологія наукової діяльності: навч. посіб., вид. 3-тє, переробл. / Д. В. Чернілевський, О. А. Дубасенюк та ін. / за ред. Д. В. Чернілевського. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2012. 364 с.
46. Навчальна програма для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 30.08.2020).
47. Одарчук К. М. Навчальний фізичний експеримент як основний вид діяльності при вивченні фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*. Випуск 89. Серія: Педагогічні науки. Чернігів, ЧНПУ, 2011. С. 466-469
48. Сергеев А.В. Наблюдения учащихся при изучении физики на первой ступени обучения. Киев, Рад. шк., 1987. 152 с.
49. Есипов Б.П. Самостоятельная работа учеников в процессе обучения. Москва, изд. АПН РСФСР, 1961. С. 24-32.
50. Eric M.Rogers/ Physics for the inquiring mind / Princeton? New Jersey, 1966. 652р.
51. Зигель Ф.Ю. Путешествие по недрам планет. Москва, 1988. 220с.
52. Мнейн М.Г. Физические принципы работы ЭВМ: книга для внеклас.чтения. уч.8-10 кл. ср.шк. / Москва, 1987. 190с.
53. Барон Н.М.[и др.] Краткий справочник физико-химических величин./ за ред. Мищенко К.П. изд. «Химия», 1974.200с.
54. Енохович А.С. Справочник по физике и технике: уч.пособие для уч. Москва, 1983. 251с.
55. Сисоєва С. О., Кристопчук Т. Є. Методологія науково-педагогічних

досліджень: Підручник. Рівне : Волинські обереги, 2013. 360 с.

56. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі: монографія. Кіровоград, 1998. 302 с.

57. Воловик П.М. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці. Київ: Радянська школа, 1969. 224 с.

58. Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / пер. с англ. Л. И. Хайрусовой / общ. ред. Ю. П. Адлера; посл. Ю. П. Адлера, А. Н. Ковалева. Москва: Прогресс, 1976. 496 с.

59. Грабарь М. И., Краснянская К. А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях: Непараметрические методы. Москва: Педагогика, 1977. 136 с.

60. Соціолого-педагогічний словник / за ред. В. В. Радула. Київ : «Екс Об», 2004. 304 с.

61. Академічний тлумачний словник (1970—1980). *Словник української мови*. URL: <http://sum.in.ua/s/cikavyj> (дата звернення: 15.10.2019).

62. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і голов. ред. В.Т. Бусел. Київ : Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. 1728 с.

63. Словник української мови (Академічний тлумачний словник (1970-1980)). Діяльність. URL: <http://sum.in.ua/s/chynnyk> (дата звернення: 10.10.2019).

64. Філософський словник / за ред. В. І. Шинкарука. 2 вид., перероб. і доп. Київ : Голов. Ред. УРЕ, 1986. 800 с.

ДОДАТОК А

Вихідний текст основних модулів програми. Delphi XE 10.3

22 - програмних модуля,

46 - файлів.

2830 - рядків алгоритму програми.

3790 - рядків налаштувань компонентів (без урахування бінарних даних)

Файл зборки проекту:

```

program PendulumProject;
uses
  System.StartupCopy,
  FMX.Forms,
  MainPendulum in 'MainPendulum.pas' {FormMainDemo},
  textures in 'textures.pas' {FormTetxures},
  U_Model3D_earth in 'U_Model3D_earth.pas' {FormModel3D_earth},
  U_Model3D_Mercury in 'U_Model3D_Mercury.pas' {FormModel3D_Mercury},
  U_Model3D_Venus in 'U_Model3D_Venus.pas' {FormModel3D_venus},
  U_Model3D_Mars in 'U_Model3D_Mars.pas' {FormModel3D_Mars},
  U_Model3D_Jupiter in 'U_Model3D_Jupiter.pas' {FormModel3D_Jupiter},
  U_Model3D_Saturn in 'U_Model3D_Saturn.pas' {FormModel3D_Saturn},
  U_Model3D_Uran in 'U_Model3D_Uran.pas' {FormModel3D_Uran},
  U_Model3D_Netpun in 'U_Model3D_Netpun.pas' {FormModel3D_Neptun},
  U_Model3D_Pluton in 'U_Model3D_Pluton.pas' {FormModel3D_Pluton},
  U_Model3D_Jupiter_io in 'U_Model3D_Jupiter_io.pas'
{FormModel3D_Jupiter_io},
  U_Model3D_Jupiter_callisto in 'U_Model3D_Jupiter_callisto.pas'
{FormModel3D_Jupiter_callisto},
  U_Model3D_Jupiter_Ganymede in 'U_Model3D_Jupiter_Ganymede.pas'
{FormModel3D_Jupiter_Ganymede},
  U_Model3D_Jupiter_Europa in 'U_Model3D_Jupiter_Europa.pas'
{FormModel3D_Jupiter_Europa},
  U_startScreen in '..\test-fon\U_startScreen.pas' {FormStartScreen},
  U_Chart in 'U_Chart.pas' {Form_Chart},
  U_function in 'U_function.pas' {FormFunction},
  A_Modul in 'A_Modul.pas' {Form_A_module},
  U_Model3D_Eart_Moon in 'U_Model3D_Eart_Moon.pas'
{FormModel3D_earth_Moon},
  U_Settings in 'U_Settings.pas' {FormSettings},
  U_InputAnswer in 'U_InputAnswer.pas' {Form_InputAnswer};

{$R *.res}
begin
  Application.Initialize;
  Application.CreateForm(TFormStartScreen, FormStartScreen);
  Application.CreateForm(TFormTetxures, FormTetxures);
  Application.CreateForm(TFormModel3D_earth, FormModel3D_earth);
  Application.CreateForm(TFormModel3D_Mercury, FormModel3D_Mercury);
  Application.CreateForm(TFormModel3D_venus, FormModel3D_venus);

```



```

Application.CreateForm(TFormModel3D_Mars, FormModel3D_Mars);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Jupiter, FormModel3D_Jupiter);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Saturn, FormModel3D_Saturn);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Uran, FormModel3D_Uran);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Neptun, FormModel3D_Neptun);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Pluton, FormModel3D_Pluton);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Jupiter_io,
FormModel3D_Jupiter_io);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Jupiter_callisto,
FormModel3D_Jupiter_callisto);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Jupiter_Ganymede,
FormModel3D_Jupiter_Ganymede);
Application.CreateForm(TFormModel3D_Jupiter_Europa,
FormModel3D_Jupiter_Europa);
Application.CreateForm(TForm_Chart, Form_Chart);
Application.CreateForm(TFormFunction, FormFunction);
Application.CreateForm(TForm_A_module, Form_A_module);
Application.CreateForm(TFormModel3D_earth_Moon,
FormModel3D_earth_Moon);
Application.CreateForm(TFormSettings, FormSettings);
Application.CreateForm(TFormMainDemo, FormMainDemo);
Application.CreateForm(TForm_InputAnswer, Form_InputAnswer);
Application.Run;
end.

```

Модуль U_startScreen , файлы U_startScreen.pas и U_startScreen.fmx (без бинарных данных)

```

unit U_startScreen;
interface
uses
  System.SysUtils, System.Types, System.UITypes, System.Classes,
  System.Variants, FMX.Types, FMX.Controls, FMX.Forms3D, FMX.Types3D, FMX.Forms,
  FMX.Graphics, FMX.Dialogs, System.Math.Vectors, FMX.Controls3D,
  FMX.MaterialSources, FMX.Objects3D, math, DateUtils, FMX.Ani, FMX.Layers3D,
  FMX.StdCtrls, FMX.Controls.Presentation, MainPendulum, A_Modul, U_Settings;

type
  TFormStartScreen = class(TForm3D)
    Sphere1: TSphere;
    Light1: TLight;
    LightMaterialSource_kosmo: TLightMaterialSource;
    Timer1: TTimer;
    ColorMaterialSource_1: TColorMaterialSource;
    Dummy_1: TDummy;
    Camera_1: TCamera;
    Text3D1: TText3D;
    LightMaterialSource_text: TLightMaterialSource;
    Text3D2: TText3D;
    Text3D3: TText3D;
    Text3D4: TText3D;
    Text3D5: TText3D;
    Text3D7: TText3D;
    Text3D0: TText3D;
    TextureMaterialSource_Kosmo: TTextureMaterialSource;
    LightMaterialSource_text2: TLightMaterialSource;
    Text3D6: TText3D;
    Timer_start1: TTimer;

```

```

FloatAnimation1: TFloatAnimation;
FloatAnimation2: TFloatAnimation;
FloatAnimation3: TFloatAnimation;
FloatAnimation4: TFloatAnimation;
FloatAnimation5: TFloatAnimation;
FloatAnimation6: TFloatAnimation;
FloatAnimation7: TFloatAnimation;
FloatAnimation8: TFloatAnimation;
Timer_Start2: TTimer;
FloatAnimationSphere1: TFloatAnimation;
PanelMain: TLayer3D;
Button1: TButton;
FloatAnimationPanelMain: TFloatAnimation;
Button2: TButton;
Button3: TButton;
Button4: TButton;
PanelLoadProgress: TLayer3D;
timerProgres1: TTimer;
ProgressBar1: TProgressBar;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
ProgressBar2: TProgressBar;
ProgressBar3: TProgressBar;
Label3: TLabel;
ProgressBar4: TProgressBar;
Label4: TLabel;
Label5: TLabel;
ProgressBar5: TProgressBar;
ColorMaterialSource1: TColorMaterialSource;
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure Form3DShow(Sender: TObject);
procedure Timer_start1Timer(Sender: TObject);
procedure Timer_Start2Timer(Sender: TObject);
procedure timerProgres1Timer(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure Form3DHide(Sender: TObject);
procedure Button4Click(Sender: TObject);
procedure Form3DCreate(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
private
    flag1, flag2, flag3, flag4, flag5: boolean;
public
    StarsArray: Array of TSphere;
    CountStars: integer;
end;

var
    FormStartScreen: TFormStartScreen;
    k: real;
    t1: TDateTetime;

implementation
{$R *.fmx}

procedure TFormStartScreen.Button1Click(Sender: TObject); //лабораторная
begin
    FormMainDemo.ModeWork:='laboratory';
    FormStartScreen.Hide;
    FormMainDemo.show;
end;

procedure TFormStartScreen.Button2Click(Sender: TObject);

```

```

begin
  ShowMessage ('Извините, при вызове данного модуля произошла критическая
ошибка');
end;

procedure TFormStartScreen.Button3Click(Sender: TObject);
begin
  FormMainDemo.ModeWork:='demonstration';
  FormStartScreen.Hide;
  FormMainDemo.show;
end;

procedure TFormStartScreen.Button4Click(Sender: TObject);
begin
  FormSettings.ShowModal;
end;

procedure TFormStartScreen.Form3DCreate(Sender: TObject);
begin
  PendulumDataSetZero;
end;

procedure TFormStartScreen.Form3DHide(Sender: TObject);
begin
  Timer1.Enabled := false;
end;

procedure TFormStartScreen.Form3DShow(Sender: TObject);
var
  i: integer;
  s: TSphere;
  r: real;
begin
  PanelMain.Visible := false;
  PanelLoadProgress.Visible := false;
  flag1 := false; flag2 := false; flag3 := false; flag4 := false; flag5
:= false; K := 1;
  CountStars:= 2000;
  SetLength ( StarsArray, CountStars+1);
  t1:=now;
  Timer1.Enabled := true;
  if not timer_Start1.Enabled then PanelMain.Visible := true;
  FormMainDemo.Hide;
end;

procedure TFormStartScreen.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  dummy_1.RotationAngle.y := dummy_1.RotationAngle.y + 0.2;
  camera_1.Position.Z := camera_1.Position.Z +k;
  if camera_1.Position.Z>10 then K := -0.2;
  if camera_1.Position.Z<-15 then K := 0.3;
end;

procedure TFormStartScreen.timerProgres1Timer(Sender: TObject);
var
  i: integer;
  s: TSphere;
  r: real;
begin
  labell1.Visible := true;
  ProgressBar1.Visible := true;
  ProgressBar1.Value := ProgressBar1.Value +9;
  if ProgressBar1.Value>99 then

```

```

begin
  label1.Text := 'загрузка системных модулей - ок';
  flag2 := true;
end;
if flag2 then
begin
  label2.Visible := true;
  ProgressBar2.Visible := true;
  ProgressBar2.Value := ProgressBar2.Value +7;
  if ProgressBar2.Value>98 then
  begin
    flag3 := true;
    label2.Text := 'загрузка базы 3D координат - ок';
    flag2 := false;
  end;
end;
if flag3 then
begin
  label3.Visible := true;
  ProgressBar3.Visible := true;
  ProgressBar3.Value := ProgressBar3.Value +3;
  if ProgressBar3.Value>99 then
  begin
    flag3:= false;
    flag4:=true;
    label3.Text := 'загрузка текстур поверхности планет - ок. ';
  end
  else
  begin
    label3.Text := 'загрузка текстур поверхности планет - загружено
' + IntToStr(round(ProgressBar3.Value))+ '% поверхности планет';
  end;
end;
if (ProgressBar4.Value<=99) and (ProgressBar3.Value>99) then
begin
  label4.Visible := true;
  ProgressBar4.Visible := true;
  ProgressBar4.Value := ProgressBar4.Value +4;
  for i :=0 to 50 do
  begin
    r := RandomRange (5, 8)/200;
    s := TSphere.Create(FormStartScreen);
    s.Parent := FormStartScreen;
    s.Height := r;
    s.Width := r;
    s.Depth := r;
    s.MaterialSource := ColorMaterialSource_1;
    s.Position.x := RandomRange (-30,+30);
    s.Position.y := RandomRange (-30,+30);
    s.Position.z := RandomRange (-30,+30);
    s.SubdivisionsAxes := 5;
    s.SubdivisionsHeight := 5;
    StarsArray[i] := s;
    label4.Text := 'создание пула 3D объектов. Создано ' +
IntToStr(round(ProgressBar4.Value/4*50)) + ' 3D объектов';
  end;
end;
if ProgressBar4.Value>99 then
begin
  flag4:= false;
  flag5:=true;
  label4.Text := 'создание пула 3D объектов - ок. ';
end;

```

```

if flag5 then
begin
flag4:= false;
label5.Visible := true;
ProgressBar5.Visible := true;
ProgressBar5.Value := ProgressBar5.Value + 10;
if ProgressBar5.Value>99 then
begin
flag5:= false;
flag1 := true;
label5.Text := 'загрузка модулей эмуляции физики - ok';
FloatAnimationSphere1.Enabled := true;
end;
end;
if flag1 then
begin
PanelLoadProgress.Opacity := PanelLoadProgress.Opacity - 0.05;
if PanelLoadProgress.Opacity< 0.1 then
begin
timerProgres1.Enabled := false;
button1.Enabled := true;
button2.Enabled := true;
button3.Enabled := true;
button4.Enabled := true;
PanelLoadProgress.visible := false
end;
end;
end;

procedure TFormStartScreen.Timer_start1Timer(Sender: TObject);
begin
timer1.Enabled := false;
FloatAnimation1.Enabled := true;
FloatAnimation2.Enabled := true;
FloatAnimation3.Enabled := true;
FloatAnimation4.Enabled := true;
FloatAnimation5.Enabled := true;
FloatAnimation6.Enabled := true;
FloatAnimation7.Enabled := true;
FloatAnimation8.Enabled := true;
Timer_Start2.Enabled := true;
Timer_Start1.Enabled := false;
end;

procedure TFormStartScreen.Timer_Start2Timer(Sender: TObject);
begin
freeandnil (Text3D0);
freeandnil (Text3D1);
freeandnil (Text3D2);
freeandnil (Text3D3);
freeandnil (Text3D4);
freeandnil (Text3D5);
freeandnil (Text3D6);
freeandnil (Text3D7);
PanelMain.Visible := true;

FloatAnimationPanelMain.Enabled := true;
PanelLoadProgress.Visible := true;
PanelMain.Opacity := 1;
timer1.Enabled := true;
timerProgres1.enabled := true;
Timer_Start2.enabled := false;
end;

```

end.

```

object FormStartScreen: TFormStartScreen
  Left = 128
  Top = 96
  Camera = Camera_1
  Caption = #1076#1080#1087#1083#1086#1084#1085#1099#1081'
'#1087#1088#1086#1077#1082#1090' '#1041#1072#1083#1072#1103#1085'
'#1056'.'#1042'.'
  Color = claBlack
  ClientHeight = 681
  ClientWidth = 1373
  Multisample = TwoSamples
  Position = Designed
  UsingDesignCamera = False
  WindowState = wsMaximized
  FormFactor.Width = 320
  FormFactor.Height = 480
  FormFactor.Devices = [Desktop]
  OnCreate = Form3DCreate
  OnShow = Form3DShow
  OnHide = Form3DHide
  Left = 128
  Top = 96
  DesignerMasterStyle = 0
object Spherel: TSphere
  WrapMode = Original
  Width = 100.000000000000000000
  Height = 100.000000000000000000
  Depth = 100.000000000000000000
  Opacity = 0.000000000000000000
  TwoSide = True
  SubdivisionsAxes = 8
  SubdivisionsHeight = 6
  MaterialSource = TextureMaterialSource_Kosmo
object FloatAnimationSpherel: TFloatAnimation
  Duration = 1.500000000000000000
  PropertyName = 'Opacity'
  StartValue = 0.000000000000000000
  StopValue = 1.000000000000000000
  end
end
object Light1: TLight
  Color = claWhite
  LightType = Point
  SpotCutOff = 180.0000000000000000
  Position.X = 0.040051512420177460
  Position.Y = -0.719039440155029300
  Position.Z = -5.000004768371582000
  RotationAngle.X = 336.859527587890600000
  RotationAngle.Y = 2.937534332275391000
  RotationAngle.Z = 347.679595947265600000
  Width = 1.000000000000000000
  Height = 1.000000000000000000
  Depth = 1.000000000000000000
  Quaternion =
  '(0.0964193642139435,-0.03775380179286,0.0850565955042839,-0.9909'
+
  '77823734283)'
  end
object LightMaterialSource_kosmo: TLightMaterialSource
  Diffuse = claWhite

```

```

Ambient = xFF202020
Emissive = claWhite
Specular = xFF606060
Left = 919
Top = 385
end
object LightMaterialSource_text2: TLightMaterialSource
Diffuse = claWhite
Ambient = xFF202020
Emissive = claNull
Specular = xFF606060
Shininess = 30
Left = 807
Top = 273
end
object Timer_Start2: TTimer
Enabled = False
OnTimer = Timer_Start2Timer
Left = 912
Top = 224
end
object Timer_start1: TTimer
Interval = 7000
OnTimer = Timer_start1Timer
Left = 904
Top = 216
end
object PanelMain: TLayer3D
Align = Left
Fill.Kind = Gradient
Fill.Gradient.Points = <
  item
    Color = claWhite
    Offset = 0.232919260859489400
  end
  item
    Color = xFF121212
    Offset = 1.000000000000000000
  end
end>
Fill.Gradient.StartPosition.X = 0.500000000000000000
Fill.Gradient.StartPosition.Y = 1.000000000000000000
Fill.Gradient.StopPosition.X = 0.499999970197677600
Fill.Gradient.StopPosition.Y = 0.000000000000000000
Height = 681.000000000000000000
Position.X = 117.000000000000000000
Position.Y = 340.000000000000000000
Projection = Screen
Resolution = 50
StyleLookup = 'backgroundstyle'
Width = 235.000000000000000000
object Button1: TButton
Enabled = False
StyledSettings = [Family, Style, FontColor]
Position.X = 16.000000000000000000
Position.Y = 134.000000000000000000
Size.Width = 201.000000000000000000
Size.Height = 89.000000000000000000
Size.PlatformDefault = False
Text
#1051#1040#1041#1054#1056#1040#1058#1054#1056#1053#1040#1071
TextSettings.Font.Size = 20.000000000000000000
OnClick = Button1Click
end

```

```

object FloatAnimationPanelMain: TFloatAnimation
  Duration = 1.5000000000000000
  PropertyName = 'Opacity'
  StartValue = 0.0000000000000000
  StopValue = 1.0000000000000000
end
object Button2: TButton
  Enabled = False
  StyledSettings = [Family, Style, FontColor]
  Position.X = 16.0000000000000000
  Position.Y = 238.0000000000000000
  Size.Width = 201.0000000000000000
  Size.Height = 89.0000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  Text = #1057#1054#1051#1053#1045#1063#1053#1040#1071'
'#1057#1048#1057#1058'.'
  TextSettings.Font.Size = 20.0000000000000000
  OnClick = Button2Click
end
object Button3: TButton
  Enabled = False
  StyledSettings = [Family, Style, FontColor]
  Position.X = 16.0000000000000000
  Position.Y = 30.0000000000000000
  Size.Width = 201.0000000000000000
  Size.Height = 89.0000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  Text = #1044#1045#1052#1054#1053#1057#1058#1056#1040#1062#1048#1071
  TextSettings.Font.Size = 20.0000000000000000
  OnClick = Button3Click
end
object Button4: TButton
  Enabled = False
  StyledSettings = [Family, Style, FontColor]
  Position.X = 16.0000000000000000
  Position.Y = 342.0000000000000000
  Size.Width = 201.0000000000000000
  Size.Height = 89.0000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  Text = #1053#1040#1057#1058#1056#1054#1049#1050#1048
  TextSettings.Font.Size = 20.0000000000000000
  OnClick = Button4Click
end
end
object PanelLoadProgress: TLayer3D
  Align = Scale
  Fill.Color = xFF030303
  Fill.Kind = Solid
  Height = 400.0000000000000000
  Position.X = 804.0000000000000000
  Position.Y = 340.0000000000000000
  Projection = Screen
  Resolution = 50
  StyleLookup = 'backgroundstyle'
  Width = 1000.0000000000000000
object ProgressBar1: TProgressBar
  Align = Scale
  Orientation = Horizontal
  Position.X = 108.0000000000000000
  Position.Y = 68.0000000000000000
  Size.Width = 949.0000000000000000
  Size.Height = 21.0000000000000000

```



```

Size.Width = 890.00000000000000000000000000000000
Size.Height = 17.00000000000000000000000000000000
Size.PlatformDefault = False
TextSettings.Font.Family = 'Calibri'
TextSettings.Font.Size = 16.00000000000000000000000000000000
TextSettings.Font.StyleExt = {00070000000000000000004000000}
TextSettings.Font.Color = claGreen
Text = #1079#1072#1075#1088#1091#1079#1082#1072'
'#1090#1077#1082#1089#1090#1091#1088'
'#1087#1086#1074#1077#1088#1093#1085#1086#1089#1090#1080'
'#1087#1083#1072#1085#1077#1090'...'
Visible = False
end
object ProgressBar4: TProgressBar
Align = Scale
Orientation = Horizontal
Position.X = 109.00000000000000000000000000000000
Position.Y = 284.00000000000000000000000000000000
Size.Width = 949.00000000000000000000000000000000
Size.Height = 21.00000000000000000000000000000000
Size.PlatformDefault = False
StyleLookup = 'progressbarstyle'
Visible = False
end
object Label4: TLabel
StyledSettings = []
Position.X = 108.00000000000000000000000000000000
Position.Y = 260.00000000000000000000000000000000
Size.Width = 890.00000000000000000000000000000000
Size.Height = 17.00000000000000000000000000000000
Size.PlatformDefault = False
TextSettings.Font.Family = 'Calibri'
TextSettings.Font.Size = 16.00000000000000000000000000000000
TextSettings.Font.StyleExt = {00070000000000000000004000000}
TextSettings.Font.Color = claGreen
Text = #1089#1086#1079#1076#1072#1085#1080#1077'
'#1087#1091#1083#1072' 3D '#1086#1073#1100#1077#1082#1090#1086#1074'...'
Visible = False
end
object Label5: TLabel
StyledSettings = []
Position.X = 108.00000000000000000000000000000000
Position.Y = 332.00000000000000000000000000000000
Size.Width = 890.00000000000000000000000000000000
Size.Height = 17.00000000000000000000000000000000
Size.PlatformDefault = False
TextSettings.Font.Family = 'Calibri'
TextSettings.Font.Size = 16.00000000000000000000000000000000
TextSettings.Font.StyleExt = {00070000000000000000004000000}
TextSettings.Font.Color = claGreen
Text = #1079#1072#1075#1088#1091#1079#1082#1072'
'#1084#1086#1076#1091#1083#1077#1081'
'#1101#1084#1091#1083#1103#1094#1080#1080'
'#1092#1080#1079#1080#1082#1080'...'
Visible = False
end
object ProgressBar5: TProgressBar
Align = Scale
Orientation = Horizontal
Position.X = 109.00000000000000000000000000000000
Position.Y = 356.00000000000000000000000000000000
Size.Width = 949.00000000000000000000000000000000
Size.Height = 21.00000000000000000000000000000000

```

```
        Size.PlatformDefault = False
        StyleLookup = 'progressbarstyle'
        Visible = False
    end
end
object timerProgres1: TTimer
    Interval = 50
    OnTimer = timerProgres1Timer
    Left = 1155
    Top = 104
end
object ColorMaterialSource1: TColorMaterialSource
    Color = xFF062B66
    Left = 1088
    Top = 610
end
end.
```

Модуль MainPendulum, файлы MainPendulum.pas и MainPendulum.fmx (без бинарных данных)

```

unit MainPendulum;
interface
uses
    System.SysUtils, System.Types, System.UITypes, System.Classes,
    System.Variants, FMX.Types, FMX.Controls, FMX.Forms3D, FMX.Types3D, FMX.Forms,
    FMX.Graphics, FMX.Dialogs, System.Math.Vectors, FMX.Controls.Presentation,
    FMX.StdCtrls, FMX.Layers3D, FMX.Ani, FMX.Controls3D, FMX.Objects3D,
    FMX.MaterialSources, system.DateUtils, textures, FMX.ScrollBox, FMX.Memo,
    FMXTEE.Engine, FMXTEE.Procs, FMXTEE.Chart, FMXTEE.Series, U_Chart, U_function,
    Math, U_InputAnswer, U_Model3D_earth, U_Model3D_Mercury, U_Model3D_Venus,
    U_Model3D_Mars, U_Model3D_Jupiter, U_Model3D_Saturn, U_Model3D_Uran,
    U_Model3D_Netpun, U_Model3D_Pluton, U_Model3D_Jupiter_io,
    U_Model3D_Jupiter_callisto, U_Model3D_Jupiter_Ganymede,
    U_Model3D_Jupiter_Europa, U_Model3D_Eart_Moon, A_Modul, FMX.Effects;
type
    TFormMainDemo = class(TForm3D)
        Layer3D_Demonstration: TLayer3D;
        Btn_start: TButton;
        Light1: TLight;
        Sphere_Surface: TSphere;
        TextureMaterialSource3: TTextureMaterialSource;
        DummyPendulum: TDummy;
        Timer_main: TTimer;
        Cylinder1: TCylinder;
        Camera1: TCamera;
        Label_Fi: TLabel;
        TextLayer3D_Info: TTextLayer3D;
        Sphere_fon_cosmo: TSphere;
        Timer_fon: TTimer;
        Btn_Cam1: TButton;
        Label2: TLabel;
        Label3: TLabel;
        Label_period: TLabel;
        Label5: TLabel;
        Label11: TLabel;
        Label_start: TLabel;
        RoundCube1: TRoundCube;
        Dummy2: TDummy;
        Btn_Cam2: TButton;
        Camera2: TCamera;
        Camera3: TCamera;
        Btn_Cam3: TButton;
        Btn_Cam4: TButton;
        Dummy1: TDummy;
        Sphere_Atmos: TSphere;
        Btn_Close: TButton;
        Btn_Chart: TButton;
        PanelButtonPlanet: TPanel;
        CornerButton2: TCornerButton;
        CornerButton3: TCornerButton;
        CornerButton4: TCornerButton;
        CornerButton5: TCornerButton;
        CornerButton6: TCornerButton;
        CornerButton7: TCornerButton;
        CornerButton8: TCornerButton;
        CornerButton1: TCornerButton;
        CornerButton9: TCornerButton;
    end;

```

```

CornerButton10: TCornerButton;
CornerButton11: TCornerButton;
CornerButton12: TCornerButton;
CornerButton13: TCornerButton;
CornerButton14: TCornerButton;
ChkBx_Scaled: TCheckBox;
Layer3D_Laboratory: TLayer3D;
BtnLabSart: TButton;
BtnLabClose: TButton;
Label_g: TLabel;
BtnResult: TButton;
LabelDtTime: TLabel;
Panell1: TPanel;
Button4: TButton;
Button3: TButton;
Button1: TButton;
Button2: TButton;
Panel2: TPanel;
CornerButton15: TCornerButton;
CornerButton16: TCornerButton;
CornerButton17: TCornerButton;
Label_stopwatch: TLabel;
Timer_stopwatch: TTimer;
ShadowEffect1: TShadowEffect;
Button5: TButton;
Label4: TLabel;
InnerGlowEffect1: TInnerGlowEffect;
procedure Form3DCreate(Sender: TObject);
procedure Btn_startClick(Sender: TObject);
procedure Timer_mainTimer(Sender: TObject);
procedure RadioButtonMercuryClick(Sender: TObject);
procedure Timer_fonTimer(Sender: TObject);
procedure Btn_Cam1Click(Sender: TObject);
procedure RadioButton2Click(Sender: TObject);
procedure RadioButton8Click(Sender: TObject);
procedure RadioButton9Click(Sender: TObject);
procedure RadioButton10Click(Sender: TObject);
procedure RadioButton11Click(Sender: TObject);
procedure RadioButton12Click(Sender: TObject);
procedure Btn_Cam2Click(Sender: TObject);
procedure Btn_Cam3Click(Sender: TObject);
procedure Btn_Cam4Click(Sender: TObject);
procedure Form3DHide(Sender: TObject);
procedure Form3DClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
procedure Form3DShow(Sender: TObject);
procedure Btn_CloseClick(Sender: TObject);
procedure SetPlanetOnPendulum (NamePalnet: string);
procedure RadioButton3Change(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton2Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton3Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton4Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton6Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton5Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton7Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton8Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton1Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton9Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton10Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton11Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton12Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton13Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton14Click(Sender: TObject);

```

```

procedure Btn_ChartClick(Sender: TObject);
procedure BtnLabCloseClick(Sender: TObject);
procedure BtnLabSartClick(Sender: TObject);
procedure BtnResultClick(Sender: TObject);
procedure CornerButton17Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton16Click(Sender: TObject);
procedure CornerButton15Click(Sender: TObject);
procedure Timer_stopwatchTimer(Sender: TObject);
procedure Button5Click(Sender: TObject);
private
  arrayBtnCam: array [1..4] of TButton;
  arrayBtnPlanet: array [1..14] of TCornerButton;
public
  ModeWork: String;
  procedure RandomPlanet;
end;

var
  FormMainDemo: TFormMainDemo;
  MyRect: TRectF;
  iZ: single;
  Time_Start: TDateTime;
  g: double;
  fi0: real;
  T1_Timer_stopwatch: integer;
  T_Sart_stopwatch: TDateTime;

implementation
{$R *.fmx}
uses U_startScreen;

procedure TFormMainDemo.Btn_Cam2Click(Sender: TObject);
var
  i: integer;
begin
  for i := 1 to 4 do arrayBtnCam[i].TextSettings.Font.Size := 12;
  (Sender as TButton).TextSettings.Font.Size := 14;
  FormMainDemo.Camera := camera1;
  FormMainDemo.UsingDesignCamera := false;
end;

procedure TFormMainDemo.Btn_CloseClick(Sender: TObject);
begin
  FormMainDemo.Hide;
end;

procedure TFormMainDemo.Btn_startClick(Sender: TObject);
begin
  Form_Chart.Series1.Clear;
  Timer_main.Enabled := not Timer_main.Enabled;
  Time_Start := now;
  if Timer_main.Enabled then
    begin
      (sender as TButton).Text := 'Stop';
      PanelButtomPlanet.Enabled := false;
      pendulumData.t := 0;
      pendulumData.Time_Start := now;
    end
  else
    begin
      (sender as TButton).Text := 'Start';
      PanelButtomPlanet.Enabled := true;
      DummyPendulum.RotationAngle.Z := pendulumData.Fi0;
    end
  end;

```

```

        end;
    end;

    procedure TFormMainDemo.Button1Click(Sender: TObject);
    begin
        Sphere_Surface.Scale.X :=20;
    end;

    procedure TFormMainDemo.Button5Click(Sender: TObject);
    begin
        DummyPendulum.RotationAngle.Z := 1;
    end;

    procedure TFormMainDemo.BtnLabCloseClick(Sender: TObject);
    begin
        FormMainDemo.Hide;
    end;

    procedure TFormMainDemo.CornerButton10Click(Sender: TObject);
    var
        i: integer;
    begin
        for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
            (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
            SetPlanetOnPendulum ( 'Callisto' );
        end;

    procedure TFormMainDemo.CornerButton11Click(Sender: TObject);
    var
        i: integer;
    begin
        for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
            (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
            SetPlanetOnPendulum ( 'Saturn' );
        end;

    procedure TFormMainDemo.CornerButton12Click(Sender: TObject);
    var
        i: integer;
    begin
        for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
            (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
            SetPlanetOnPendulum ( 'Uran' );
        end;

    procedure TFormMainDemo.CornerButton13Click(Sender: TObject);
    var
        i: integer;
    begin
        for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
            (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
            SetPlanetOnPendulum ( 'Neptun' );
        end;

    procedure TFormMainDemo.CornerButton14Click(Sender: TObject);
    var
        i: integer;
    begin
        for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
            (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
            SetPlanetOnPendulum ( 'Pluton' );
        end;

```

```

procedure TFormMainDemo.CornerButton15Click(Sender: TObject);
begin
    Timer_stopwatch.Enabled := true;
    T_Sart_stopwatch := now;
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton16Click(Sender: TObject);
begin
    Timer_stopwatch.Enabled := false;
    T1_Timer_stopwatch := T1_Timer_stopwatch + (MillisecondsBetween (now,
T_Sart_stopwatch));
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton17Click(Sender: TObject);
begin
    T1_Timer_stopwatch := 0;
    T_Sart_stopwatch := now;
    label_stopwatch.text := '00:00:00.00';
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton1Click(Sender: TObject);
var
    i: integer;
begin
    for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
    (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
    SetPlanetOnPendulum ( 'Europa' );
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton2Click(Sender: TObject);
var
    i: integer;
begin
    for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
    (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
    SetPlanetOnPendulum ( 'Mercury' );
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton3Click(Sender: TObject);
var
    i: integer;
begin
    for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
    (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
    SetPlanetOnPendulum ( 'Venus' );
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton4Click(Sender: TObject); //Земля
var
    i: integer;
begin
    for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
    (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
    SetPlanetOnPendulum ( 'Earth' );
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton5Click(Sender: TObject);
var
    i: integer;
begin
    for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
    (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
    SetPlanetOnPendulum ( 'Moon' );

```



```

end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton6Click(Sender: TObject);
var
  i: integer;
begin
  for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
  (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
  SetPlanetOnPendulum ( 'Mars' );
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton7Click(Sender: TObject);
var
  i: integer;
begin
  for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
  (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
  SetPlanetOnPendulum ( 'Jupiter' );
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton8Click(Sender: TObject);
var
  i: integer;
begin
  for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
  (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
  SetPlanetOnPendulum ( 'Io' );
end;

procedure TFormMainDemo.CornerButton9Click(Sender: TObject);
var
  i: integer;
begin
  for i := 1 to 14 do arrayBtnPlanet[i].TextSettings.Font.Size := 14;
  (Sender as TCornerButton).TextSettings.Font.Size := 16;
  SetPlanetOnPendulum ( 'Ganymede' );
end;

procedure TFormMainDemo.Btn_Cam3Click(Sender: TObject);
var
  i: integer;
begin
  for i := 1 to 4 do arrayBtnCam[i].TextSettings.Font.Size := 12;
  (Sender as TButton).TextSettings.Font.Size := 14;
  FormMainDemo.Camera := camera2;
  FormMainDemo.UsingDesignCamera := false;
end;

procedure TFormMainDemo.Btn_Cam4Click(Sender: TObject);
var
  i: integer;
begin
  for i := 1 to 4 do arrayBtnCam[i].TextSettings.Font.Size := 12;
  (Sender as TButton).TextSettings.Font.Size := 14;
  FormMainDemo.Camera := camera3;
  FormMainDemo.UsingDesignCamera := false;
end;

procedure TFormMainDemo.Btn_ChartClick(Sender: TObject);
begin
  Form_Chart.Show;
end;

```

```

procedure TFormMainDemo.BtnLabSartClick(Sender: TObject);
begin
    Timer_main.Enabled := not Timer_main.Enabled;
    Time_Start := now;
    if Timer_main.Enabled then
        begin
            (sender as TButton).Text := 'Stop';
            pendulumData.t := 0;
            pendulumData.Time_Start := now;
        end
    else
        begin
            (sender as TButton).Text := 'Start';
            DummyPendulum.RotationAngle.Z := pendulumData.Fi0;
        end;
    end;

procedure TFormMainDemo.BtnResultClick(Sender: TObject);
begin
    Form_InputAnswer.PendulumDataLoc := PendulumData;
    If Form_InputAnswer.ShowModal = mrOK then
        begin
            ChkBx_Scaled.IsChecked := true;
            SetPlanetOnPendulum (PendulumData.planet_name);
        end;
    end;

procedure TFormMainDemo.Btn_Cam1Click(Sender: TObject);
var
    i: integer;
begin
    for i := 1 to 4 do arrayBtnCam[i].TextSettings.Font.Size := 12;
    (Sender as TButton).TextSettings.Font.Size := 14;
    FormMainDemo.UsingDesignCamera := true;
end;

procedure TFormMainDemo.Form3DClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
begin
    FormStartScreen.Show;
    Form_Chart.hide;
end;

procedure TFormMainDemo.Form3DCreate(Sender: TObject);
begin
    iZ := -1;
    g := 9.81;
    Fi0 := -30;
end;
procedure TFormMainDemo.Form3DHide(Sender: TObject);
begin
    FormStartScreen.Show;
    Form_Chart.Hide;
    Timer_fon.Enabled := false;
    Timer_main.Enabled := false;
    Timer_stopwatch.Enabled := false;
end;

procedure TFormMainDemo.Form3DShow(Sender: TObject);
var
    i: integer;
begin
    T1_Timer_stopwatch := 0;

```

```

label_stopwatch.text := '00:00:00.00';
SetPlanetOnPendulum ( 'Earth' );
Timer_fon.Enabled := true;
for i := 1 to 4 do
    arrayBtnCam[i] := FindComponent('Btn_Cam' + intToStr(i)) as TButton;
for i := 1 to 14 do
    arrayBtnPlanet[i] := FindComponent('CornerButton' + intToStr(i)) as
TCornerButton;
    if ModeWork='demonstration' then
        begin
            Layer3D_Demonstration.Visible := true;
            Layer3D_Laboratory.Visible := false;
            TextLayer3D_Info.Visible := true;
            ChkBx_Scaled.IsChecked := true;
        end;
    if ModeWork='laboratory' then
        begin
            Layer3D_Demonstration.Visible := false;
            Layer3D_Laboratory.Visible := true;
            TextLayer3D_Info.Visible := false; //
            ChkBx_Scaled.IsChecked := false;
            RandomPlanet;
            Sphere_Atmos.MaterialSource := TextureMaterialSource3;
            Sphere_Surface.MaterialSource := TextureMaterialSource3;
        end;
end;

procedure TFormMainDemo.RadioButton10Click(Sender: TObject);
begin
    Time_Start := now;
    g := (sender as TRadioButton).tag/1000;
end;

procedure TFormMainDemo.RadioButton11Click(Sender: TObject);
begin
    Time_Start := now;
    g := (sender as TRadioButton).tag/1000;
end;

procedure TFormMainDemo.RadioButton12Click(Sender: TObject);
begin
    Time_Start := now;
    g := (sender as TRadioButton).tag/1000;
end;

procedure TFormMainDemo.RadioButton2Click(Sender: TObject);
begin
    SetPlanetOnPendulum ( 'Venus' );
end;

procedure TFormMainDemo.RadioButton3Change(Sender: TObject);
begin
    SetPlanetOnPendulum ( 'Earth' );
end;

procedure TFormMainDemo.RadioButton8Click(Sender: TObject);
begin
    Time_Start := now;
    g := (sender as TRadioButton).tag/1000;
end;

procedure TFormMainDemo.RadioButton9Click(Sender: TObject);
begin

```

```

    Time_Start := now;
    g := (sender as TRadioButton).tag/1000;
end;

procedure TFormMainDemo.RadioButtonMercuryClick(Sender: TObject);
var
    flag: boolean;
begin
    Sphere_Atmos.Visible := false;
    Sphere_Surface.MaterialSource :=
textures.FormTetxures.LightMaterialSource_Mercury;
    Sphere_Surface.Scale.X := 0.382938314;
    Sphere_Surface.Scale.y := 0.382938314;
    Sphere_Surface.Scale.z := 0.382938314;
    g := 3.70;
end;

procedure TFormMainDemo.Timer_mainTimer(Sender: TObject);
var
    Period, A, Fi, w, t: real;
begin
    LabelDtTime.Text := TimeToStr(now);
    try
        Sphere_Surface.RotationAngle.y := Sphere_Surface.RotationAngle.y -
0.5;
        Sphere_Atmos.RotationAngle.y := Sphere_Atmos.RotationAngle.y - 0.6;
        Sphere_fon_cosmo.RotationAngle.y := Sphere_fon_cosmo.RotationAngle.y
+ 0.007;
        DummyPendulum.RotationAngle.Z := PendulumSimulation;
        Fi := round (Fi*100)/100;
        Label_Fi.Text := FloatToStr (PendulumData.Fi);
        Label_period.Text := FloatToStr(PendulumData.Period*10/1.5);
        Label_g.Text := FloatToStr(PendulumData.g);
        Label_start.Text := floatToStr(PendulumData.t);
        if ModeWork='demonstration' then
            begin
                Form_Chart.series1.AddXY(PendulumData.t, PendulumData.Fi);
                if PendulumData.t>19 then Form_Chart.chart1.BottomAxis.Minimum :=
(PendulumData.t-19)
                    else Form_Chart.chart1.BottomAxis.Minimum :=0;
                Form_Chart.chart1.BottomAxis.Maximum :=
Form_Chart.chart1.BottomAxis.Minimum + 20;
            end;
        except
            raise;
        end;
    end;

procedure TFormMainDemo.Timer_stopwatchTimer(Sender: TObject);
var
    T_Local: integer;
    ms, ss, mm, hh, ost : integer;
begin
    T_Local := T1_Timer_stopwatch + (MillisecondsBetween (now,
T_Sart_stopwatch));
    hh := T_Local div 3600000;
    ost := T_Local mod 3600000;
    mm := ost div 60000;
    ost := ost mod 60000;
    ss := ost div 1000;
    ms := ost mod 1000;
    label_stopwatch.text := IntToStr(hh) + ':' + IntToStr(mm) + ':' +
IntToStr(ss) + '.' + IntToStr(ms);

```

```

end;

procedure TFormMainDemo.Timer_fonTimer(Sender: TObject);
begin
  if Timer_main.Enabled then exit;
  Sphere_fon_cosmo.RotationAngle.y := Sphere_fon_cosmo.RotationAngle.y +
0.05;
  LabelDtTime.Text := TimeToStr(now);
end;

procedure TFormMainDemo.SetPlanetOnPendulum (NamePalnet: string);
begin
  Time_Start := now;
  if NamePalnet='Mercury' then
  begin
    PlanetTransfer(Sphere_Surface, FormModel3D_Mercury.Sphere_surface,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    Sphere_atmos.Visible := false;
    g := 3.70;
  end;
  if NamePalnet='Venus' then
  begin
    Sphere_atmos.Visible := true;
    PlanetTransfer(Sphere_atmos, FormModel3D_Venus.Sphere_atmos,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    PlanetTransfer(Sphere_Surface, FormModel3D_Venus.Sphere_surface,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    g := 8.87;
  end;
  if NamePalnet='Earth' then
  begin
    PlanetTransfer(Sphere_Surface, FormModel3D_Earth.Sphere_surface,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    PlanetTransfer(Sphere_atmos, FormModel3D_Earth.Sphere_atmos,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    Sphere_atmos.Visible := true;
    g := 9.81;
  end;
  if NamePalnet='Mars' then
  begin
    PlanetTransfer(Sphere_Surface, FormModel3D_Mars.Sphere_surface,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    PlanetTransfer(Sphere_atmos, FormModel3D_Mars.Sphere_atmos,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    Sphere_atmos.Visible := false;
    g := 3.73;
  end;
  if NamePalnet='Jupiter' then
  begin
    PlanetTransfer(Sphere_Surface, FormModel3D_Jupiter.Sphere_surface,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    Sphere_atmos.Visible := false;
    g := 24.79;
  end;
  if NamePalnet='Saturn' then
  begin
    PlanetTransfer(Sphere_Surface, FormModel3D_Saturn.Sphere_surface,
  ChkBx_Scaled.IsChecked);
    Sphere_atmos.Visible := false;
    g := 10.445;
  end;
  if NamePalnet='Uran' then
  begin

```

```

        PlanetTransfer(Sphere_Surface,      FormModel3D_Uran.Sphere_surface,
        ChkBx_Scaled.IsChecked);
        Sphere_atmos.Visible := false;
        g := 8.87;
    end;
    if NamePalnet='Neptun' then
    begin
        PlanetTransfer(Sphere_Surface,      FormModel3D_Neptun.Sphere_surface,
        ChkBx_Scaled.IsChecked);
        Sphere_atmos.Visible := false;
        g := 11.15;
    end;
    if NamePalnet='Pluton' then
    begin
        PlanetTransfer(Sphere_Surface,      FormModel3D_Pluton.Sphere_surface,
        ChkBx_Scaled.IsChecked);
        Sphere_atmos.Visible := false;
        g := 0.658;
    end;
    if NamePalnet='Moon' then
    begin
        PlanetTransfer(Sphere_Surface,
        FormModel3D_earth_Moon.Sphere_surface, ChkBx_Scaled.IsChecked);
        Sphere_atmos.Visible := false;
        g := 1.625;
    end;
    if NamePalnet='Io' then
    begin
        PlanetTransfer(Sphere_Surface,
        FormModel3D_Jupiter_Io.Sphere_surface, ChkBx_Scaled.IsChecked);
        Sphere_atmos.Visible := false;
        g := 1.797;
    end;
    if NamePalnet='Callisto' then
    begin
        PlanetTransfer(Sphere_Surface,
        FormModel3D_Jupiter_Callisto.Sphere_surface, ChkBx_Scaled.IsChecked);
        Sphere_atmos.Visible := false;
        g := 1.23603;
    end;
    if NamePalnet='Ganymede' then
    begin
        PlanetTransfer(Sphere_Surface,
        FormModel3D_Jupiter_Ganymede.Sphere_surface, ChkBx_Scaled.IsChecked);
        Sphere_atmos.Visible := false;
        g := 1.428;
    end;
    if NamePalnet='Europa' then
    begin
        PlanetTransfer(Sphere_Surface,
        FormModel3D_Jupiter_Europa.Sphere_surface, ChkBx_Scaled.IsChecked);
        Sphere_atmos.Visible := false;
        g := 1.314;
    end;
    PendulumData.G := g;
    PendulumData.planet_name := NamePalnet;
end;

procedure TFormMainDemo.RandomPlanet;
var
    planetN: integer;
    i: integer;
begin

```

```

planetN := Round(RandomRange (1, 14));
for i := 1 to 14 do
  if arrayBtnPlanet[i].Tag = planetN then
    begin
      arrayBtnPlanet[i].OnClick (arrayBtnPlanet[i]);
    end;
  end;
end.

```

```

object FormMainDemo: TFormMainDemo
  Left = 352
  Top = 64
  Camera = Camera1
  Caption = #1084#1072#1103#1090#1085#1080#1082
  Color = claBlack
  ClientHeight = 828
  ClientWidth = 1495
  Multisample = TwoSamples
  Position = Designed
  UsingDesignCamera = False
  Visible = True
  WindowState = wsMaximized
  FormFactor.Width = 320
  FormFactor.Height = 480
  FormFactor.Devices = [Desktop]
  OnCreate = Form3DCreate
  OnClose = Form3DClose
  OnShow = Form3DShow
  OnHide = Form3DHide
  Left = 352
  Top = 64
  DesignerMasterStyle = 0
object Sphere_fon_cosmo: TSphere
  WrapMode = Original
  Scale.X = 100.000000000000000000
  Scale.Y = 100.000000000000000000
  Scale.Z = 100.000000000000000000
  Width = 1.000000000000000000
  Height = 1.000000000000000000
  Depth = 1.000000000000000000
  TwoSide = True
  MaterialSource = FormTetxures.LightMaterialSource_Cosmo
object Timer_fon: TTimer
  Interval = 50
  OnTimer = Timer_fonTimer
  Left = 922
  Top = 80
end
end
object Layer3D_Demonstration: TLayer3D
  Align = Left
  Height = 828.000000000000000000
  Position.X = 122.000000000000000000
  Position.Y = 414.000000000000000000
  Projection = Screen
  Resolution = 50
  StyleLookup = 'backgroundstyle'
  Width = 245.000000000000000000
object Btn_start: TButton

```



```

object CornerButton2: TCornerButton
  Tag = 1
  StyledSettings = [FontColor]
  Position.X = 20.000000000000000000
  Position.Y = 5.000000000000000000
  Sides = [Top, Left, Bottom, Right]
  Size.Width = 100.000000000000000000
  Size.Height = 35.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  StyleLookup = 'cornerbuttonstyle'
  TabOrder = 13
  Text = #1052#1077#1088#1082#1091#1088#1080#1081
  TextSettings.Font.Family = 'Arial'
  TextSettings.Font.Size = 14.000000000000000000
  XRadius = 50.000000000000000000
  YRadius = 20.000000000000000000
  OnClick = CornerButton2Click
end
object CornerButton3: TCornerButton
  Tag = 2
  StyledSettings = [FontColor]
  Position.X = 20.000000000000000000
  Position.Y = 45.000000000000000000
  Sides = [Top, Left, Bottom, Right]
  Size.Width = 100.000000000000000000
  Size.Height = 35.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  StyleLookup = 'cornerbuttonstyle'
  TabOrder = 12
  Text = #1042#1077#1085#1077#1088#1072
  TextSettings.Font.Family = 'Arial'
  TextSettings.Font.Size = 14.000000000000000000
  XRadius = 50.000000000000000000
  YRadius = 20.000000000000000000
  OnClick = CornerButton3Click
end
object CornerButton4: TCornerButton
  Tag = 3
  StyledSettings = [FontColor]
  Position.X = 20.000000000000000000
  Position.Y = 85.000000000000000000
  Sides = [Top, Left, Bottom, Right]
  Size.Width = 100.000000000000000000
  Size.Height = 35.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  StyleLookup = 'cornerbuttonstyle'
  TabOrder = 11
  Text = #1047#1077#1084#1083#1103
  TextSettings.Font.Family = 'Arial'
  TextSettings.Font.Size = 14.000000000000000000
  XRadius = 50.000000000000000000
  YRadius = 20.000000000000000000
  OnClick = CornerButton4Click
end
object CornerButton5: TCornerButton
  Tag = 4
  StyledSettings = [FontColor]
  Position.X = 40.000000000000000000
  Position.Y = 125.000000000000000000
  Sides = [Top, Left, Bottom, Right]
  Size.Width = 80.000000000000000000
  Size.Height = 35.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False

```



```

object CornerButton1: TCornerButton
  Tag = 8
  StyledSettings = [FontColor]
  Position.X = 40.000000000000000000
  Position.Y = 285.000000000000000000
  Sides = [Top, Left, Bottom, Right]
  Size.Width = 80.000000000000000000
  Size.Height = 35.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  StyleLookup = 'cornerbuttonstyle'
  TabOrder = 6
  Text = #1045#1074#1088#1086#1087#1072
  TextSettings.Font.Family = 'Arial'
  TextSettings.Font.Size = 14.000000000000000000
  XRadius = 50.000000000000000000
  YRadius = 20.000000000000000000
  OnClick = CornerButton1Click
end
object CornerButton9: TCornerButton
  Tag = 9
  StyledSettings = [FontColor]
  Position.X = 40.000000000000000000
  Position.Y = 325.000000000000000000
  Sides = [Top, Left, Bottom, Right]
  Size.Width = 80.000000000000000000
  Size.Height = 35.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  StyleLookup = 'cornerbuttonstyle'
  TabOrder = 5
  Text = #1043#1072#1085#1080#1084#1077#1076
  TextSettings.Font.Family = 'Arial'
  TextSettings.Font.Size = 14.000000000000000000
  XRadius = 50.000000000000000000
  YRadius = 20.000000000000000000
  OnClick = CornerButton9Click
end
object CornerButton10: TCornerButton
  Tag = 10
  StyledSettings = [FontColor]
  Position.X = 40.000000000000000000
  Position.Y = 365.000000000000000000
  Sides = [Top, Left, Bottom, Right]
  Size.Width = 80.000000000000000000
  Size.Height = 35.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  StyleLookup = 'cornerbuttonstyle'
  TabOrder = 4
  Text = #1050#1072#1083#1080#1089#1090#1086
  TextSettings.Font.Family = 'Arial'
  TextSettings.Font.Size = 14.000000000000000000
  XRadius = 50.000000000000000000
  YRadius = 20.000000000000000000
  OnClick = CornerButton10Click
end
object CornerButton11: TCornerButton
  Tag = 11
  StyledSettings = [FontColor]
  Position.X = 20.000000000000000000
  Position.Y = 405.000000000000000000
  Sides = [Top, Left, Bottom, Right]
  Size.Width = 100.000000000000000000
  Size.Height = 35.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False

```



```

        AngleOfView = 45.000000000000000000
        Position.Z = -10.000000000000000000
        Width = 1.000000000000000000
        Height = 1.000000000000000000
        Depth = 1.000000000000000000
    end
end
object Sphere_Atmos: TSphere
    Position.Y = 20.000000000000000000
    RotationAngle.Y = 285.000000000000000000
    Width = 4.099999904632568000
    Height = 4.099999904632568000
    Depth = 4.099999904632568000
    Opacity = 0.400000005960464500
    SubdivisionsAxes = 30
    SubdivisionsHeight = 25
    MaterialSource = FormTetxures.LightMaterialSource_Eart_atmos
    Quaternions = '(0,0.608761429786682,0,-0.793353319168091) '
end
end
object Timer_main: TTimer
    Enabled = False
    Interval = 10
    OnTimer = Timer_mainTimer
    Left = 680
    Top = 320
end
object Camera1: TCamera
    AngleOfView = 45.000000000000000000
    Position.Y = -2.000000000000000000
    Position.Z = -33.000000000000000000
    Width = 1.000000000000000000
    Height = 1.000000000000000000
    Depth = 1.000000000000000000
end
object TextLayer3D_Info: TTextLayer3D
    Color = claNull
    Height = 4.000000000000000000
    Opacity = 0.500000000000000000
    Position.X = 13.000000000000000000
    Position.Y = -5.718639373779297000
    Resolution = 50
    Width = 6.000000000000000000
end
object Label_Fi: TLabel
    StyledSettings = []
    Position.X = 72.000000000000000000
    Position.Y = 8.000000000000000000
    TextSettings.Font.Family = 'Times New Roman'
    TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000
    TextSettings.Font.Color = claChartreuse
    TextSettings.WordWrap = False
    Text = '-30'
end
object Label2: TLabel
    StyledSettings = []
    Position.X = 16.000000000000000000
    Position.Y = 8.000000000000000000
    Size.Width = 41.000000000000000000
    Size.Height = 17.000000000000000000
    Size.PlatformDefault = False
    TextSettings.Font.Family = 'Times New Roman'
    TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000

```

```

TextSettings.FontColor = claChartreuse
TextSettings.WordWrap = False
Text = #1091#1075#1086#1083
end
object Label3: TLabel
  StyledSettings = []
  Position.X = 16.000000000000000000
  Position.Y = 27.000000000000000000
  Size.Width = 57.000000000000000000
  Size.Height = 17.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  TextSettings.Font.Family = 'Times New Roman'
  TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000
  TextSettings.FontColor = claChartreuse
  TextSettings.WordWrap = False
  Text = #1087#1077#1088#1080#1086#1076
end
object Label_period: TLabel
  StyledSettings = []
  Position.X = 72.000000000000000000
  Position.Y = 27.000000000000000000
  TextSettings.Font.Family = 'Times New Roman'
  TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000
  TextSettings.FontColor = claChartreuse
  TextSettings.WordWrap = False
  Text = '-30'
end
object Label5: TLabel
  StyledSettings = []
  Position.X = 16.000000000000000000
  Position.Y = 51.000000000000000000
  Size.Width = 41.000000000000000000
  Size.Height = 17.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  TextSettings.Font.Family = 'Times New Roman'
  TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000
  TextSettings.FontColor = claChartreuse
  TextSettings.WordWrap = False
  Text = 'g = '
end
object Label1: TLabel
  StyledSettings = []
  Position.X = 16.000000000000000000
  Position.Y = 74.000000000000000000
  Size.Width = 49.000000000000000000
  Size.Height = 17.000000000000000000
  Size.PlatformDefault = False
  TextSettings.Font.Family = 'Times New Roman'
  TextSettings.FontColor = claChartreuse
  TextSettings.WordWrap = False
  Text = #1086#1090' '#1085#1072#1095#1072#1083#1072
end
object Label_start: TLabel
  StyledSettings = []
  Position.X = 72.000000000000000000
  Position.Y = 74.000000000000000000
  TextSettings.Font.Family = 'Times New Roman'
  TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000
  TextSettings.FontColor = claChartreuse
  TextSettings.WordWrap = False
  Text = '-30'
end
object Label_g: TLabel

```

```

        StyledSettings = []
        Position.X = 65.000000000000000000
        Position.Y = 51.000000000000000000
        Size.Width = 41.000000000000000000
        Size.Height = 17.000000000000000000
        Size.PlatformDefault = False
        TextSettings.Font.Family = 'Times New Roman'
        TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000
        TextSettings.Font.Color = claChartreuse
        TextSettings.WordWrap = False
        Text = '9,81'
    end
end
object Dummy2: TDummy
    Width = 1.000000000000000000
    Height = 1.000000000000000000
    Depth = 1.000000000000000000
end
object Camera2: TCamera
    AngleOfView = 45.000000000000000000
    Position.Y = -18.000000000000000000
    Position.Z = 0.200000002980232200
    RotationAngle.X = 270.000000000000000000
    Width = 1.000000000000000000
    Height = 1.000000000000000000
    Depth = 1.000000000000000000
    Quaternions = '(0.707106709480286,0,0,-0.707106828689575) '
end
object Layer3D_Laboratory: TLayer3D
    Align = Right
    Height = 828.000000000000000000
    Position.X = 1372.000000000000000000
    Position.Y = 414.000000000000000000
    Projection = Screen
    Resolution = 50
    StyleLookup = 'backgroundstyle'
    Width = 245.000000000000000000
    object BtnLabSart: TButton
        Align = Top
        StyledSettings = [Family, FontColor]
        Size.Width = 245.000000000000000000
        Size.Height = 46.000000000000000000
        Size.PlatformDefault = False
        Text = 'Start'
        TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000
        TextSettings.Font.StyleExt = {00070000000000000000400000}
        OnClick = BtnLabSartClick
    end
    object BtnLabClose: TButton
        Align = Bottom
        StyledSettings = [Family]
        Position.Y = 798.000000000000000000
        Size.Width = 245.000000000000000000
        Size.Height = 30.000000000000000000
        Size.PlatformDefault = False
        Text = #1079#1072#1082#1088#1099#1090#1100
        TextSettings.Font.Size = 14.000000000000000000
        TextSettings.Font.StyleExt = {00070000000000000000400000}
        TextSettings.Font.Color = xFF491B1B
        OnClick = BtnLabCloseClick
    end
    object BtnResult: TButton
        Align = Top

```



```

StyledSettings = [Family, FontColor]
Position.Y = 46.000000000000000000
Size.Width = 245.000000000000000000
Size.Height = 46.000000000000000000
Size.PlatformDefault = False
Text = 'Result'
TextSettings.Font.Size = 16.000000000000000000
TextSettings.Font.StyleExt = {00070000000000000000400000}
OnClick = BtnResultClick
end
object LabelDtTime: TLabel
Align = Top
StyledSettings = [Family, FontColor]
Position.Y = 92.000000000000000000
Size.Width = 245.000000000000000000
Size.Height = 17.000000000000000000
Size.PlatformDefault = False
TextSettings.Font.Size = 18.000000000000000000
TextSettings.Font.StyleExt = {00070000000000000000400000}
TextSettings.HorzAlign = Center
Text = 'LabelDtTime'
end
object Panell1: TPanel
Align = Bottom
Position.Y = 717.000000000000000000
Size.Width = 245.000000000000000000
Size.Height = 81.000000000000000000
Size.PlatformDefault = False
object Button4: TButton
AutoTranslate = False
StyledSettings = [Family, Style, FontColor]
Position.X = 39.000000000000000000
Position.Y = 13.000000000000000000
TabOrder = 0
Text = #1082#1072#1084#1077#1088#1072' '#8470'1'
OnClick = Btn_Cam1Click
end
object Button3: TButton
AutoTranslate = False
StyledSettings = [Family, Style, FontColor]
Position.X = 39.000000000000000000
Position.Y = 46.000000000000000000
TabOrder = 1
Text = #1082#1072#1084#1077#1088#1072' '#8470'2'
TextSettings.Font.Size = 14.000000000000000000
OnClick = Btn_Cam2Click
end
object Button1: TButton
AutoTranslate = False
Position.X = 130.000000000000000000
Position.Y = 46.000000000000000000
TabOrder = 2
Text = #1082#1072#1084#1077#1088#1072' '#8470'4'
OnClick = Btn_Cam4Click
end
object Button2: TButton
AutoTranslate = False
Position.X = 130.000000000000000000
Position.Y = 13.000000000000000000
TabOrder = 3
Text = #1082#1072#1084#1077#1088#1072' '#8470'3'
OnClick = Btn_Cam3Click
end

```


ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 - Характеристики планет Сонячної системи

Планети/супутники	Маса, 10^{21} кг	Діаметр, км	Прискорення вільного падіння, м/с ²	Відстань від Сонця, а.е.	Період обертв, земних років
Меркурій	330,2	4879.4	3,7	0,387	0,241
Венера	4868,5	12103.6	8,872	0,723	0,615
Земля	5973,6	12742	9,80665	1	1
Місяц	73,5	3474	1,625	0,00257	27,321661 дн.
Марс	641,85	6780	3,728	1,5237	1,88
Фобос	10,7 (10^{15} кг)	22,2	0,0084	6006 км	7 г 39,2 хв.
Деймос	1.48 (10^{15} кг)	12,4	0.0004	23 500 км	1,26244 дн.
Юпітер	1898600	139822	24,79	5,203	11,86
Іо	89,3	3643	1,797	421 700 км	1,77 дн.
Європа	48	3122	1,314		3,551 з/с.
Ганімед	148,2	5262.4	1,428	1 070 400 км	7,15455296 дн
Калісто	107,6	4820.6	1,23603	1 882 000 км	16,6890184 дн
Сатурн	568460	116464	10,445	9,54	29,46
Мімас	37,49 (10^{38} кг)	396,6	0,064	185 539 км	0,945 с.
Енцелад	0,108	504,2	0,111	237 378 км	32,9 год.
Тефія	0,6173	1062,2	0,145	295 000 км	1,887802 дн.
Діона	1,096	1123,2	0,232	377000 км	2,77 дня
Рея	2,3166	1528.8	0,265	377400 км	4,518 с. ¹
Титан	134,5	5151±4	1,354	1, 16 млн км	15,945 дн.
Япет	1,9739	1471.2	0,223	3 561 300 км	79,3215 дн.
Уран	86832	50724	8,87	19,2	84,01
Міранда	0,0659	471,4	0,0791	129 900 км	1,41347925 дн
Аріель	1,35	1157,8	1,67	190 000 км	2,520 с.
Умбріель	1,2	1169.4	0,234	266000 км	4,144 дн.
Титанія	3,526	1577.8	0,378	436 000 км	8,706 с.
Оберон	3,014	1522.8	0,347	584000	13,463 дн.
Нептун	102430	49244	11,15	30	164,79
Тритон	21,5	2706.8	0,779	354760 км	5,88 дн.
Плутон	13,105	2376.6	0,658	29,6-49,3	248,09

ДОДАТОК В

РЕЦЕНЗІЯ

на програмне забезпечення для виконання лабораторної роботи «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичної моделі математичного маятника» в рамках кваліфікаційної роботи магістра студентки групи 8.0149 математичного факультету заочної форми навчання Запорізького національного університету

Балаян Радмили Вячеславівни

на тему: *«Використання сучасних цифрових технологій для організації науково-дослідницької діяльності учнів з фізики»*

Важливість використання сучасних інтерактивних цифрових технологій у розвитку української освіти, закріплена в низці нормативних освітніх документів, зокрема: закони України «Про освіту» (2017 р.), «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року», Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти.

На сьогоднішній день важливим завданням середньої освіти в Україні є навчання учнів сучасним інформаційним технологіям та основам програмування, підвищення інтересу школярів до цієї тематики. Необхідно показати важливість цього аспекту навчання не тільки у вузьких рамках шкільного предмета, але у всіх областях життєдіяльності суспільства. З цієї точки зору програма, яка розроблена Балаян Р.В. є безумовно актуальною:

По-перше, розроблена методика дозволяє вчителю, в рамках звичайних уроків інформатики, залучити школярів до розробки програми, познайомити учнів з азами програмування в 3D просторі, роботи зі світлом, текстурами, дати поняття про основи об'єктно-орієнтованого програмування, складні структури. І зробити все це лише незначно виходячи за середній рівень знань звичайних школярів на уроках.

По-друге, вибір середовища розробки та адаптація програми до звичної нотації. Основою для написання програми послужила мова Паскаль, яку учні вивчають в рамках шкільної програми, тобто вони вже знайомі з синтаксисом, ідеологією мови і базовими поняттями і алгоритмами. При цьому середовище розробки Delphi XE, в варіанті безкоштовної ліцензії Community Edition надає набори компонентів, за допомогою яких можливо реалізувати широкий спектр завдань, зі створення сучасних інтерфейсів користувача, організації взаємодії з базами даних, реалізацій завдань моделювання тривимірних сцен і т.д. Ознайомлення з цими можливостями середовища значно підвищує залученість і зацікавленість школярів, стимулює їх не тільки до більш старанного вивчення предмета в рамках шкільної програми, а й самостійного вивчення можливостей середовища. Ліцензія Community Edition дозволяють будь-якому учневі скачати з офіційного сайту середовище розробки, встановити його на домашній комп'ютер і використовувати безкоштовно протягом року, з правом продовження ліцензії після закінчення цього терміну.

По-третє, сама програма розроблена так, щоб викликати максимальний емоційний відгук в учнів. Програма має незвичний, яскравий і в той же час

зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Суворе робоче поле, в реалізації якого, застосований ряд оригінальних рішень в частині організації 3D сцени. Безперечною знахідкою є імітація вантажу маятника під планети і супутники Сонячної системи, з використанням текстур високої роздільної здатності. Подібне рішення спонукає школярів більше цікавитися питаннями астрономії, наочно ілюструє різницю в тяжінні планет, дає поняття про співвідношення розмірів планет і супутників.

До зауважень і побажань треба віднести наступне:

- Реалізувати введення і зберігання інформації за моделями планет у базі даних.
- Реалізувати автоматичну адаптацію інтерфейсу програми в режимі демонстрації під кількість моделей, запроваджених в базу даних.
- Оптимізувати текстури і модуль імітації відкритого космосу, для зниження споживання оперативної пам'яті і навантаження на процесор.

Рецензент

доцент, завідувач кафедри
інформатичної та технологічної освіти
Запорізького інституту післядипломної освіти,
кандидат фізико-математичних наук

Ю.О.Швець

Підпис Швеця Ю.О. засвідчую
Завідувач організаційно методичного центру



Є.О.Самарська