ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПІЛКИ «ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ДЕННОЇ ОСВІТИ

ФОРМА НАВЧАННЯ ДЕННА КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Допускається до захисту

Завідувач кафедри _____О.В. Ольховська

«____»____2021 p.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до дипломної роботи

на тему ТРЕНАЖЕР З ТЕМИ «ЕЛЕМЕНТИ ВЕКТОРНОЇ АЛЕГБРИ» ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «АЛГЕБРА ТА ГЕОМЕТРІЯ. ЧАСТИНА 1»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» освітня програма «Комп'ютерні науки» ступеня магістра

| Виконавець роботи Михайловський Роман Михайл | ОВИЧ | | | |
|--|--------------|-----|---------|---------|
| | | « | » | 2021 p. |
| | (підпис) | | | |
| Науковий керівник доц., канд. фізмат. наук Чер | ненко Оксана | Оле | ксіївна | |
| | | « | » | 2021 p. |
| | (підпис) | | | |
| | | | | |

ПОЛТАВА 2021 р.

3MICT

| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 3 |
|--|
| ВСТУП |
| 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ |
| 1.1. Постановка задачі розробки навчального тренажеру 6 |
| 2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД7 |
| 2.1. Огляд робіт, де розглянуте аналогічне до теми завдання |
| 2.2. Позитивні аспекти в розглянутих роботах7 |
| 2.3. Негативні аспекти в розглянутих роботах |
| 2.4. Необхідність та актуальність теми |
| 3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА |
| 3.1. Опис понять з теми роботи 11 |
| 3.2. Алгоритмізація задачі за темою роботи17 |
| 3.3. Розробка блок-схеми, яка підлягає програмуванню 22 |
| 3.4. Обґрунтування вибору програмних засобів для реалізації завдання |
| роботи |
| 4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА |
| 4.1. Опис процесу програмної реалізації |
| 4.2. Опис програми |
| 4.3. Перевірка основних кроків навчального тренажера |
| 4.4. Необхідна користувачу програми інструкція 38 |
| ВИСНОВКИ |
| СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ 40 |
| ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ 43 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

| Умовні позначення, | |
|---|--|
| символи, скорочення, | Пояснення умовних позначень, символів, скорочень |
| терміни | |
| $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, \dots$ | <i>п</i> -вимірний вектор. |
| $\begin{vmatrix} \vec{a} \end{vmatrix}$ | Модуль вектора. |
| Ö | Нульовий вектор. |

ВСТУП

Сучасний світ є залежним від інформаційних технологій, які широко, інтенсивно та ефективно використовуються у всіх сферах людської діяльності. На сьогоднішній момент стала все більш помітна орієнтованість в сторону інформатизації системи освіти.

Як показує практика, позитивні навчання найбільш виразно проявляються при організації в навчальному процесі тренуючих компонентів, автоматизації контролю та самоконтролю.

Тренажер – це комплекс технічних засобів навчання, реалізацією яких є комп'ютерні та фізичні моделі, спеціальні методики забезпечують контроль якості діяльності студента та призначені для формування і вдосконалення у нього навичок та умінь до прийняття якісних та швидких рішень.

Актуальність теми магістерської роботи полягає в тому, щоб створити навчальний тренажер, який має бути використовуватися в навчанні студентів елементам векторної алгебри.

Мета магістерської роботи – розробити начальний тренажер з теми «Елементи векторної алгебри» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Об'єкт розробки – матеріальне забезпечення Полтавського університету економіки та торгівлі (лекції/практичні) та інтернет ресурси для вивчення математичних дисциплін

Предмет розробки – програмна реалізація навчального тренажера на мові програмування С#.

Для виконання поставленої мети, необхідно виконати наступні завдання:

1) Розробити постановку завдання.

2) Розробити алгоритм навчального тренажера.

3) На основі алгоритму програмно реалізувати навчальний тренажер для вивчення елементів векторної алгебри.

4) Застосувати набуті знання та навички в математичній дисципліни та в програмуванні.

5) Впровадити розроблений навчальний тренажер в дистанційний навчальний курс «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Методи розробки:

- Теоретичний та практичний матеріал з теми «Елементи векторної алгебри».

- При реалізації використано середовище розробки Microsoft Visual Studio та мова програмування С#.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблений навчальний тренажер можна впроваджувати в дистанційне та стаціонарне навчання студентів для дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1» в темі «Елементи векторної алгебри».

Структура пояснювальної записки до магістерської роботи: вступ, постановка задачі, інформаційний огляд, теоретична частина, практична частина, висновки, список інформаційних джерел, додатки.

Обсяг пояснювальної записки: 91 сторінка в тому числі основної частини 43, блок-схем – 3 сторінки, рисунків – 28 та літературних джерел – 20 назв.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1. Постановка задачі розробки навчального тренажера

Основним завданням роботи програмна реалізація навчального тренажеру з теми «Елементи векторної алгебри» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Основні завдання магістерської роботи:

- Описати постановку задачі.

- Розробити алгоритм навчального тренажеру.

- Скласти блок-схему алгоритму.

- Описати процес реалізації основних етапів створення навчального тренажеру.

- Перевірити роботу навчального тренажеру з наведенням прикладів.

Для можливості використовувати навчальний тренажер в ході вивчення дистанційного курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1» іноземними студентами слід розробити можливість зміни мови.

Розробити навчальний тренажер з більшої кількістю практичних завдань, аніж теоретичних [3-6].

На початковому вікні вивести інформацію, щодо теми навчального тренажеру та розробника.

На кожному кроці алгоритму вивести завдання та розробити перевірку відповідей. При помилці відображати повідомлення про це.

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1. Огляд робіт, де розглянуте аналогічне до теми завдання

В ході виконання інформаційного огляду були взяті роботи студентів магістрів та бакалаврів ПУЕТ, які розробляли навчальні тренажери для різних дистанційних навчальних дисциплін [7-11].

Для розгляду було обрано наступні роботи: «Розробка програмного забезпечення тренажеру з теми «Регулярні мови» дистанційного навчального курсу «Теорія програмування» розробник якого є магістр Стельник А. І. [12], «Розробка програмного забезпечення тренажеру з теми «Магазині автомати» дистанційного навчального курсу «Теорія програмування» розробником якого є бакалавр Лукіна В. В. [13], «Програмне забезпечення для тренажера з теми «Алгебра предикатів» дистанційного навчального курсу «Математична логіка» студента магістра Куркіна В. В. [14], «Навчальний тренажер з теми «Мови і граматики» та його програмна реалізація» студента магістра Данника О. І. [15], «Тренажер з теми «Логіка висловлювань» дистанційного навчального курсу «Математична логіка» та розробка його програмного забезпечення» розробник магістр Сивокінь О. Ю. [16], «Програмне забезпечення для тренажера з теми «Нормальні алгоритми» курсу «Теорія алгоритмів» студента дистанційного навчального бакалавра Гребенюка Д. С. [17], «Розробка тренажера з теми «Нормальні алгоритми» дистанційного навчального курсу «Теорія алгоритмів» бакалавра Сокола О. В. [18].

2.2. Позитивні аспекти в розглянутих роботах

При інформаційному огляді робіт, було виявлено наступні позитивні аспекти в розглянутих навчальних тренажерах:

- Висвітлення багатьох блоків питань з теми.

- Можливість повторного використання роботи з тренажером та його складовими частинами.

- Зручні та інтуїтивно зрозумілі інтерфейси.

- Інформування користувача про помилку або ж правильну відповідь.

- Велика кількість допоміжних підказок.

- Навчальні тренажери були виконанні на мовах програмування Java, С#.

- Тренажери дають користувачу перевірити, покращити, а також отримати знання з тем, які є актуальним у вивчені розглянути навчальних дисциплін.

- Допомагають викладачеві швидше та в більшій кількості перевірити знання студентів з тем.

2.3. Негативні аспекти в розглянутих роботах

- Завантаження питань в деяких навчальних тренажерах відбувається із зовнішніх файлів.

- Дуже велика кількість питань в деяких навчальних тренажерах, що не уможливлює проходження до кінця.

- Інтерфейс навчальних тренажерів реалізований лише на одній мові.

- Мало навчальних тренажерів, які мають пропуск завдання, що не дає можливість пройти спочатку легкі завдання, а потім вже складніші.

- Не завжди зрозуміло, що вписувати, в якому вигляді має бути відповідь.

2.4. Необхідність та актуальність теми роботи

Програмна реалізація навчального тренажера з теми «Елементи векторної алгебри» для дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1» допоможе студентам при вивчені даної теми перевірити знання в теоретичних аспектах теми та перевірити теорію на практичних прикладах.

В свою чергу викладачеві навчальний тренажер допоможе зробити аналіз вивчення групою або окремим студентом дану тему.

3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Опис понять з теми роботи

Основні означення. Тривимірний вектор у деякій системі координат є упорядкованим триплетом чисел, що підкоряється певним правилам додавання та множення, і які перетворюються під обертання системи координат так само, як і координати точки. Члени триплета називаються координатами вектора.

Аналогічно можна визначити *n*-вимірний вектор. Зазвичай вектори позначаються: $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, ...$

Запис $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3)$ означає, що числа a_1, a_2 та a_3 є координатами вектора \vec{a} в тривимірній системі координат.

Геометрична інтерпретація. Нехай $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3)$ заданий вектор і є дві точки A та B з координатами (x_1, y_1, z_1) і (x_2, y_2, z_2) , відповідно.

Точки $A(x_1, y_1, z_1)$ і $B(x_2, y_2, z_2)$ можуть бути вибрані так, щоб задовольняли умовам

$$a_1 = x_2 - x_1, a_2 = y_2 - y_1, a_3 = z_2 - z_1$$

Тому вектор \vec{a} можна інтерпретувати як спрямований відрізок від *A* до *B*.

Координати \overrightarrow{AB} рівнозначні різниці між відповідними координатами точок $A(x_1, y_1, z_1)$ і $B(x_2, y_2, z_2)$: $\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1).$

Довжина \overrightarrow{AB} вектора визначається як довжина відрізка, що з'єднує A і B. Позначається символом $|\vec{a}| = |\overrightarrow{AB}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$.

Якщо вектор з'єднує початок координатної системи з точкою P(x, y, z), то він називається радіусом-вектором точки P і позначається як \vec{r} .

Два вектора $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3)$ та $\vec{b} = (b_1, b_2, b_3)$, рівні, якщо їх координати відповідно рівні, тобто $\vec{a} = \vec{b} \Leftrightarrow a_1 = b_1, a_2 = b_2, a_3 = b_3$. За допомогою паралельного перенесення рівні вектори повинні співпадати один з одним:

Якщо початок вектора збігається з його кінцем, то вектор називається нульовим і позначається 0. Напрям нульового вектора невизначений.

Вектор одиничної довжини називається одиничним вектором, або ортом.

Вектори називаються колінеарними, якщо вони лежать на одній прямій або на паралельних прямих. Позначення: $\vec{a} \parallel \vec{b}$.

Вектори називаються компланарними, якщо вони лежать на одній площині або на паралельних площинах.

Лінійні векторні операції. Лінійні векторні операції включають множення вектора на скалярну величину та додавання вектора.

Якщо вектор \vec{a} помножити на скаляр λ , то $\lambda \vec{a}$ – це вектор такий, що

1)
$$\left|\lambda \vec{a}\right| = \left|\lambda\right| \left|\vec{a}\right|.$$

2) Вектори \vec{a} та $\lambda \vec{a}$ однаково напрямлені, якщо $\lambda > 0$ та протилежно напрямлені, якщо $\lambda < 0$, тобто, $\vec{a} \uparrow \uparrow \lambda \vec{a}$, якщо $\lambda > 0$ та $\vec{a} \uparrow \downarrow \lambda \vec{a}$, якщо $\lambda < 0$.

Властивості операції множення вектора на число:

- 1) $(\lambda + \beta)\vec{a} = \lambda\vec{a} + \beta\vec{a}$
- 2) $\lambda(\vec{\beta a}) = (\lambda \beta)\vec{a}$

Протилежним вектору \overrightarrow{AB} є вектор $\overrightarrow{BA} = -\overrightarrow{AB}$.

Сума двох векторів $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3)$ та $\vec{b} = (b_1, b_2, b_3)$ – вектор $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3).$

Різниця між двома векторами визначається в термінах додавання: $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b}) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3).$

Властивості операції додавання векторів:

- 1) $\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$
- 2) $(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c})$
- 3) $\vec{a} + \vec{0} = \vec{a}$

4) $\vec{a} + (-\vec{a}) = \vec{0}$

3.2. Алгоритмізація задачі за темою роботи

При запуску навчального тренажеру студенту пропонується обрати мову інтерфейсу. Після того, як мову обрано, то з'являється початковий екран з інформацією про тему та розробника. З початкового екрану можна перейти до перевірки теоретичних знань та перейти до перевірки умінь у розв'язуванні типових прикладів з теми «Елементи векторної алгебри».

Основні означення з теми

Крок 1. Оберіть відповідь. Як називають члени триплета:

- Координати вектора.

- Координати точки.

Якщо вказано невірну відповідь, то відображається пояснення: «Члени триплету називаються координатами вектора». Перехід до наступного кроку.

Крок 2. Оберіть відповідь. Як зазвичай позначаються вектори?

- *a*,*b*,*c*
- -a',b',c'
- $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$
- $\overline{a}, \overline{b}, \overline{c}$

Якщо вказана неправильна відповідь, то відображається пояснення: «Зазвичай вектори позначаються: $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 3. Оберіть відповідь. Геометричною інтерпретацією вектора є:

- Пряма

- Відрізок

- Спрямований відрізок

Якщо вказана неправильна відповідь, то відображається пояснення: «Вектор можна інтерпретувати як спрямований відрізок». Перехід до наступного кроку.

Крок 4. Оберіть відповідь. $A(x_1, y_1, z_1)$ і $B(x_2, y_2, z_2)$ координати точок. Як знаходяться координати вектора \overrightarrow{AB} ?

$$- \overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$$
$$- \overrightarrow{AB} = (x_1 - x_2, y_1 - y_2, z_1 - z_2)$$

Якщо обрана невірна відповідь, то відображається пояснення: «Координати \overrightarrow{AB} рівнозначні різниці між відповідними координатами точок $A(x_1, y_1, z_1)$ і $B(x_2, y_2, z_2)$: $\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 5. Оберіть відповідь. Як визначається довжина вектора?

$$- |\vec{a}| = \sqrt{a_1 + a_2 + a_3}$$
$$- |\vec{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$$
$$- |\vec{a}| = a_1 + a_2 + a_3$$

Якщо обрана неправильна відповідь, то з'являється пояснення: «Довжина вектора визначається як довжина відрізка, що з'єднує A і B та обраховується за формулою: $|\vec{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 6. Обрати відповідь. Два вектори рівні, якщо їх координати відповідно: - Рівні

- Хоча б одна координата рівна

Якщо обрана невірна відповідь, студент отримує пояснення: «Два вектора рівні, якщо їх координати відповідно рівні». Перехід до наступного кроку.

Крок 7. Оберіть відповідь (можливий вибір декількох варіантів). Лінійні векторні операції включають:

- Ділення вектора

- Множення вектора на скалярну величину
- Множення вектора на вектор

- Додавання векторів

- Віднімання векторів

Якщо студент обрав невірну відповідь, то він отримує пояснення наступного вигляду: «Лінійні векторні операції включають множення вектора на скалярну величину та додавання векторів». Перехід до наступного кроку.

Крок 8. Оберіть відповідь. Сума двох векторів обчисляється за формулою:

$$\vec{c} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$$

$$\vec{c} = (a_1 + b_2, a_2 + b_3, a_3 + b_1)$$

Якщо відповідь неправильна, то з'являється пояснення: «Сума двох векторів – це вектор, який обраховується $\vec{c} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 9. Оберіть відповідь. Різниця двох векторів обчислюється за формулою:

$$-\vec{c} = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3)$$
$$-\vec{c} = (b_1 - a_1, b_2 - a_2, b_3 - a_3)$$

Якщо відповідь обрана неправильна, то в поясненні буде наступна інформація: «Різниця між двома векторами визначається за формулою $\vec{c} = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3)$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 10. Повідомлення про завершення:

Ви пройшли перевірку основних значень з теми «Елементи векторної алгебри»! Пропонуємо перейти до розв'язку завдань.

Якщо обраний перехід, то виводиться умова першого прикладу, інакше навчальний тренажер завершує роботу.

<u>Практичні завдання.</u>

Приклад 1. Дані дві точки A(-3,6,-5) та B(6,-6,3). Знайти: координати та довжину вектора \overrightarrow{AB} .

Крок 1. Обрати відповідь. За якою формулою знаходяться координати вектора \overrightarrow{AB} ?

- $\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$

- $\overline{AB} = (x_1 - x_2, y_1 - y_2, z_1 - z_2)$

Якщо обрана невірна відповідь, з'являється пояснення: «Координати \overrightarrow{AB} рівнозначні різниці між відповідними координатами точок A(-3,6,-5) та B(6,-6,3): $\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 2. Вписати відповідь. Обрахувати координати вектора \overrightarrow{AB} .

$$\overline{AB} = (?-?,?-?,?-?) = (?,?,?)$$

Якщо ведена відповідь невірна з'являється пояснення: $\overrightarrow{AB} = (6 - (-3), (-6) - 6, 3 - (-5)).$ Перехід до наступного кроку.

Крок 3. Оберіть відповідь. Як визначається довжина вектора \overrightarrow{AB} ?

- $\left| \overrightarrow{AB} \right| = \sqrt{x + y + z}$ - $\left| \overrightarrow{AB} \right| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
- $\left| \overrightarrow{AB} \right| = x + y + z$

Якщо відповідь обрана невірна, то перед студентом з'являється пояснення: «Довжина вектора визначається як довжина відрізка, що з'єднує *A* і *B* та обраховується за формулою: $|\overrightarrow{AB}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ». Перехід до наступного кроку.

Крок 4. Вписати відповідь. Обрахувати довжину вектора \overline{AB} ?

$$\left|\overrightarrow{AB}\right| = \sqrt{?^{?} + ?^{?} + ?^{?}} = \sqrt{?}$$

Якщо студент зробив помилку, то з'являється пояснення: $\left|\overrightarrow{AB}\right| = \sqrt{9^2 + (-12)^2 + 8^2}$. Перехід до наступного прикладу.

Приклад 2. Обчислити кут між векторами $\vec{a} = \{2; -4; 4\}$ і $\vec{b} = \{-3; 2; 6\}$.

Крок 1. Оберіть відповідь. За якою формулою визначається косинус кута між векторами?

$$-\cos\varphi = \frac{\vec{a}\cdot\vec{b}}{\left|\vec{a}\right|\cdot\left|\vec{b}\right|} = \frac{X_1X_2 + Y_1Y_2 + Z_1Z_2}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2} \cdot \sqrt{X_2^2 + Y_2^2 + Z_2^2}}$$

$$-\cos\varphi = \frac{\vec{a}\cdot\vec{b}}{\left|\vec{a}\vec{b}\right|} = \frac{X_1X_2 + Y_1Y_2 + Z_zZ_2}{\sqrt{X_1^2X_2^2 + Y_1^2Y_2^2 + Z_1^2Z_2^2}}$$

Якщо відповідь обрана невірна, то перед студентом з'являється пояснення: «Кут між двома векторами визначається за формулою: $\cos \varphi = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|}$ ». Перехід до

наступного кроку.

Крок 2. Впишіть відповідь. Обчислити косинус кута між векторами.

$$\cos \varphi = \frac{? \cdot ? + ? \cdot ? + ? \cdot ?}{\sqrt{? + ? + ?} \cdot \sqrt{? + ? + ?}} = \frac{?}{?}$$

Якщо студент зробив помилку, то з'являється пояснення: $\cos \varphi = \frac{2 \cdot (-3) + (-4) \cdot 2 + 4 \cdot 6}{\sqrt{4 + 16 + 16} \cdot \sqrt{9 + 4 + 36}}.$ Перехід до наступного прикладу.

Крок 3. Оберіть із таблиці. Чому дорівнює кут між двома векторами?

| cos(70°) | 0,34202 |
|----------|---------|
| cos(71°) | 0,32556 |
| cos(72°) | 0,30901 |
| cos(73°) | 0,29237 |
| cos(74°) | 0,27563 |
| cos(75°) | 0,25881 |
| cos(76°) | 0,24192 |
| cos(77°) | 0,22495 |
| cos(78°) | 0,20791 |
| cos(79°) | 0,19080 |
| cos(80°) | 0,17364 |

Якщо студент обрав невірну відповідь, то з'являється пояснення: « $\frac{5}{21} \approx 0,24$ ».

Перехід до наступного прикладу.

Приклад 3. Задані точки A(-1;4;2), B(0;3;-1), C(1;0;-2). Знайти вектор $3\overrightarrow{AB} - 2\overrightarrow{AC}$ та модуль.

Крок 1. Вписати відповідь. Обрахувати координати вектора \overrightarrow{AB} .

$$AB = \{?-?;?-?;?-?\} = \{?;?;?\}$$

Якщо ведена відповідь невірна з'являється пояснення: $\overrightarrow{AB} = (0 - (-1), 3 - 4, (-1) - 2)$. Перехід до наступного кроку.

Крок 2. Вписати відповідь. Обрахувати координати вектора $3\overline{AB}$.

$$3\overrightarrow{AB} = \{?;?;?\}$$

Якщо відповідь обрана невірна, то перед студентом з'являється пояснення: «Для отримання результату, необхідно помножити координата вектора на задане число». Перехід до наступного кроку.

Крок 3. Вписати відповідь. Обрахувати координати вектора \overrightarrow{AC} .

$$\overrightarrow{AC} = \{? - ?; ? - ?; ? - ?\} = \{?; ?; ?\}$$

Якщо ведена відповідь невірна з'являється пояснення: $\overrightarrow{AC} = (1 - (-1), 0 - 4, (-2) - 2).$ Перехід до наступного кроку.

Крок 4. Вписати відповідь. Обрахувати координати вектора $2\overrightarrow{AC}$.

$$2\vec{AC} = \{?;?;?\}$$

Якщо відповідь обрана невірна, то перед студентом з'являється пояснення: «Для отримання результату, необхідно помножити координата вектора на задане число». Перехід до наступного кроку.

Крок 5. Вписати відповідь. Обрахувати координати вектора $3\overrightarrow{AB} - 2\overrightarrow{AC}$.

$$3\overrightarrow{AB} - 2\overrightarrow{AC} = \{? - ?; ? - ?; ? - ?\} = \{?; ?; ?\}$$

Якщо ведена відповідь невірна з'являється пояснення: $3\overrightarrow{AB} - 2\overrightarrow{AC} = \{-1;5;-1\}$ Перехід до наступного кроку.

Крок 6. Вписати відповідь. Обрахувати модуль вектора $3\overrightarrow{AB} - 2\overrightarrow{AC}$.

$$\left| 3\overrightarrow{AB} - 2\overrightarrow{AC} \right| = \sqrt{?^2 + ?^2 + ?^2} = \sqrt{?}$$

Якщо ведена відповідь невірна з'являється пояснення: $|3\overrightarrow{AB} - 2\overrightarrow{AC}| = \sqrt{27}$. Перехід до наступного кроку. Крок 7. Повідомлення про завершення:

Ви пройшли практичні завдання з теми «Елементи векторної алгебри»! Пропонуємо перейти до теоретичних питань.

Якщо обраний перехід, то виводиться умова першого питання, інакше навчальний тренажер завершує роботу.

3.3. Блок-схема задачі за темою роботи

На рисунках 3.1-3.3 зображено розроблені блок-схеми навчального тренажеру з теми «Елементи векторної алгебри». На рисунку 3.1 – блок-схема зміни мови інтерфейсу навчального тренажера. На рисунку 3.2 – блок-схема всього навчального тренажера. На рисунку 3.3 – блок-схема роботи навчального тренажера з розділу «Основні означення».



Рисунок 3.1 – Блок-схема зміни мови інтерфейсу навчального тренажера



Рисунок 3.2 – Блок-схема всього навчального тренажера



Рисунок 3.3 – Блок-схема роботи навчального тренажера з розділу «Основні означення».

3.4. Обтрунтування вибору програмних засобів для реалізації завдання роботи

При виборі програмного засобу для реалізації поставленої задачі виникає проблема вибору. Існує велика кількість різних середовищ програмування для ОС Windows.

Для створення даної програми було обрано мову програмування С#, оскільки ця мова має багато переваг, нижче наведені деякі із них [19]:

1. Повністю об'єктно-орієнтована мова, де навіть вбудовані типи представлені класами.

2. Спадкоємець С/С++, що зберігає їх кращі риси.

3. Автоматичне «прибирання сміття».

4. Потужна бібліотека каркасів підтримує зручність побудови різних типів додатків на С#.

Також необхідно обрати середовище для розробки програмного засобу. Серед таких середовищ, як Eclipse, MS Visual Studio, IntelliJ IDEA, NetBeans, в межах даної дипломної роботи обрано MS Visual Studio, що володіє наступними перевагами [19]:

1) Підтримка популярних мов програмування.

2) Доступність для користувача, так як дане середовище можна вільно знайти та завантажити з мережі Інтернет.

3) Є повністю безкоштовним.

4) Зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Для реалізації графічного інтерфейсу необхідно обрати одну з бібліотек: NET Framework Windows FormsGTK+, AWT, Swing, JavaFX. Обрано засоби стандартної бібліотеки Windows Forms. Даний інтерфейс спрощує доступ до елементів інтерфейсу Microsoft Windows за рахунок створення обгортки для існуючого Win32 API в керованому коді.

Дана бібліотека має переваги:

- Класи, що peanisyє API для Windows Forms, не залежить від мови розробки.

- Windows Forms надає можливість розробки кроссплатформенного графічного призначеного для користувача інтерфейсу.

- Підтримка технології ClickOnce для розгортання веб-додатків.

- Велика кількість рішень проблем, які можуть виникати під час розробки.

- Підтримка багатопоточності, розширенні можливості проектування і прив'язки до даних.

Отже, розробка програмної реалізації тренажера здійснюється на мові програмування C# у середовищі візуальної розробки Microsoft Visual Studio з використанням бібліотеки Windows Forms.

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

4.1. Опис процесу програмної реалізації

При розробці програмного засобу для навчального тренажеру з теми «Елементи векторної алгебри» в першу чергу після створення проекту, було добавлено, необхідну кількість Windows Form. Кожна форма в свою чергу була заповнена та відредагована відповідно до розробки.

Таким чином було розроблено вікно з вибором мови (рис. 4.1), початкове вікно (рис. 4.2) та питання для відображення (рис. 4.3 та 4.4).

Після розробки вікон, необхідно розробити функціонал навчального тренажера.

| Елементи векторної алгебри | | - • × |
|--|-------------------------------|-------|
| Оберіть мову іг | нтерфейсу навчального тренаже | epy |
| | 🔿 Українська | |
| | 🔿 Англійська | ĺ |
| | Обрати | |
| | | |
| | | |

Рисунок 4.1 – Розміщення елементів для вікна з вибором мови

| Елементи векторної алгебри | |
|--|--------------------------------|
| Навчальний тренажер з теми "Елементи н | векторної алгебри'' |
| Основні означення з теми | |
| Розпочати | |
| Практичні завдання з теми | |
| Розпочати | |
| | |
| Зміна мови | Розробник: Михайловський Р. М. |

Рисунок 4.2 – Розміщення елементів для початкового вікна

| Елементи векторної алгебри |
|---|
| Питання 4. Оберіть відповідь. $A(x_1, y_1, z_1)$ і $B(x_2, y_2, z_2)$ координати точок. |
| Як знаходяться координати вектора АВ? |
| $\bigcirc \overline{AB}$ $(n - n - n - n - n - n - n - n - n - n -$ |
| $\bigcirc AB = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$ $\bigcirc AB = (x_1 - x_2, y_1 - y_2, z_1 - z_2)$ |
| $\overline{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$ |
| Повернутися до початку Відповісти |

Рисунок 4.3 – Розміщення елементів для відображення питань



Рисунок 4.4 – Розміщення елементів для відображення завдання

Для повноцінної роботи навчального тренажеру використанні наступні події:

- подія Load (при завантаженні вікна);

- подія *Click* (при переході та перевірці).

Кожне вікно відображається в запрограмованій послідовності. При натисненні на кнопку «Відповісти» відбувається подія *Click*, в якій перевіряє чи правильно обрана відповідь на поточному кроці. Якщо ні, то відображає пояснення в питанні (рис. 4.5).

Оскільки було розроблено повернення до початкового вікна та почати спочатку, то при натисненні на кнопку «Повернутися до початку» відбувається також подія *Click* (рис. 4.6).

Остання подія *Load* служить для перекладу вікна та пояснень на обрану мову на початку роботи з навчальним тренажером (рис. 4.7).

На початковому вікні є можливість перейти до одного з двох блоків із завданнями. При натисненні відбувається перехід до першого питання чи завдання.



Рисунок 4.5 – Подія Click при натисненні на кнопку «Відповісти»



Рисунок 4.6 – Подія Click при натисненні на кнопку «Повернутися до початку»

Реалізована перевірка на наявність вибору відповіді, якщо не обрана жодна відповідь, то з'являється повідомлення (рис. 4.8).

Після перевірки всіх питань та завдань відображається кінцева форма, яка дає змогу повернутися до початку чи завершити роботу з навчальним тренажером.



Рисунок 4.7 – Подія Load для перекладу вікон



Рисунок 4.8 – Перевірка на обрання відповіді та повідомлення при відсутності

4.2. Опис програми

Після завантаження навчального тренажера на персональний комп'ютер студента та після запуску відображається вікно з вибором мови інтерфейсу для подальшого користування (рис. 4.9). По замовчуванні мова інтерфейсу – українська.

Після чого з'являється початкове вікно, яке вже на обраній мові. На початковому вікні вказано тему, інформацію про розробника, кнопки з вибором завдань та кнопку для обрання мови інтерфейсу знову (рис. 4.10 та рис. 4.11).

Для переходу до завдань з перевірки основних означень з теми, необхідно натиснути на першу кнопку «Розпочати». Виведеться перше запитання (рис. 4.12).

Розглянемо детальніше роботу навчального тренажера з теоретичними питаннями. При виборі на першому кроці відповіді та натисненні на кнопку «Відповісти» відбувається перевірка.

Якщо відповідь вірна – відображається наступний крок (рис. 4.13), якщо ні – з'являється пояснення до питання (рис. 4.14).

На сьомому кроці (рис. 4.15) перед студентом з'являється запитання з вибором декількох вірних відповідей. Про це повідомляється в умові.

Після виконання завдань з перевірки основних означень з теми виводиться кінцеве вікно (рис. 4.16). З даного вікна можна повернутися до початку або завершити роботу з навчальним тренажером.

Також, кожен крок навчального тренажеру має можливість переходу до початкового вікна, де може знову обрати завдання та змінити мову інтерфейсу.

Для переходу до практичних завдань з теми, необхідно натиснути на другу кнопку «Розпочати». Виведеться перше завдання (рис. 4.17). Практичні завдання містять як завдання з вибором відповіді так і завдання з веденням (рис. 4.18).

Після виконання всіх завдань в практичній частині виводиться кінцеве вікно (4.19). З даного вікна можна повернутися до початку або завершити роботу з навчальним тренажером.

Оберіть мову інтерфейсу навчального тренажеру

| ◉ Українська | |
|--------------|--|
| 🔿 Англійськя | |
| Обрати | |
| | |

Рисунок 4.9 – Вікно з вибором мови інтерфейсу

| Елементи векторної алгебри | - 🗆 × |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| Навчальний тренажер з теми 'Елемент | и векторної алгебри' |
| Основні означення з тем | nu |
| Розпочати | |
| Практичні завдання з те | MU |
| Розпочати | |
| | |
| Зміна мовн | Розробник: Михайловський Р. М. |

Рисунок 4.10 – Початкове вікно на українській мові

 \times

_

| Elements of vector algebra | | _ | | × |
|----------------------------|-------------------------------|--------------|----------|-------|
| Training simulator | on the topic 'Elemts vector a | lgebra' | | |
| Bas | ic definitions on the topic | | | |
| | Get started | | | |
| Pri | actical tasks on the topic | | | |
| | Get started | | | |
| | | | | |
| Change of language | | Developed: M | ilhalovs | ky R. |



| Елементи векторної алгебри | | _ | | × |
|--------------------------------------|-----------------------|-------|--------|---|
| Питання 1. Оберіть відповідь. Як наз | иваються слени трипле | ny? | | |
| 🔿 Координати вектора | 🔿 Координати точки | | | |
| | | | | |
| Повернутися до початку | | Відпо | овісти | |

Рисунок 4.12 – Перше запитання з перевірки основних означень

30



| $\bigcirc a,b,c$ \bigcirc | $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ |
|-----------------------------|-----------------------------|
|-----------------------------|-----------------------------|

```
\bigcirc a',b',c' \bigcirc \overline{a},\overline{b},\overline{c}
```

Повернутися до початку

Відповісти

_

Х



| Елементи векторної алгебри | | _ | | × | | |
|---|--------------------|-------|--------|---|--|--|
| Питання 1. Оберіть відповідь. Як називан | оться слени трипл | ıemy? | | | | |
| 🔿 Координати вектора | ◉ Координати точки | | | | | |
| Члени триплету називаються координатами вектора | | | | | | |
| | | | | | | |
| Повернутися до початку | | Відпо | овісти | | | |

Рисунок 4.14 – Поява пояснення до першого питання

| Елементи векторної алгебри | | _ | | × | | | |
|--|--------------------------------|----------|--------|---|--|--|--|
| Питання 7. Оберіть відповідь (можливий вибір декількох варіантів). Лінійні векторні операції включають: | | | | | | | |
| 🗌 Ділення вектора | 🗌 Множення вектора на скалярну | величину | , | | | | |
| 🗌 Додавання векторів | 🗌 Множення вектора на вектор | | | | | | |
| 🗌 Віднімання векторів | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Повернутися до початку | [| Відп | овісти | | | | |

Рисунок 4.15 – Запитання з вибором декількох відповідей

📲 Елементи векторної алгебри

Ви пройшли перевірку основних значень з теми «Елементи векторної алгебри»! Пропонуємо перейти до розв'язку завдань.

Вихід

Повернутися до початку

Рисунок 4.16 – Кінцеве вікно навчального тренажеру

Приклад 1.Дані дві точки A(-3,6,-5) та B(6,-6,3). Знайти: координати та довжину вектора \overline{AB} .

Крок 1. Обрати відповідь. За якою формулою знаходяться координати вектора \overline{AB} ?

$$\bigcirc AB = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) \qquad \bigcirc \overrightarrow{AB} = (x_1 - x_2, y_1 - y_2, z_1 - z_2)$$

Повернутися до початку

Рисунок 4.17 – Перше завдання з розділу «Практичні завдання»

📲 Елементи векторної алгебри

Приклад 1.Дані дві точки A(-3,6,-5) та B(6,-6,3). Знайти: координати та довжину вектора AB.

Крок 2. Вписати відповідь. Обрахувати координати вектора <u>АВ</u>.



Повернутися до початку

Рисунок 4.18 – Завдання з веденням відповіді

Х

Відповісти

- 🗆 X

Відповісти

Ви пройшли перевірку основних значень з теми «Елементи векторної алгебри»! Пропонуємо перейти до розв'язку завдань.

| Вихід | Повернутися до початку |
|-------|------------------------|
| | |

Рисунок 4.19 – Кінцева форма після практичних завдань

4.3. Перевірка основних кроків навчального тренажера

Після розробки програмного забезпечення наступним завданням є перевірити його працездатність на основних кроках. На кожному кроці були протестовані основні ситуації, які може зробити студент при виконанні.

Після запуску навчального тренажера було протестовані основні кнопки «Розпочати» та «Змінити мову інтерфейсу».

На наступному кроці були протестовані всі варіанти відповідей на типове питання з вибором відповіді з розділу «Основні означення з теми». При цьому як на українській мові так і на англійській (рисунки 4.20-4.21).

Далі протестовані ситуації в питанні з вибором декількох відповідей (рис. 4-22-4.23).

Після перевірки всіх кроків з розділів «Основні означення з теми» та «Практичні завдання» перевірено кнопки на кінцевих формах, а саме «Повернутися до початку» та «Закрити».

Після перевірки теоретичних питань, було проведено перевірку кроків завдання з веденням відповіді із практичного розділу (рис. 4.24-4.25).

Питання 4. Оберіть відповідь. $A(x_1, y_1, z_1)$ і $B(x_2, y_2, z_2)$ координати точок. Як знаходяться координати вектора \overrightarrow{AB} ? $\bigcirc \overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$ (•) $\overrightarrow{AB} = (x_1 - x_2, y_1 - y_2, z_1 - z_2)$ Координати - це рівнозначні різниці між відповідними координатами точок: $\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$ Повернутнся до початку Відповісти

Рисунок 4.20 – Перевірка роботи завдання з вибором відповіді на українській мові

■ Elements of vector algebra – □ × Question 4. Choose the answer $A(x_1, y_1, z_1)$ and $B(x_2, y_2, z_2)$ coordinates of points. How are the coordinates of the vector \overline{AB} ? $\bigcirc \overline{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$ (•) $\overline{AB} = (x_1 - x_2, y_1 - y_2, z_1 - z_2)$ Coordinates are equivalent differences between the corresponding coordinates of points: $\overline{AB} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$

Рисунок 4.21 – Перевірка роботи завдання з вибором відповіді на англійській мові

 \times

| Питання 7. Оберіть відповідь (можливий вибір декількох варіантів). Лінійні векторні операції включають: | | | | | | |
|--|---------------------|------------------------------|------------|--|--|--|
| \checkmark | Ділення вектора | Иноження вектора на скалярн | у величину | | | |
| | Додавання векторів | 🗹 Множення вектора на вектор | | | | |
| \checkmark | Віднімання векторів | | | | | |
| Лінійні векторні операції включають множення вектора на скалярну величину та додавання векторів | | | | | | |
| Повернутися до початку | | | Відповісти | | | |

Рисунок 4.22 – Перевірка питання з декількома відповідями на українській

Elements of vector algebra

- 🗆 X

Question 7. Choose the answer (several options are possible). Linear vector operations include:

- □ Vector division □ Multiplication of a vector by a scalar quantity
- ☑ Adding vectors ☑ Multiplication of vector by vector

✓ Subtraction of vectors

Linear vector operations include multiplying the vector by a scalar quantity and adding vectors

Back to top

Рисунок 4.23 – Перевірка питання з декількома відповідями на англійській

Answer

Приклад 1.Дані дві точки A(-3,6,-5) та B(6,-6,3). Знайти: координати та довжину вектора AB.

Крок 2. Вписати відповідь. Обрахувати координати вектора <u>АВ</u>.



Повернутися до початку

Відповісти

Х

Рисунок 4.24 – Перевірка завдання з веденням відповіді на українській





4.4. Необхідна користувачу програми інструкція

Даний навчальний тренажер може використовуватися для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Для запуску навчального тренажера, необхідно спочатку завантажити його з дистанційного курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1». Після чого перевірити чи встановлено доповнення .NET Framework 4.0 або новіший.

Коли запуститься навчальний тренажер, необхідно обрати мову інтерфейсу це може бути українська або англійська. Далі обрати розділ із завданнями, які необхідні та натиснути кнопку «Розпочати». З'являться один за одним завдання, необхідно обрати або вести відповідь та натиснуту кнопку «Відповісти».

По завершенню обрати на кінцевій формі «Повернутися до початку», щоб перейти до наступних завдань або ж «Завершити» роботу з навчальним тренажером.

ВИСНОВКИ

При виконані дипломної роботи виконано основне завдання, а саме: програмна реалізація навчального тренажеру з теми «Елементи векторної алгебри» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1».

Виконано наступні основні завдання роботи:

- Описано постановку задачі.

- Розроблено алгоритм навчального тренажеру.

- Складено блок-схему алгоритму.

- Описано процес реалізації основних етапів створення навчального тренажеру.

- Перевірено роботу навчального тренажеру з наведенням прикладів.

Для можливості використовувати навчальний тренажер в ході вивчення дистанційного курсу «Алгебра та геометрія. Частина 1» іноземними студентами розроблено можливість зміни мови.

Розроблено навчальний тренажер з прикладами по практичним завданням [3-6].

На початковому вікні виведено інформацію, щодо теми навчального тренажеру та розробника.

На кожному кроці алгоритму виведено завдання та розроблено перевірку відповідей. При помилці відображається повідомлення про це.

Результати дипломної роботи були представлені на науково-практичному семінарі «Комп'ютерні науки і прикладна математика». Опубліковано наукову статтю в Полтавському університеті економіки та торгівлі.

СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Интернет тренажеры в сфере образования. [Електронний ресурс]: Режимдоступу–http://icmim.sfu-kras.ru/sites/icm.institute.sfu-kras.ru/files/Rukovodstvo_polzovatelya_Internet-trenazhery.pdf

2. Словари и энциклопедии на Академии [Електронний ресурс]: Режим доступу – <u>https://psychology.aca-demic.ru/2691/тренажер</u>

3. Черненко О. О. Практичне заняття №9. Елементи векторної алгебри. Алгебра та геометрія. Частина 1: конспект лекцій для студентів спеціальності 122 денної форми навчання [Електронний ресурс] / О. О. Черненко. – Полтава: ПУЕТ, MMCI, 2020. – 3с.

4. Черненко О. О. Лекція №8. Елементи векторної алгебри. Алгебра та геометрія. Частина 1: конспект лекцій для студентів спеціальності 122 денної форми навчання [Електронний ресурс] / О. О. Черненко. – Полтава: ПУЕТ, ММСІ, 2020. – 3с.

5. Черненко О. О. Практичне №8. Елементи векторної алгебри. Алгебра та геометрія. Частина 1: конспект лекцій для студентів спеціальності 122 денної форми навчання [Електронний ресурс] / О. О. Черненко. – Полтава: ПУЕТ, ММСІ, 2020. – 3с.

6. Черненко О. О. Лекція №9. Елементи векторної алгебри. Алгебра та геометрія. Частина 1: конспект лекцій для студентів спеціальності 122 денної форми навчання [Електронний ресурс] / О. О. Черненко. – Полтава: ПУЕТ, ММСІ, 2020. – 3с.

7. Інформатика та системні науки (ІСН – 2017) : матеріал VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю (м. Полтава, 16-18 березня 2017 р) / за ред. Ємця О. О. – Полтава : ПУЕТ, 2017. – 333 с. Режим доступу: <u>http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/5798</u>

8. Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2018): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 1 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра

 MMCI
 ПУЕТ,
 2018.
 –
 64
 с.
 Режим
 доступу:

 http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/6563
 –
 64
 с.
 Режим
 доступу:

9. Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2018): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 2 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2018. – 64 с. Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/6987

10. Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2019): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 3 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2019. – 83 с. Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/7048

11. Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2021): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 6 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2021. – 106 с. Режим доступу: <u>http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/11355</u>

12. Стельник А. І. Розробка програмного забезпечення тренажеру з теми «Регулярні мови» дистанційного навчального курсу «Теорія програмування» / А. І. Стельник, О. О. Черненко // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2021): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 6 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2021. – С. 4. Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/10040

13. Лукіна В. В. Розробка програмного забезпечення тренажеру з теми «Магизинні автомати» дистанційного навчального курсу «Теорія програмування» / В. В. Лукіна, О. О. Черненко // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2021): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 6 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2021. – С. 2. Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/10294

14. Куркін В. В. Програмне забезпечення для тренажера з теми «Алгебра предикатів» дистанційного навчального курсу «Математична логіка» / В. В. Куркін, О. О. Черненко // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2019): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 3 / за ред. Ємця О. О. –

Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2019. – С. 12. Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/7458

15. Данник О. І. Навчальний тренажер з теми «Мови і граматики» та його програмна реалізація / В. В. Куркін, О. О. Черненко // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2018): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 1 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2018. – С. 2. Режим доступу: <u>http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/6857</u>

16. Сивокінь О. Ю. Тренажер з теми «Логіка висловлювань» дистанційного навчального курсу «Математична логіка» та розробка його програмного забезпечення / О. Ю. Сивокінь, О. О. Черненко // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2019): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 3 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2019. – С. 5. Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/7003

17. Гребенюк Д. С. Програмне забезпечення для тренажера з теми «Нормальні алгоритми» дистанційного навчального курсу «Теорія алгоритмів» / Д. С. Гребенюк, О. О. Черненко // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ – 2019): матеріали науково-практичного семінару. Випуск 3 / за ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2019. – С. 3. Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/7040

18. Сокол О. В.. Розробка тренажера з теми «Нормальні алгоритми» дистанційного навчального курсу «Теорія алгоритмів» / О. В. Сокол, О. О. Черненко // Інформатика та системні науки (ІСН – 2017) : матеріал VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю (м. Полтава, 16-18 березня 2017 р) / за ред. Ємця О. О. – Полтава : ПУЕТ, 2017. – С. 9. Режим доступу: <u>http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/5481</u>

19. Кристиан Нейгел и др. С# 5.0 и платформа .NET 4.5 для профессионалов = Professional C# 5.0 and .NET 4.5. – М.: «Диалектика», 2013. – 1440 с.

20. Ємець О. О. Методичні рекомендації до виконання дипломної роботи для студентів ступеня магістра спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / О. О. Ємець, Т. О. Парфьонова – Полтава: РВВ ПУЕТ, 2018. – 35с.