

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПЛКИ
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»**

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ДЕННОЇ ОСВІТИ

**ФОРМА НАВЧАННЯ ДЕННА
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕНХОЛОГІЙ**

Допускається до захисту

Завідувач кафедри _____ О. Ольховська
(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

**на тему
АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ТРЕНАЖЕРА «КОМПЛЕКСНІ
ЧИСЛА» ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «АЛГЕБРА ТА
ГЕОМЕТРИЯ. ЧАСТИНА 2»**

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

Виконавець роботи Мельницький Ян Віталійович

_____ « _____ » _____ 2021 р.
(підпис)

Науковий керівник доц., канд. фіз.-мат. наук Черненко Оксана Олексіївна

_____ « _____ » _____ 2021 р.
(підпис)

ПОЛТАВА 2021 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ..	3
ВСТУП.....	4
1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	6
1.1. Постановка задачі розробки навчального тренажеру	6
1.2. Приклади для створення навчального тренажеру	7
2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД.....	8
2.1. Огляд робіт, де розглянуте аналогічне до теми завдання.....	8
2.2. Позитивні та негативні аспекти в розглянутих роботах	11
2.3. Необхідність та актуальність теми.....	12
3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	14
3.1. Огляд матеріалу за темою роботи	14
3.2. Алгоритмізація задачі за темою роботи.....	17
3.3. Розробка блок-схеми, яка підлягає програмуванню.....	22
4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	26
4.1. Опис процесу програмної реалізації	26
4.2. Опис програми.....	32
4.3. Перевірка валідності. Дослідження можливостей програмної реалізації.	39
4.4. Необхідна користувачу програми інструкція	47
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	50
ДОДАТОК А. КОД ПРОГРАМИ.....	52

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Умовні позначення, символи, скорочення, терміни	Пояснення умовних позначень, символів, скорочень
$a + bi$	Комплексне число.
$ a + ib $	Модуль комплексного числа.
a	Дійсна частина комплексного числа.
b	Уявна частина комплексного числа.

ВСТУП

Стрімкий розвиток комп'ютерної техніки, застосування її в усіх галузях, повсякденному житті, можливість сучасного комп'ютера зберігати, представляти та обробляти будь-яку інформацію зумовило їх використання в освітній діяльності.

Розвиток комп'ютерних мережних технологій став однією з перспективних платформ для розвитку сучасної дистанційної освіти, електронного навчання, мобільного навчання, які ефективно використовуються для різноманітних форм навчання.

Використання комп'ютерів у навчальному процесі привело до виникнення значної кількості нових форм роботи, які були неможливі за умови використання традиційних методик.

Створення навчальних посібників на гіпертекстовій основі, мультимедійних документів, енциклопедій, можливість організації навчання в телекомунікаційних мережах, інтерактивних навчальних програм, тренажерів, використання яких повністю змінює навчальний процес.

Метою роботи є алгоритмізація та програмування тренажера «Комплексні числа» для дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2».

Об'єктом розробки є процес програмування тренажера для дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2».

Предметом розробки є розроблений тренажер з теми «Комплексні числа».

Головне завдання – програмна реалізація навчального тренажера з теми «Комплексні числа».

Методи, які використано при розробці. Для створення алгоритму використано комплексні числа. Для програмування тренажера застосовано об'єктно-орієнтовану мову програмування C# із застосуванням середовища візуальної розробки програм Microsoft Visual Studio 2019.

Новизною даної роботи є створення нового програмного забезпечення (тренажера) з теми «Комплексні числа» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2».

Практична значимість роботи – створення навчального тренажера для навчання студентів комплексним числам. Створений навчальний тренажер рекомендовано використовувати студентам спеціальності «Комп’ютерні науки» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2» в ПУЕТ. Навчальний тренажер впроваджений в дистанційний курс з дисципліни «Алгебра та геометрія. Частина 2» в Полтавському університеті економіки та торгівлі.

Пояснювальна записка до роботи складається з чотирьох розділів. У першому розділі розглянуто постановку задачі. У другому розділі описано необхідність та актуальність теми, розглянуто навчальні тренажери з різних дисциплін та виявлено їх переваги та недоліки. У третьому розділі розглянуто основні означення з теми «Комплексні числа», описано алгоритм роботи тренажера, розроблення блок-схеми. У четвертому розділі – описане обґрунтування вибору програмних засобів, процес програмної реалізації, перевірка валідності роботи тренажера та інструкція по використанню навчального тренажера.

Обсяг пояснювальної записки: 78 сторінки, в тому числі основна частина – 50 сторінок, літературних джерел – 7 назв, рисунків – 38, блок-схем – 3 сторінки.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1. Постановка задачі розробки навчального тренажера

Основним завданням роботи є алгоритмізація та програмна реалізація тренажера з теми «Комплексні числа» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2».

Основними завданнями роботи є:

- Описати постановку задачі розробки навчального тренажера.
- Описати огляд навчальних тренажерів, які мають аналогічне завдання до обраної теми.
- Навести основні означення та поняття з теми «Комплексні числа» для використання в навчальному тренажері.
- Розробити алгоритм тренажера та розробити його блок-схему.
- Описати обрану мову програмування та середовище розробки, а також технології, які були використанні при розробці.
- Описати процес реалізації основних етапів розробки навчального тренажера.
- Перевірити працездатність роботи розробленого навчального тренажера з наведенням прикладів.
- Описати користувацьку інструкцію.

Алгоритм, необхідно розробити згідно з лекціями з дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2» [1-4].

Для вивчення теми «Комплексні числа» в дистанційному курсі «Алгебра та геометрія. Частина 2» іноземними студентами слід розробити можливість зміни мови навчального тренажера.

Початковий екран повинен мати тему тренажера, інформацію про розробника, можливість зміни мови тренажера. Реалізувати перехід до обраного блоку з питаннями.

На кожному кроці алгоритму реалізувати виведення умови завдання та варіанти відповідей або поля для введення. При помилці проінформувати студента та допомогти у вирішенні завдання.

1.2. Приклади для створення навчального тренажера

Завдання 1. Записати в тригонометричній формі комплексне число $z = 1 + i$.

Завдання 2. Записати у тригонометричній формі комплексні числа $z_1 = 5 - 5i$ та $z_2 = \sqrt{3} + i$. Обчислити значення виразу z_1^2 / z_2^2 .

Завдання 3. Обчислити вираз $z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i)$.

Завдання 4. Знайти дійсну та уявну частини комплексного числа $z = \frac{4 - 3i}{(3 - 2i)(2 + i)}$.

Завдання 5. Для заданих чисел $z_1 = 3, z_2 = -3i, z_3 = 4 - 5i, z_4 = -5 + 6i$ знайти:

- 1) Спряжені числа.
- 2) Протилежні числа.
- 3) Обернені числа.

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОГЛЯД

2.1. Огляд робіт, де розглянуте аналогічне до теми завдання

В ході виконання огляду робіт, першим було розглянуто навчальний тренажер з теми «Машина Тьюрінга» з дисципліни «Теорія алгоритмів», який розробила Бардаченко С. Р.

«Машина Тьюрінга» – розроблена мовою програмування Java. В даному тренажері виводиться умова та потрібно поступово вибираючи крок за кроком виконувати завдання на вибір з варіантів відповідей, на заповнення однієї або декілька комірок (рис. 2.1).

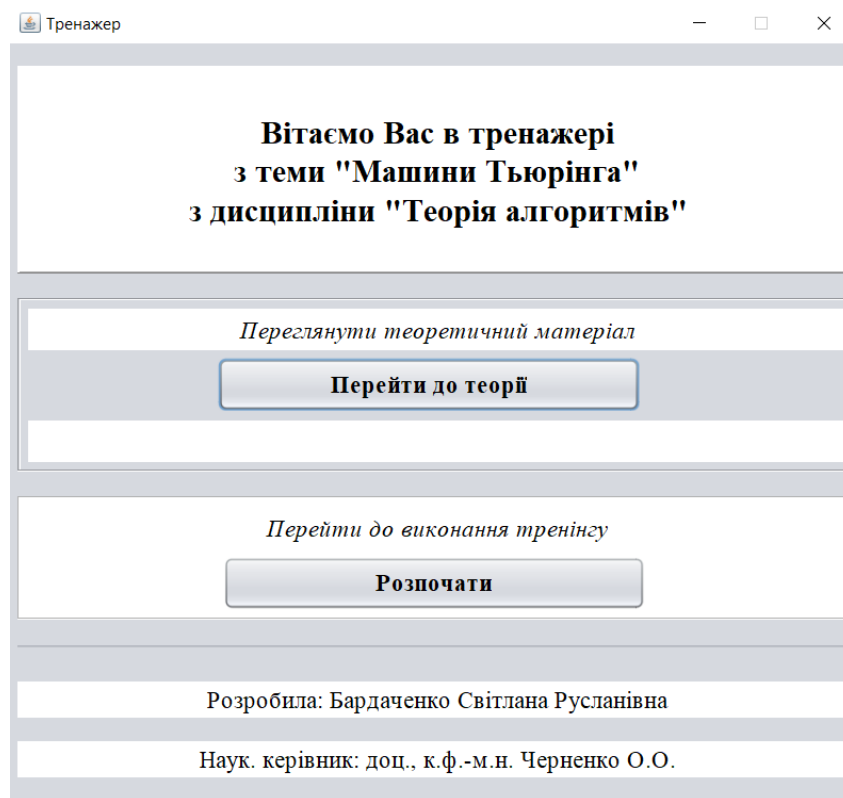


Рисунок 2.1 – Машина Тьюрінга

Наступний тренажер було розглянуто з теми «Рекурсивні функції» дистанційного навчального курсу «Теорія алгоритмів», розробника Грязного П. Ю.

«Рекурсивні функції» також розроблено на мові програмування Java. В даному навчальному тренажері спершу йдуть теоретичні питання, а потім до цієї теорії практичні завдання. Теоретичних та практичних блоків є декілька (рис. 2.2).

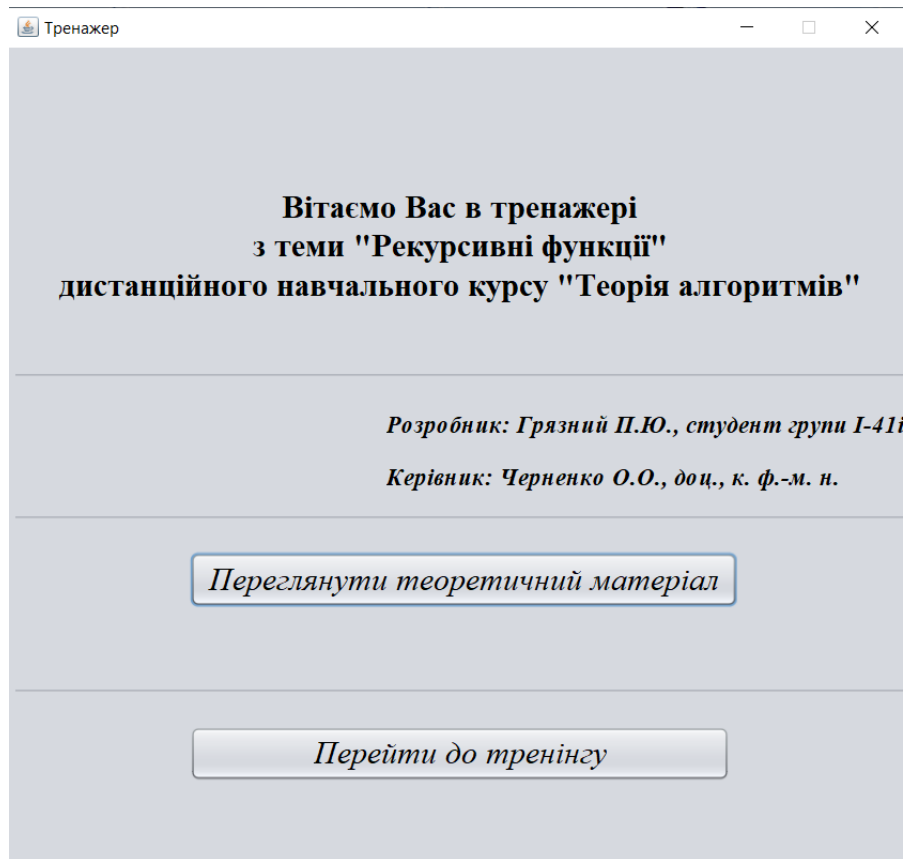


Рисунок 2.2 – Рекурсивні функції

Навчальний тренажер з теми «Нормальні алгоритми» з дисципліни «Теорія алгоритмів», виконавець Гребенюк Д. С. було розглянуто наступним.

«Нормальні алгоритми» виконано на мові програмування Java. Містить практичні завдання, в ході яких відбувається розв’язок прикладу (рис. 2.3).

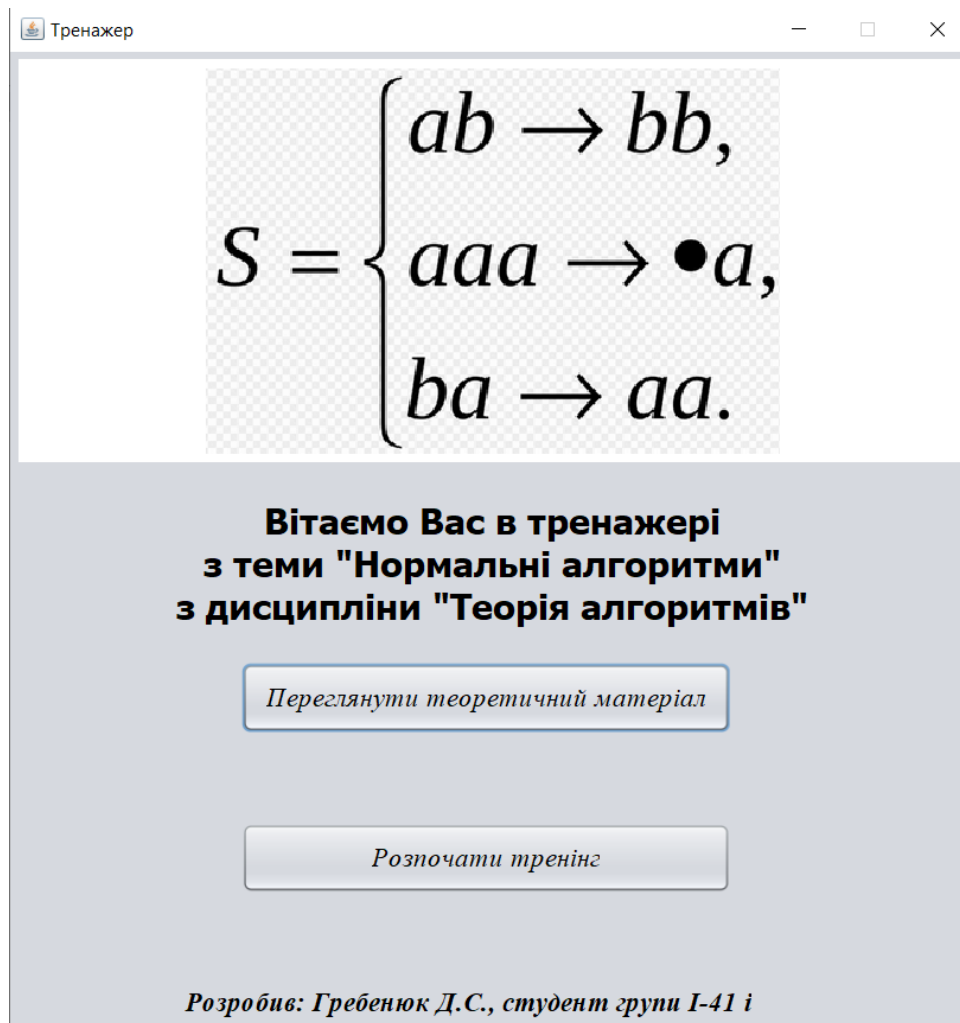


Рисунок 2.3 – Нормальні алгоритми

Останнім розглянутим є навчальний тренажер з теми «Контекстовільні граматики» дистанційного навчального курсу «Теорія програмування» розроблений студентом Скоромінським М. В.

«Контекстовільні граматики» розроблений на мові програмування Java. Навчальний тренажер містить лише практичні завдання у вигляді тестів (рис. 2.4).

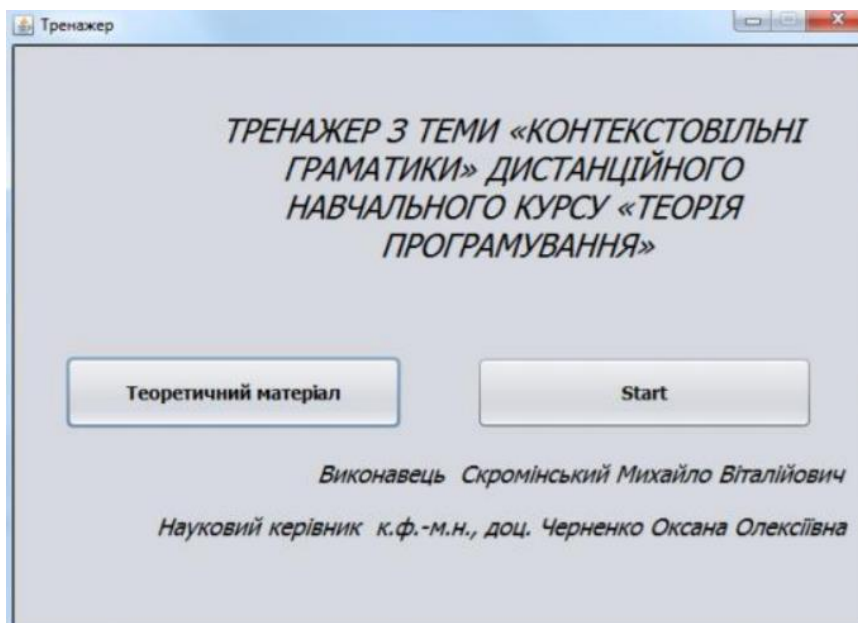


Рисунок 2.4 – Контекстовільні граматики

2.2. Позитивні та негативні аспекти в розглянутих роботах

Загальні основні негативні аспекти в розглянутих роботах:

- 1) Файл з теоретичним матеріалом кожен раз зберігається до персонального комп'ютера без згоди користувача.
- 2) Дуже розмитий (нечитабельний) шрифт умови та завдання.
- 3) Однотипність дизайну навчальних тренажерів.
- 4) Схожість завдань до шаблону.
- 5) Немає можливості вибору мови інтерфейсу.
- 6) Не завжди зрозумілі підказки при невірній відповіді.
- 7) Неможливо повернутися до початкового вікна та розпочати спочатку.

Загальні основні позитивні аспекти в розглянутих роботах:

- 1) Багато теоретичного матеріалу, що дає змогу більше ознайомитись з темою для вирішення завдань.
- 2) Містять, як теоретичні питання так і практичні.

- 3) Показ складеної послідовності при виконанні завдання.
- 4) Присутні підказки з правильною відповіддю.

2.3. Необхідність та актуальність теми роботи

Необхідність застосування навчальних тренажерів позитивно вирішує наступні завдання:

- інформування (підручники, довідки, діапозитиви, навчальні плакати, кінофільми, відеозаписи, алгоритми, покажчики, інформаційно-технологічні карти, навчальні програми та тренажери);
- організації (алгоритми, покажчики, інформаційно-технологічні карти, навчальні програми та тренажери);
- управління (тести, навчальні програми та тренажери).

Існують наступні види навчальних тренажерів:

- 1) Тренажер для формування знань – електронні підручники.
- 2) Тренажери контролю знань – програми тестування, призначені для перевірки знань студента.
- 3) Тренажери для формування практичних вмінь та навичок – мультимедійні анімаційні імітатори, призначені для імітації зміни станів фізичного устаткування (приладів, пристроїв) за різних умов, створюючи ілюзію дій з фізичною апаратурою.

Актуальністю використання навчальних тренажерів для студентів є:

1. розкриває можливість нових зв'язків;
2. створює нові способи дистанційного управління;
3. з психологічної точки зору студент швидко пристосовується до віртуального життя;
4. в процесі виконання вправ має можливість контролювати хід виробничого процесу;
5. в процесі виконання вправ студент здобуває кваліфікацію і формує вміння розподіляти свої фізичні та психічні сили;

6. в процесі засвоєння нових знань, навичок та кваліфікації досягає повної свободи;

7. визначаючи свої помилки, усуває їх через повторення імітаційного віртуального становища.

Недоліками використання навчальних тренажерів є:

- майбутній фахівець може почати вважати, що процеси, які відбуваються у віртуальному вигляді, краще ніж в реальності;

- зацікавленість до віртуального процесу настільки посилюється, що фахівець більше цікавиться підсумком процесу ніж прагненням вивчати сам процес;

- в результаті постійного використання на наступних рівнях навчання не фахівець буде контролювати процес, а навпаки, процес буде управляти фахівцем. З цієї причини при використанні імітаційних навчальних тренажерів необхідно звернути особливу увагу на запобігання виникненню негативних проявів. Зокрема, доцільно точно встановити час використання імітаційних віртуальних тренажерів і його дотримуватися.

3. ТЕОРЕТИЧНИЙ ЧАСТИНА

3.1. Огляд матеріалу за темою роботи

Комплексні числа

Відомо, що дійсних чисел недостатньо для вирішення будь-якого квадратного рівняння з дійсними коефіцієнтами. Найпростішим квадратним рівнянням, яке не має коренів серед дійсних чисел, є

$$x^2 + 1 = 0.$$

Виникає проблема: необхідно поширити систему дійсних чисел на таку систему чисел, у якій рівняння $x^2 + 1 = 0$ уже мало б корінь.

Проблема розв'язання квадратного рівняння виду $x^2 + b^2 = 0$ ($b \neq 0$) стала одним із поштовхів для введення нових, так званих уявних чисел.

Визначення 1. Число, квадрат якого дорівнює -1 , ($i^2 = -1$) називається уявною одиницею і позначається i

$$i = \sqrt{-1}, i^2 = -1.$$

Зрозуміло, що ми можемо ввести нові числа, так звані комплексні числа, такі, що, приєднавши їх до відомих вже дійсних чисел, ми отримаємо набір чисел, над якими можна виконувати арифметичні дії за звичайними правилами, і, крім того, серед нових чисел буде число, яке має властивість $i^2 = -1$.

Визначення 2. Числа виду $a + bi$, де a та b є два дійсних числа, називаються комплексними.

Число a називається дійсною частиною, b – уявною частиною комплексного числа.

Визначення 3. Два комплексних числа $a_1 + b_1i$ та $a_2 + b_2i$ називаються рівними, якщо їх дійсна та уявна частина рівні окремо, тобто якщо $a_1 + b_1i = a_2 + b_2i$, то $a_1 = a_2, b_1 = b_2$.

Якщо $a = 0, b \neq 0$, то комплексне число $a + bi$ перетворюється на суто уявне число, bi , b – коефіцієнт уявної одиниці.

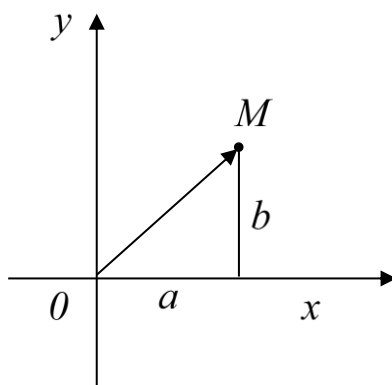
Якщо $b = 0$, то комплексне число $a + bi$ перетворюється на дійсне число, що дорівнює a .

Геометричне представлення комплексних чисел

Прийнято представляти комплексне число $z = a + bi$ точкою M на площині; абсциса цієї точки дорівнює дійсній частині a , ордината дорівнює b , тобто коефіцієнту уявної одиниці (Фігура 1).

Будь-якому комплексному числу відповідає певна точка на площині, але, навпаки, будь-якій точці площини відповідає певне комплексне число.

Тобто встановлюється кореляція між точками координатної площини xOy та множиною комплексних чисел.



Фігура 1 – Геометричне представлення комплексного числа

Визначення 4. Комплексне число $(-a - bi)$ називаються протилежним до комплексного числа $a + bi$.

Визначення 5. Два комплексних числа $z = a + bi$ та $\bar{z} = a - bi$ називаються сполученими, тобто відрізняються лише знаком перед уявною частиною.

Ще одна геометрична інтерпретація комплексного числа $a + bi$.

Поеднавши початок координати O з точкою $M(a;b)$ (Фігура 1), ми отримуємо вектор $\overrightarrow{OM}(a;b)$, який можна прийняти як геометричне зображення комплексного числа $z = a + bi$, при цьому дійсною частиною є проекція вектора $\overrightarrow{OM}$ на вісь Ox ; b коефіцієнт уявної одиниці – це проекція вектора на вісь Oy :

$$a = np_x \overrightarrow{OM}, b = np_y \overrightarrow{OM}$$

Обидва способи представлення комплексного числа – еквівалентні.

Визначення 6. Модуль комплексного числа $z = a + bi$ – це дійсне число $r = \sqrt{a^2 + b^2}$. У геометричному сенсі це довжина радіуса – вектора $\overrightarrow{OM}$. Число r позитивне і обертається нулем, тільки якщо $a = 0, b = 0$. Позначення: $r = |z|$.

Модуль будь-якого комплексного числа визначається однозначно. Сполучені числа мають однакові модулі.

Усі комплексні числа, що мають модуль, рівний одиниці, зображуються точками одиничного кола з центром у початку координат.

Додавання комплексних чисел

Визначення 7. Сума двох комплексних чисел $z_1 = a_1 + b_1i$ і $z_2 = a_2 + b_2i$ називається комплексним числом $z = (a_1 + a_2) + (b_1 + b_2)i$.

Віднімання комплексних чисел

Визначення 8. Різниця між двома комплексними числами $z_1 = a_1 + b_1i$ і $z_2 = a_2 + b_2i$ називається комплексним числом $z = a + bi$, яке у сумі з числом z_2 дає число z_1 . Тобто для того, щоб знайти різницю між двома комплексними числами, необхідно окремо знайти відмінності між їх дійсною та уявною частинами.

Множення комплексних чисел

Визначення 9. Добуток двох комплексних чисел $z_1 = a_1 + b_1i$ і $z_2 = a_2 + b_2i$ називається комплексним числом, яке ідентифікується за формулою $(a_1 + b_1i)(a_2 + b_2i) = (a_1a_2 - b_1b_2) + (a_1b_2 + b_1a_2)i$.

Щоб помножити комплексні числа, помножте їх за правилом множення поліномів, замінивши i^2 та -1 об'єднавши подібні члени. Добуток спряжених чисел $(a + bi)(a - bi) = a^2 - abi + bia - b^2 i^2 = a^2 + b^2 = r^2$ – це завжди дійсне число і дорівнює квадрату їх загального модуля.

Ділення комплексних чисел

Визначення 10. Частка ділення комплексного числа $z_1 = a_1 + b_1 i$ на комплексне число $z_2 = a_2 + b_2 i \in \mathbb{C}$ комплексним числом z , яке при множенні z_2 на виробляє z_1 .

3.2. Алгоритмізація задачі за темою роботи

При запуску навчального тренажера студентів пропонується обрати мову інтерфейсу, також виводиться тема та інформація про розробника. Для того, щоб розпочати, необхідно обрати завдання «Комплексні числа та дії над ними» або завдання «Тригонометрична та показникова форми представлення комплексних чисел».

Тригонометрична та показникова форми представлення комплексних чисел.

Завдання 1. Записати в тригонометричній формі комплексне число $z = 1 + i$.

Крок 1. Обчислити модуль числа z . Оберіть із представлених варіантів правильні.

$$|z| = |1 + i| = \sqrt{?} = \sqrt{?}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{?}{?} = \frac{?}{?} = ?$$

Правильна відповідь $|z| = |1 + i| = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$ та $\operatorname{tg} \varphi = \frac{b}{a} = \frac{1}{1} = 1$. Якщо вказана

не вірна відповідь, студентів демонструється коротке пояснення та дається наступна спроба виправити помилки. При вірній відповіді відбувається перехід до наступного кроку.

Крок 2. Так як $a = 1, b = 1$, то визнаємо чверть. В якій чверті лежить число z ?

- I чверть;
- II чверть;
- III чверть;

- IV чверть.

При виборі першої відповіді відбувається перехід до наступного кроку. Якщо обрані інші відповіді, з'являється пояснення.

Крок 3. Яку формулу використовуємо для обчислення аргументів?

- $\pi + \operatorname{arctg} \frac{b}{a}$;

- $\operatorname{arctg} \frac{b}{a}$;

- $-\pi + \operatorname{arctg} \frac{b}{a}$;

- $-\operatorname{arctg} \frac{b}{a}$.

Якщо студент обрав 2 відповідь він переходить до наступного кроку. Якщо відповідь обрана інша, то з'являється пояснення.

Крок 4. Виходячи з попереднього кроку, $\operatorname{arctg} \frac{b}{a} = \operatorname{arctg} 1 = \frac{\pi}{4} = \varphi$. Оберіть тригонометричну форму числа z .

- $z = 1 + i = \sqrt{2} \left(\cos \frac{\pi}{4} + i \cos \frac{\pi}{4} \right)$;

- $z = 1 + i = \sqrt{2} \left(\sin \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right)$;

- $z = 1 + i = \sqrt{2} \left(\cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right)$;

- $z = 1 + i = \sqrt{2} \left(\sin \frac{\pi}{4} + i \cos \frac{\pi}{4} \right)$.

Правильна відповідь 3. Якщо обрана не 3 відповідь, студентів з'являється підказки з поясненням.

Завдання 2. Записати у тригонометричній формі комплексні числа $z_1 = 5 - 5i$ та $z_2 = \sqrt{3} + i$. Обчислити значення виразу z_1^2 / z_2^2 .

Крок 1. Обчислити модуль числа z_1, z_2 . Оберіть із представлених варіантів правильні.

$$|z_1| = |5 - 5i| = \sqrt{?} = \sqrt{?}, |z_2| = |\sqrt{3} + i| = \sqrt{?} = \sqrt{?}$$

Правильна відповідь $|z_1| = |5 - 5i| = \sqrt{5^2 + (-5)^2} = 5\sqrt{2}$ та

$|z_2| = |\sqrt{3} + i| = \sqrt{(\sqrt{3})^2 + 1} = 2$. Якщо вказана не вірна відповідь, студентів демонструється коротке пояснення та дається наступна спроба виправити помилки. При вірній відповіді відбувається перехід до наступного кроку.

Крок 2. Обчисліть аргументи заданих чисел та оберіть правильні відповіді.

$$\arg z_1 = ? = ? = ?, \arg z_2 = ? = ?$$

Правильна відповідь $\arg z_1 = \operatorname{arctg}(-1) = -\operatorname{arctg}1 = -\frac{\pi}{4}, \arg z_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\pi}{6}$. Якщо

вказана не вірна відповідь, студентів демонструється коротке пояснення та дається наступна спроба виправити помилки. При вірній відповіді відбувається перехід до наступного кроку.

Крок 3. Оберіть вірну тригонометричну форму чисел z_1 та z_2 .

$$- z_1 = 5\sqrt{2} \left(\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$$

$$- z_2 = 2 \left(\cos\frac{\pi}{6} + i \sin\frac{\pi}{6} \right);$$

$$- z_1 = 5\sqrt{2} \left(\sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$$

$$- z_2 = 2 \left(\sin\frac{\pi}{6} + i \cos\frac{\pi}{6} \right).$$

Якщо студент обрав першу та другу, то переходить до наступного кроку, інакше з'явиться пояснення.

Крок 4. Піднесіть до квадрату числа z_1 та z_2 .

$$z_1^2 = (5\sqrt{2})^2 \left(\cos 2\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \sin 2\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right) = ? \left(\cos\left(? \frac{\pi}{?}\right) + i \sin\left(? \frac{\pi}{?}\right) \right)$$

$$z_2^2 = 2^2 \left(\cos 2\left(\frac{\pi}{6}\right) + i \sin 2\left(\frac{\pi}{6}\right) \right) = ? \left(\cos \frac{\pi}{?} + i \sin \frac{\pi}{?} \right)$$

Правильна відповідь $z_1^2 = 50 \left(\cos \left(-\frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left(-\frac{\pi}{2} \right) \right)$, $z_2^2 = 8 \left(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2} \right)$.

Якщо вказана не вірна відповідь, студентів демонструється коротке пояснення та дається наступна спроба виправити помилки. При вірній відповіді відбувається перехід до наступного кроку.

Крок 5. Обчислити значення виразу z_1^2 / z_2^2 . Оберіть із представлених варіантів правильні.

$$\frac{z_1^2}{z_2^2} = \frac{50 \left(\cos \left(-\frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left(-\frac{\pi}{2} \right) \right)}{8 \left(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2} \right)} = \frac{?}{?}$$

Правильна відповідь $\frac{z_1^2}{z_2^2} = \frac{50 \left(\cos \left(-\frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left(-\frac{\pi}{2} \right) \right)}{8 \left(\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2} \right)} = -\frac{25}{4}$. Якщо вказана не

вірна відповідь, студентів демонструється коротке пояснення та дається наступна спроба виправити помилки. При вірній відповіді відбувається перехід до наступного завдання.

Комплексні числа та дії над ними.

Завдання 3. Обчислити вираз $z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i)$. Оберіть компоненти розв'язку.

Якщо обрані всі компоненти вірно та вийшов наступний вигляд розв'язку $z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i) = -46 + 23i + 22i - 11i^2 = -35 + 45i$, то студент переходить до наступного прикладу, інакше з'явиться допомога в розв'язанні. З'являється наступна умова прикладу.

Обчислити вираз $z_2 = (3 + 11i) + (2 - 3i)(1 + 4i)$. Оберіть компоненти розв'язку.

Якщо обрані всі компоненти вірно та вийшов наступний вигляд розв'язку $z_2 = (3 + 11i) + (2 - 3i)(1 + 4i) = (3 + 11i) + (14 + 5i) = 17 + 16i$, то студент переходить до наступного прикладу, інакше з'явиться допомога в розв'язанні. З'являється наступний схожий приклад.

Обчислити вираз $z_3 = \frac{(-7-4i)}{(1+2i)}$. Оберіть компоненти розв'язку.

Якщо обрані всі компоненти вірно та вийшов наступний вигляд розв'язку $z_3 = \frac{(-7-4i)}{(1+2i)} = \frac{-15+10i}{5} = -3+2i$, то студент переходить до наступного прикладу, інакше з'явиться допомога в розв'язанні.

Завдання 4. Знайти дійсну та уявну частини комплексного числа

$$z = \frac{4-3i}{(3-2i)(2+i)}.$$

Крок 1. Оберіть компоненти розв'язку.

Якщо обрані всі компоненти вірно та вийшов наступний вигляд розв'язку $z = \frac{4-3i}{(3-2i)(2+i)} = \frac{35-20i}{65} = \frac{7}{13} - \frac{4}{13}i$, то студент переходить до наступного кроку, інакше з'явиться допомога в розв'язанні.

Крок 2. Із попереднього розв'язку запишіть дійсну та уявну частину комплексного числа.

Правильні відповіді $a = \frac{7}{13}, b = -\frac{4}{13}$. Якщо відповіді невірні, студент отримує інформацію, де побачити в числі дійсну та уявну частину.

Завдання 5. Для заданих чисел знайти $z_1 = 3, z_2 = -3i, z_3 = 4 - 5i, z_4 = -5 + 6i$:

- 1) Спряжені числа;
- 2) Протилежні числа;
- 3) Обернені числа.

Перед студентом на екрані зображена в таблицю в яку необхідно ввести всі дані.

z	Спряжені z	Протилежні z	Обернені z
$z_1 = 3$	3	-3	$\frac{1}{3}$
$z_2 = -3i$	$3i$	$3i$	$\frac{1}{-3i}$
$z_3 = 4 - 5i$	$4 + 5i$	$-4 + 5i$	$\frac{1}{4 - 5i}$
$z_4 = -5 + 6i$	$-5 - 6i$	$5 - 6i$	$\frac{1}{-5 + 6i}$

Якщо студент ввів невірне значення z – являється коротке пояснення. Якщо всі відповіді вірні перехід до наступного кроку.

3.3. Розробка блок-схеми, яка підлягає програмуванню

На рисунку 3.1 зображено блок-схему навчального тренажера з теми «Комплексні числа». На рисунку 3.2 зображено блок-схему роботи навчального тренажера в розділі «Комплексні числа та дії над ними» та «Тригонометрична та показникова форми представлення комплексних чисел». На рисунку 3.3 – зміна мови інтерфейсу навчального тренажера.

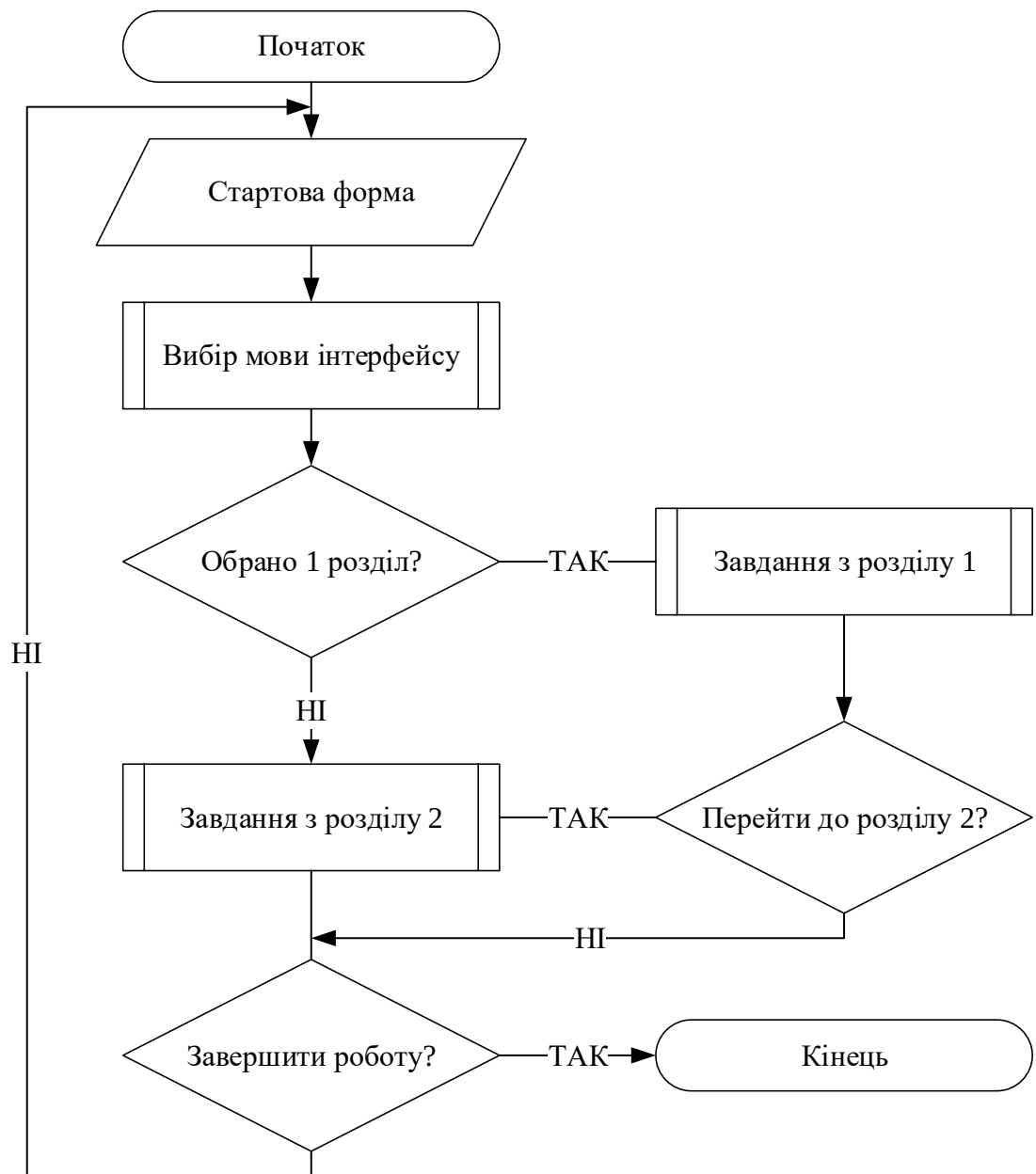


Рисунок 3.1 – Блок-схема навчального тренажера

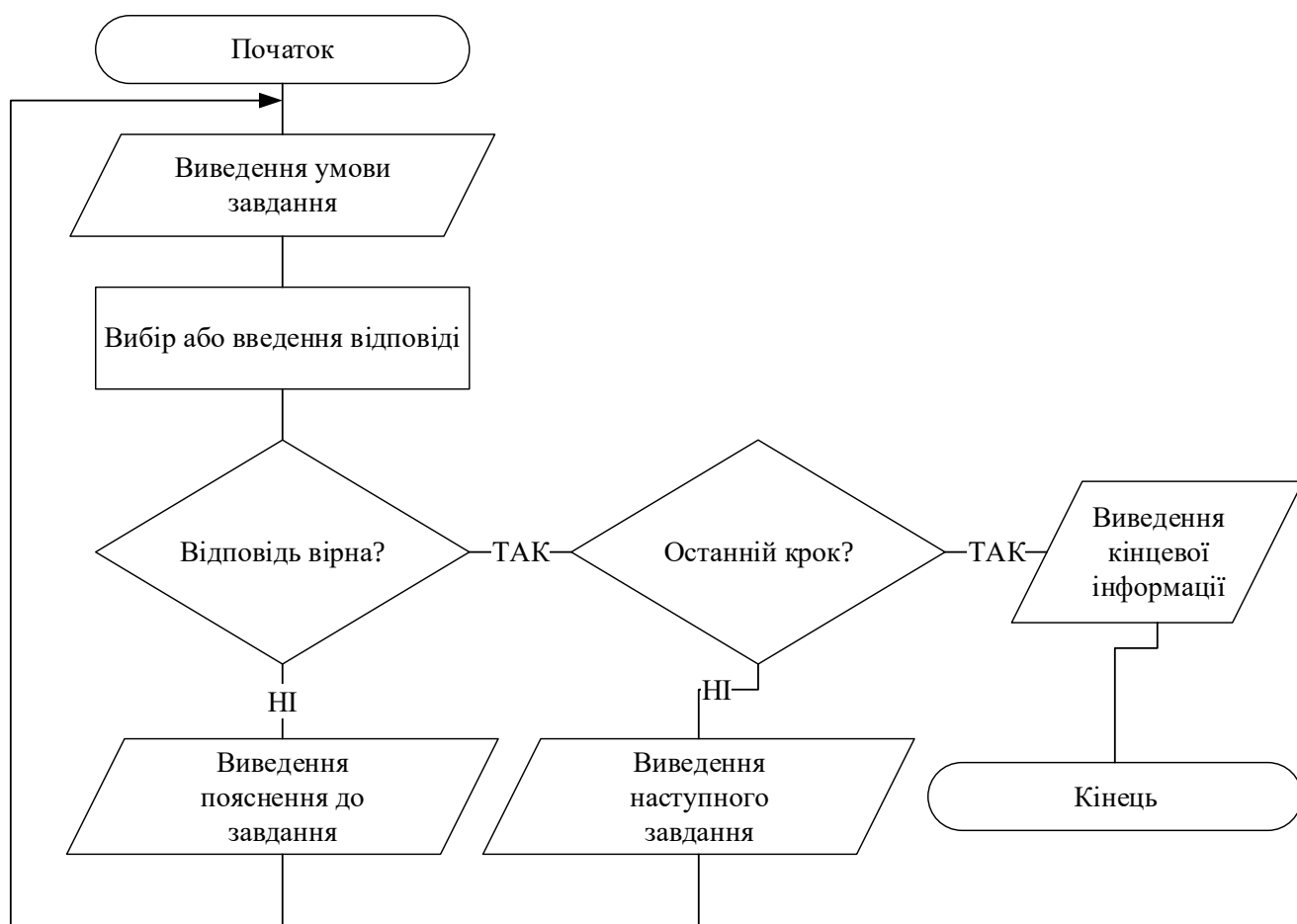


Рисунок 3.2 – блок-схема розділу «Комплексні числа та дії над ними» та «Тригонометрична та показникова форми представлення комплексних чисел»

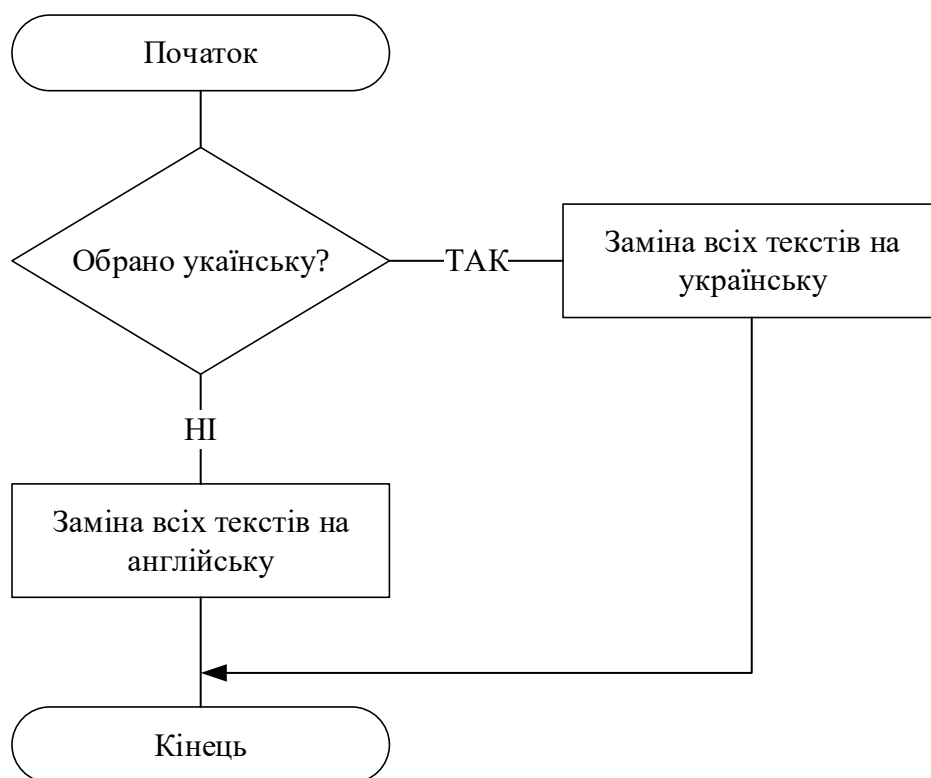


Рисунок 3.3 – Блок-схема зміни мови інтерфейсу навчального тренажера

4. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

4.1. Опис процесу програмної реалізації

Перед тим, як розпочати реалізовувати елементи навчального тренажера, було створено проект Windows Forms App (.NET Core). Наступним кроком заповнення проекту, необхідними елементами, в цьому випадку Windows Forms.

Після заповнення, в першу чергу розміщуються елементи для зручного користування з панелі елементів, які редагуються до потрібного зовнішнього вигляду. Так було розроблено стартове вікно та всі кроки алгоритму (рис. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 та 4.5).

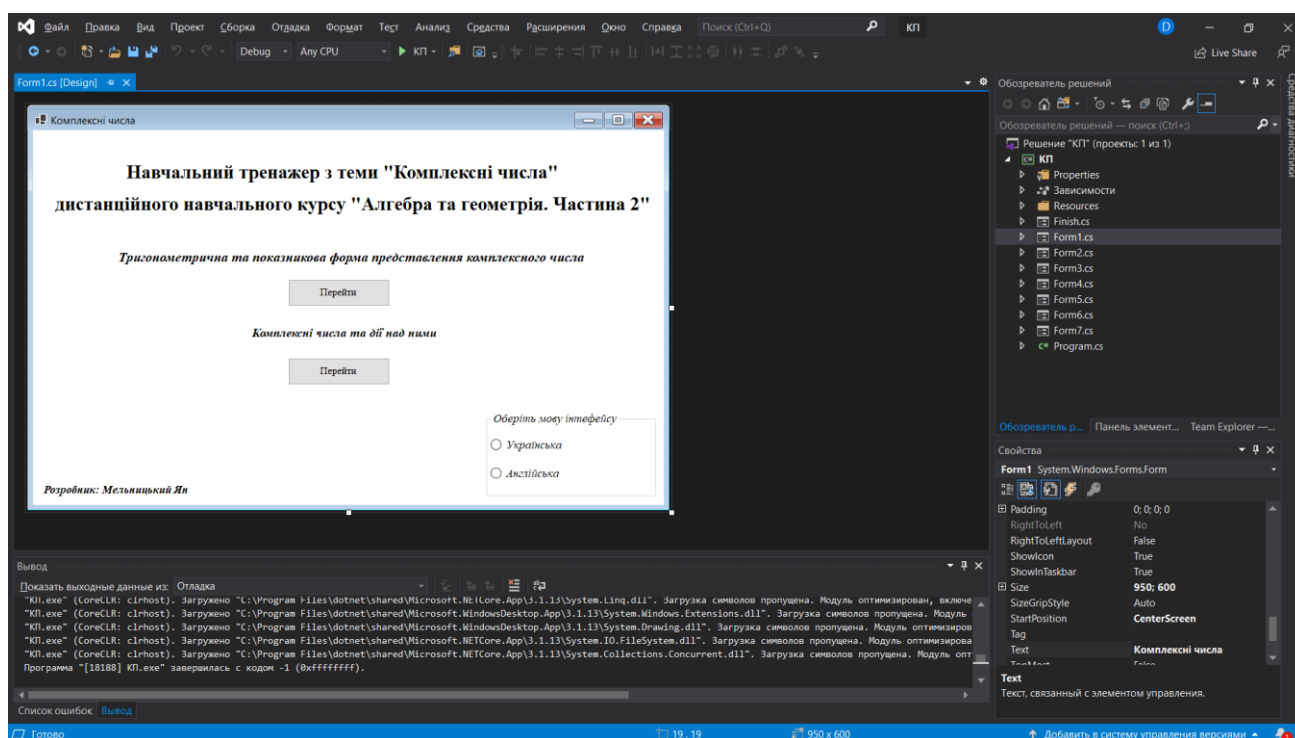


Рисунок 4.1 – Наповнення стартового вікна

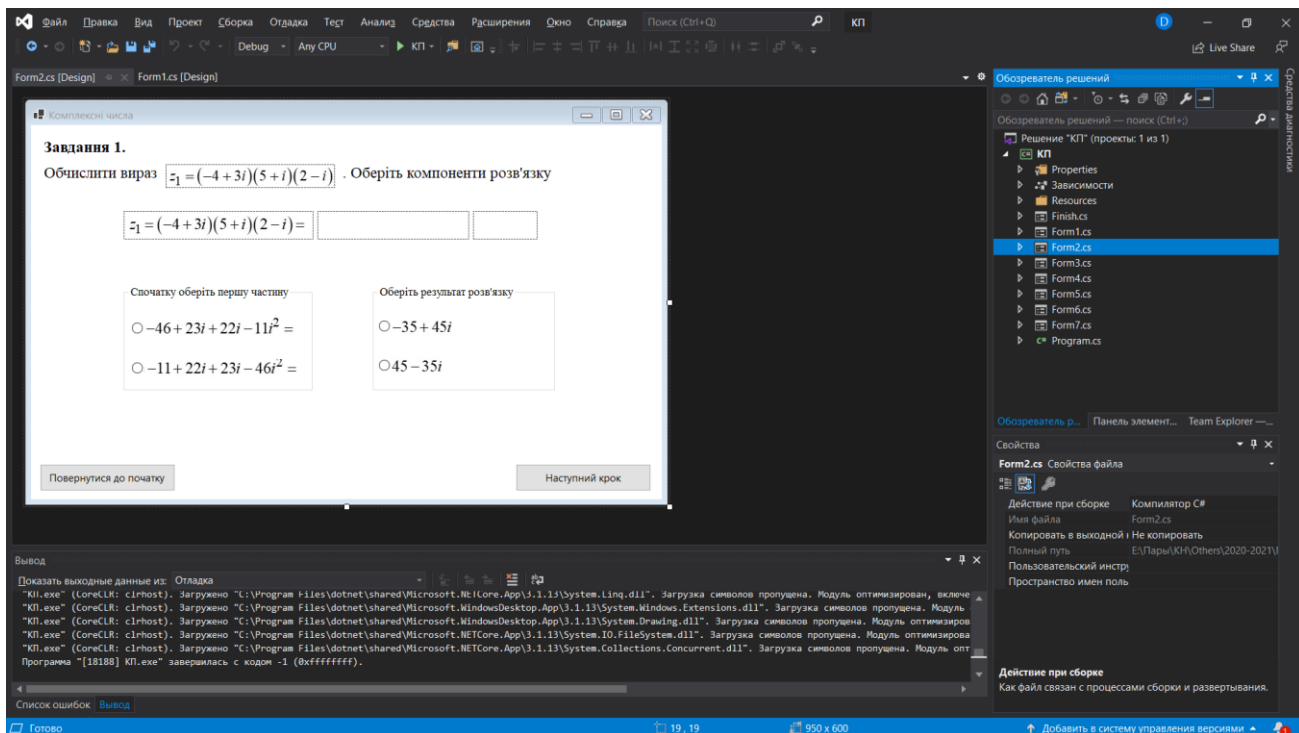


Рисунок 4.2 – Наповнення вікна із завданням для вибору відповіді із групи

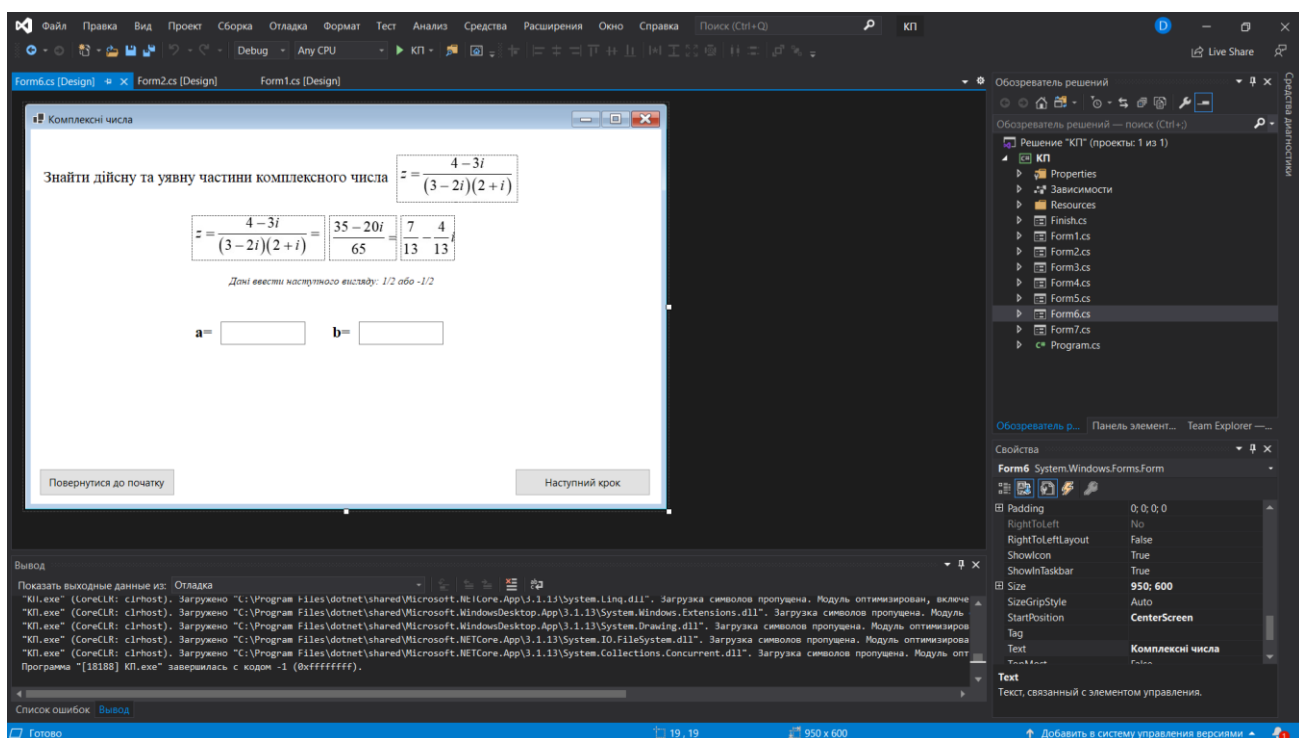


Рисунок 4.3 – Наповнення вікна із завдання для ведення відповіді самостійно

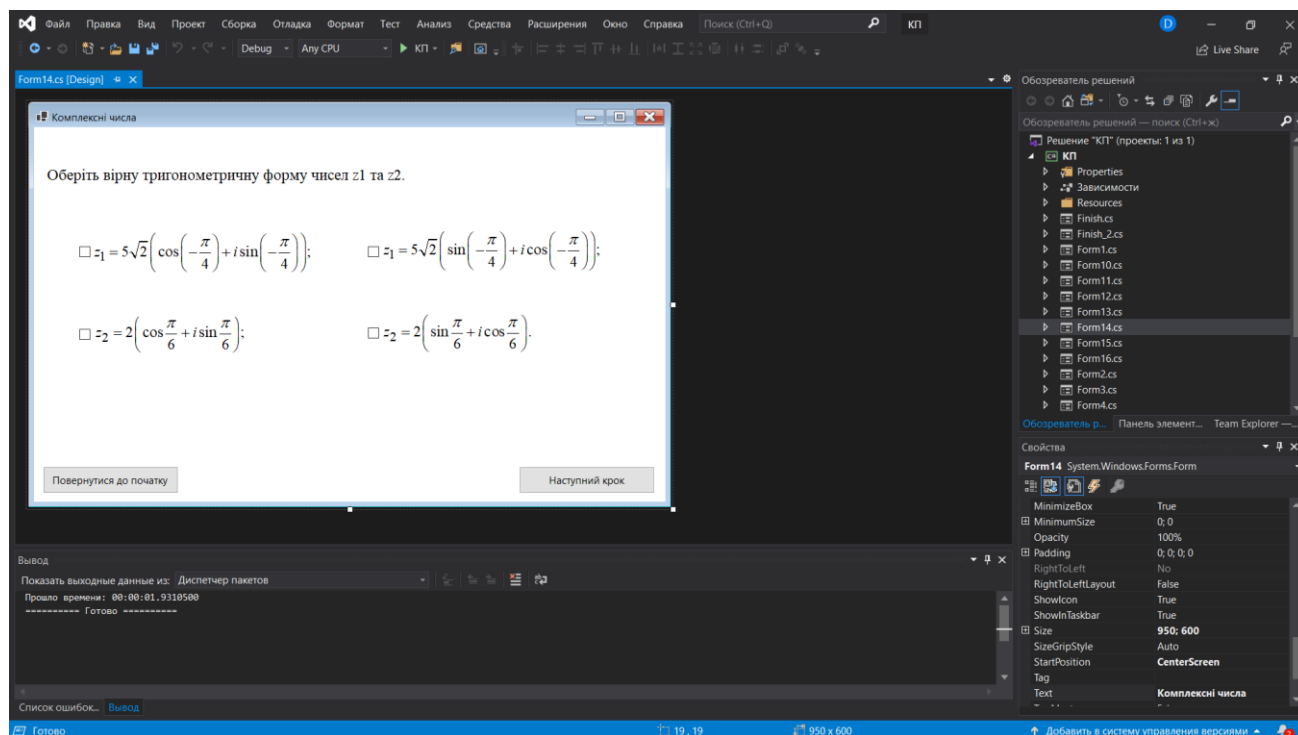


Рисунок 4.4 – Наповнення вікна із завдання для вибору декількох відповідей

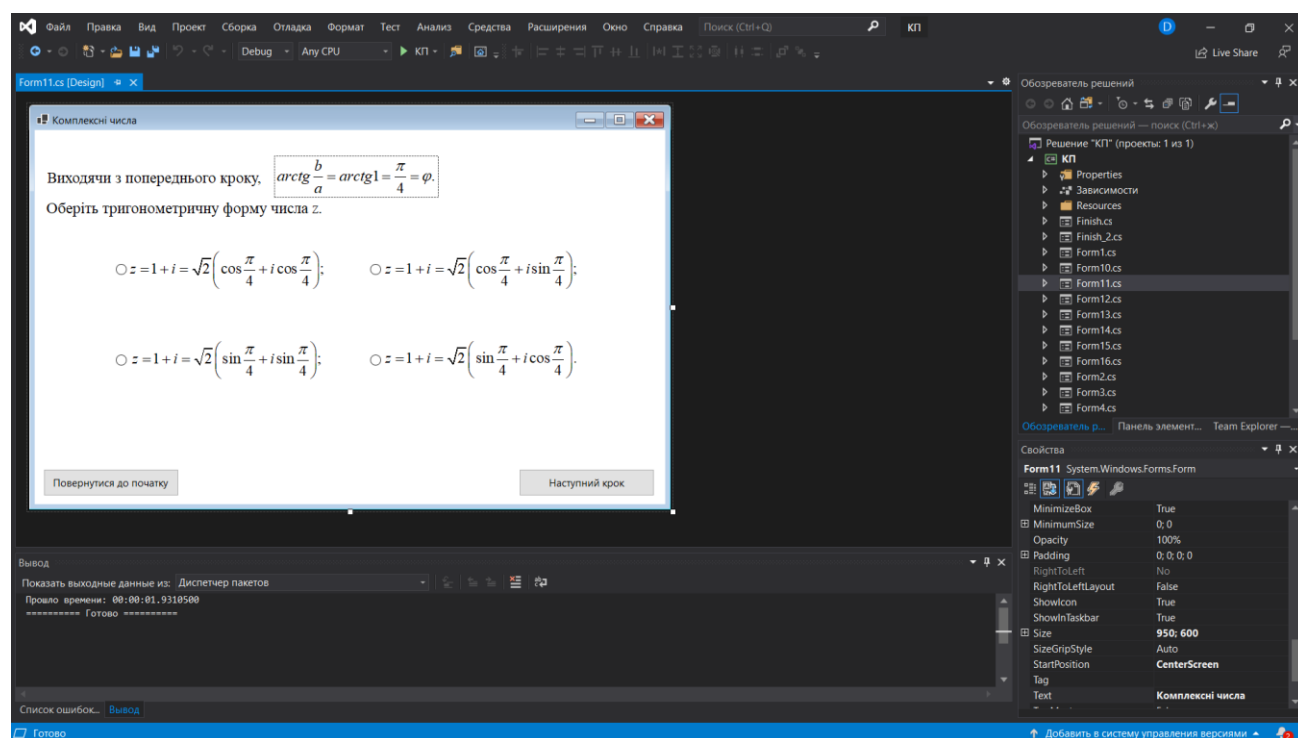


Рисунок 4.5 – Наповнення вікна із завдання для вибору однієї відповіді

Відображення умов прикладів з допомогою *label* та *pictureBox*. Для реалізації формування відповіді прикладу, було використано властивість *radioButton* – *CheckedChanged*.

```
private void radioButton1_CheckedChanged(object sender,
EventArgs e) {
    pictureBox3.BackgroundImage =
Properties.Resources._3;
}
```

Для перевірки обраних та введених відповідей розроблені умови.

```
if ((radioButton3.Checked && radioButton4.Checked) ||
(radioButton1.Checked && radioButton4.Checked) ||
(radioButton3.Checked &&
radioButton2.Checked)) {
    if ((Lang.language == 1)) {
        MessageBox.Show("z=(-4+3i) (5+i) (2-i)=(-20-
4i+15i+3i^2) (2-i)=(-23+11i) (2-i)", "Помилка!",
        MessageBoxButtons.OK,
        MessageBoxIcon.Information,
        MessageBoxDefaultButton.Button1);
    }
    if (Lang.language == 2) {
        MessageBox.Show("z=(-4+3i) (5+i) (2-i)=(-20-
4i+15i+3i^2) (2-i)=(-23+11i) (2-i)", "Warning!",
        MessageBoxButtons.OK,
        MessageBoxIcon.Information,
        MessageBoxDefaultButton.Button1);
    }
}
```

```

    }
    else {
        Form3 fm3 = new Form3();
        fm3.Show();
        Hide();
    }

```

Оскільки з будь-якого кроку навчального тренажера студент має змогу повернутися на початкову форму, реалізовано даний перехід наступним чином.

```

Form1 fm1 = new Form1();
    fm1.Show();
    Hide();

```

Для введення відповіді в поле *textBox*, яке має формат лише числа, використано властивість *KeyPress*.

```

private void textBox2_KeyPress(object sender,
KeyPressEventArgs e) {
    if ((e.KeyChar < 44 || e.KeyChar >= 58) &&
e.KeyChar != 8)
    {
        e.Handled = true;
    }
}

```

Для зміни мови інтерфейсу було розроблено публічну зміну, яка оголошена в публічному класі. Зміна приймає значення 1, якщо мова обрана українська та значення 2, якщо мова обрана англійська.

```
public static class Lang
{
    public static int language;
}
```

На початковій формі є можливість перейти до одного з двох блоків із завданнями. Перехід реалізований через натиснення кнопки.

```
private void button2_Click(object sender, EventArgs e) {
    Form2 fm2 = new Form2();
    fm2.Show();
    Hide();
}
```

При завантаженні форми, автоматично переводиться текст із завданнями.

```
if (Lang.language == 1) {
    Text = "Комплексні числа";
    label1.Text = "Знайти дійсну та уявну частини  
комплексного числа";
    label4.Text = "Дані ввести наступного вигляду:  
1 / 2 або - 1 / 2";
    button1.Text = "Повернутися до початку";
    button2.Text = "Наступний крок";
}
else {
    Text = "Complex numbers";
    label1.Text = "Find real and imaginary parts  
of a complex number";
    pictureBox1.Location = new Point(210, 40);
}
```

```

label4.Text = "Data enter as follows: 1/2 or -
1/2";

label4.Location = new Point(325, 216);
button1.Text = "Back to top";
button2.Text = "The next step";
}

```

4.2. Опис програми

Після того, як студент запустив навчальний тренажер перед ним відображається його стартове вікно, яке містить: тему, інформацію про розробника та вибір розділів із завданнями (рис. 4.6).

Для заміни мови інтерфейсу, студентові, необхідно в правому нижньому куті обрати відповідну мову. При завантаженні навчального тренажера мова – українська. Після вибору мови всі завдання та вся інформація буде відображатися на відповідній мові. На рис. 4.7 – зображено початкову форму на англійській.

Для того, щоб розпочати виконання завдань, треба перейти по доступній кнопці. Перед студентом з'явиться перше завдання з теми «Комплексні числа та дії над ними» (рис. 4.8) або ж з теми «Тригонометрична та показникова форма представлення комплексного числа» (рис. 4.9).

Після вибору відповідей та натисненні на кнопку «Наступний крок» відбувається перевірка на правильність. Якщо відповідь вірна – відображається наступний крок, інакше з'являється пояснення (рис. 4.10).

З кожного кроку студент має змогу повернутися до початкового вікна та розпочати все спочатку, а також при необхідності змінити мову інтерфейсу або перейти до інших завдань, натиснувши кнопку в лівому нижньому куті навчального тренажера.

Навчальний тренажер з теми 'Комплексні числа'
дистанційного навчального курсу 'Алгебра та геометрія. Частина 2'

Тригонометрична та показникова форма представлення комплексного числа

Перейти

Комплексні числа та дії над ними

Перейти

Розробник: Мельницький Ян

Оберіть мову інтерфейсу

☒ Українська

☐ Англійська

Рисунок 4.6 – Початкова форма навчального тренажеру

Training simulator on the topic 'Complex numbers'
distance learning course 'Algebra and Geometry. Part 2'

Trigonometric and exponential form of representation of complex numbers

Go to

Complex numbers and operations over them

Go to

Developer: Melnytsky Jan

Select the interface language

☐ Ukrainian

☒ English

Рисунок 4.7 – Початкова форма навчального тренажеру на англійській

Завдання 1.

Обчислити вираз $z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i)$. Оберіть компоненти розв'язку

$$z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i) =$$

Спочатку оберіть першу частину

☐ $-46 + 23i + 22i - 11i^2 =$

☐ $-11 + 22i + 23i - 46i^2 =$

Оберіть результат розв'язку

☐ $-35 + 45i$

☐ $45 - 35i$

Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.8 – Перше завдання з розділу «Комплексні числа та дії над ними»

Завдання 1.

Обчислити модуль числа z . Оберіть із представлених варіантів правильні.

Записати в тригонометричній формі комплексне число $z = 1 + i$.

$$|z| = |1 + i| =$$

$$\operatorname{tg} \varphi =$$

Модуль числа z

☐ $\sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$

☐ $\sqrt{1^2 - 1^2} = \sqrt{2}$

Кут ' φ '

☐ $\frac{b}{a} = \frac{1}{1} = 1$

☐ $\frac{a}{b} = \frac{-1}{1} = 1$

Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.9 – Перше завдання з розділу «Тригонометрична та показникова форма представлення комплексного числа»

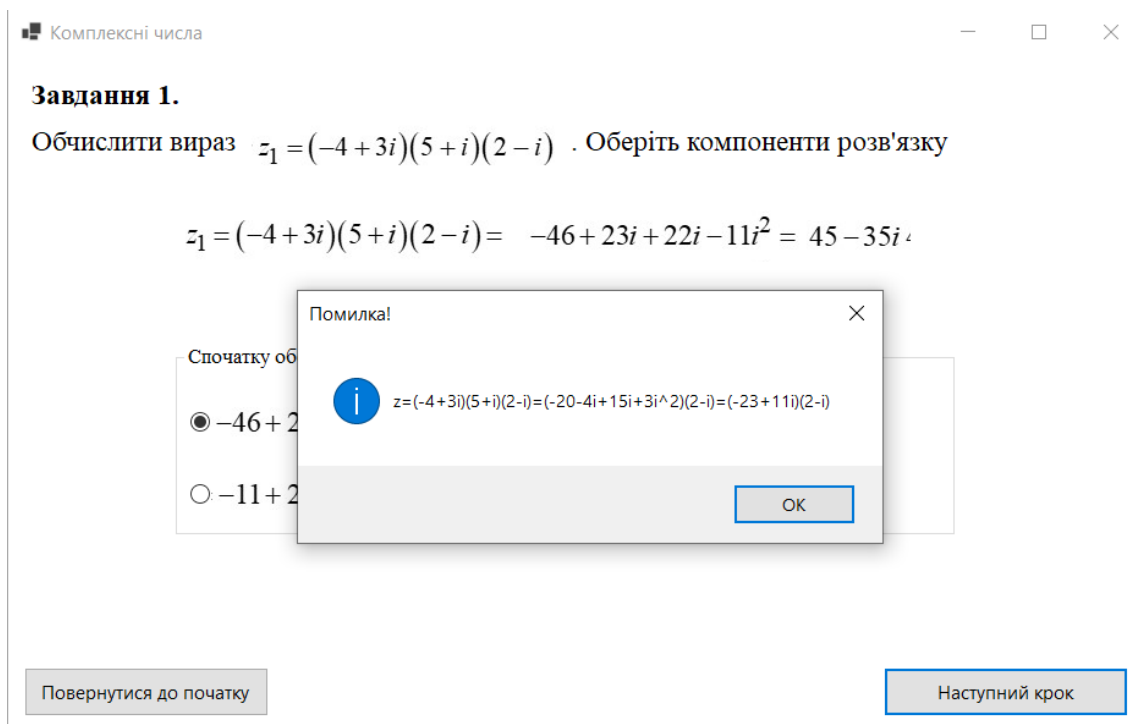


Рисунок 4.10 – Пояснення при невірній відповіді до першого завдання

В розділі «Комплексні числа та дії над ними» є розроблені завдання з веденням відповідей до відповідних клітин (рис. 4.11), а також до таблиці (рис. 4.12). В розділі «Тригонометрична та показникова форма представлення комплексного числа» містить розроблені завдання з вибором однієї та декількох відповідей (рис. 4.13 та 4.14).

Після завершення останнього кроку з'являється вікно з повідомленням. З якого можна реалізувати перехід до початкового вікна або вийти (рис. 4.15 та рис. 4.16).

Знайти дійсну та уявну частини комплексного числа $z = \frac{4-3i}{(3-2i)(2+i)}$

$$z = \frac{4-3i}{(3-2i)(2+i)} = \frac{35-20i}{65} = \frac{7}{13} - \frac{4}{13}i$$

Дані ввести наступного вигляду: $1/2$ або $-1/2$

a= **b=**

Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.11 – Завдання із веденням відповіді до клітинок

Завдання 3.

Для заданих чисел знайти: спряжені, протилежні та обернені числа

$$z_1 = 3, z_2 = -3i, z_3 = 4 - 5i, z_4 = -5 + 6i$$

Дані ввести наступного вигляду: $1/2$ або $-1/2$

z	Спряжені z	Протилежні z	Обернені z
$z=3$			
$z=-3i$			
$z=4-5i$			
$z=-5+6i$			

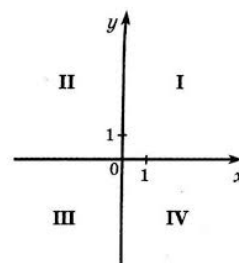
Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.12 – Завдання із веденням відповіді до таблиці

Так як $a=1$, $b=1$, то визначимо чверть. В якій чверті лежить число z ?

- ☐ I чверть
- ☐ II чверть
- ☐ III чверть
- ☐ IV чверть



Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.13 – Завдання із вибором однієї відповіді

Оберіть вірну тригонометричну форму чисел z_1 та z_2 .

☐ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$

☐ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$

☐ $z_2 = 2 \left(\cos\frac{\pi}{6} + i \sin\frac{\pi}{6} \right);$

☐ $z_2 = 2 \left(\sin\frac{\pi}{6} + i \cos\frac{\pi}{6} \right).$

Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.14 – Завдання із вибором декількох відповідей

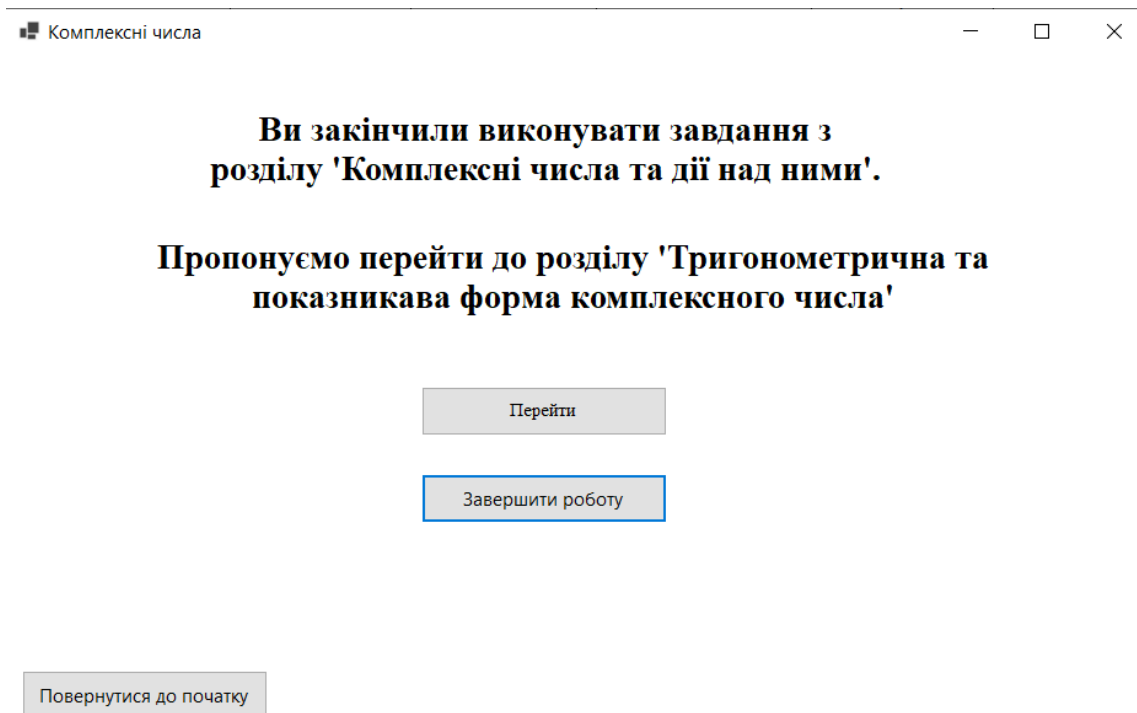


Рисунок 4.15 – Завершальне вікно після розділу «Комплексні числа та дії над ними»

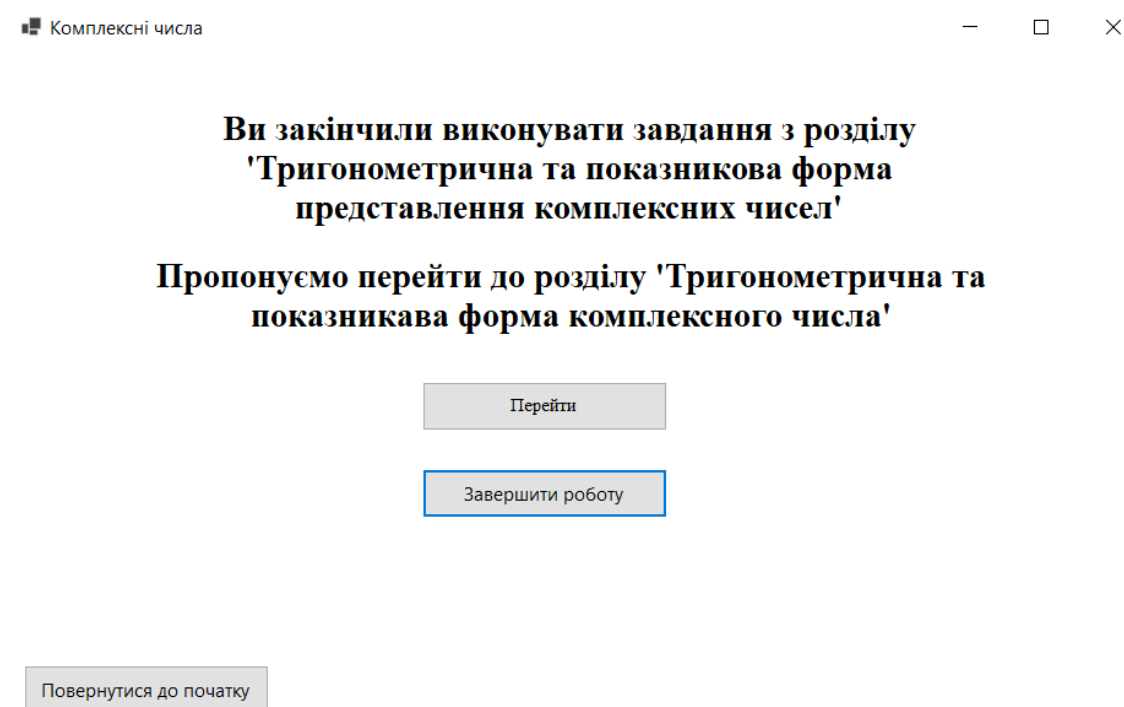


Рисунок 4.16 – Завершальне вікно після розділу «Тригонометрична та показникова форма представлення комплексних чисел»

4.3.Перевірка валідності. Дослідження можливостей програмної реалізації

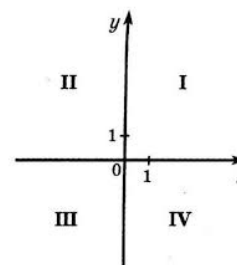
Після програмної реалізації навчального тренажера, було проведено перевірку всіх кроків алгоритму та роботи здатність програми на помилки. На рис. 4.17-4.20 продемонстрована перевірка питання з однією правильною відповіддю. На рис. 4.21-4.24 продемонстрована перевірка питання з декількома правильними відповідями. На рисунках 4.25-4.27 продемонстровано перевірку питання вибору відповіді з групи. На рисунках 4.28 та 4.29 продемонстровано перевірку роботи завдання з веденням відповіді в поля. А також на рисунках 4.30 та 4.31 перевірка роботи завдання з веденням відповіді до таблиці. Всі завдання також перевірені на англійській мові навчального тренажера.

■ Комплексні числа

— □ ×

Так як $a=1$, $b=1$, то визнаємо чверть. В якій чверті лежить число z ?

- ☒ I чверть
- ☐ II чверть
- ☐ III чверть
- ☐ IV чверть



Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.17 – Питання з вибором однієї відповіді, де обрана відповідь є вірною

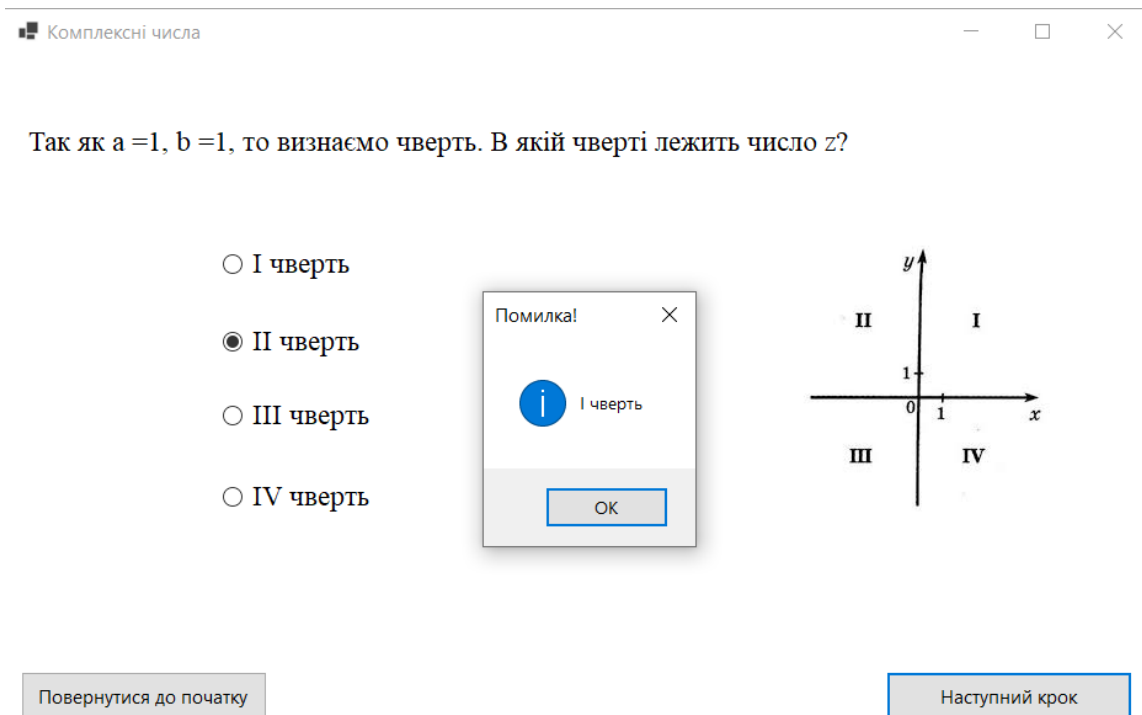


Рисунок 4.18 – Питання з вибором однієї відповіді, де обрана відповідь є невірною

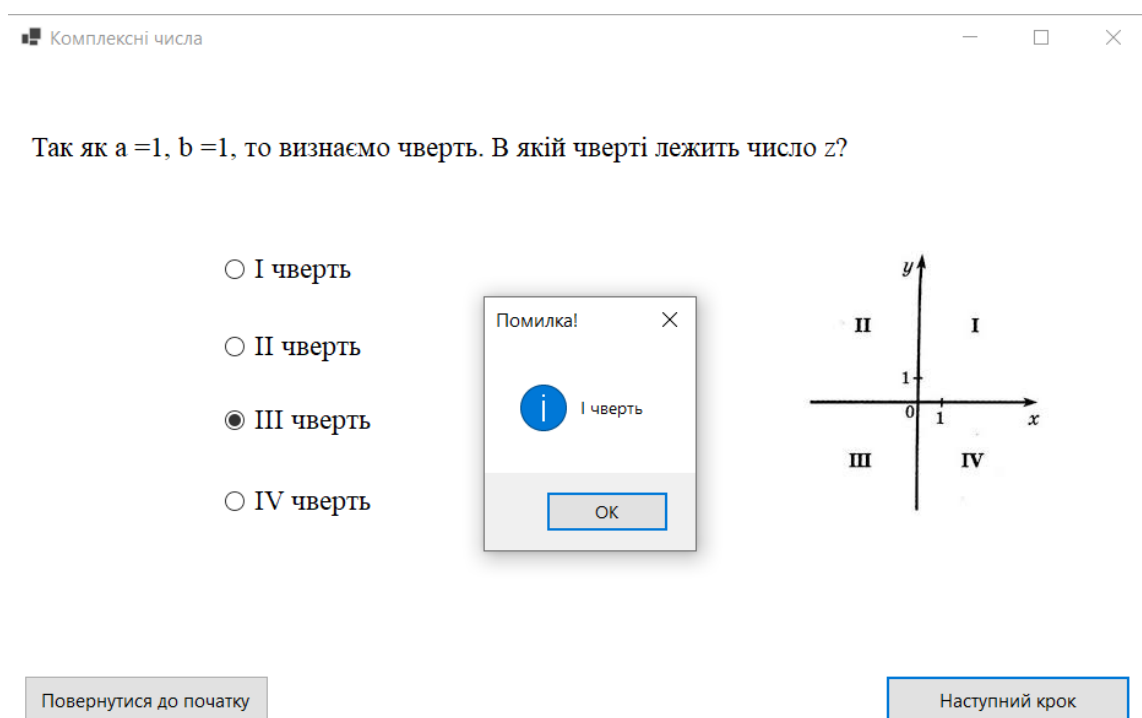
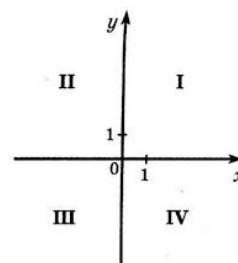


Рисунок 4.19 – Питання з вибором однієї відповіді, де обрана відповідь є невірною

Так як $a=1$, $b=1$, то визначмо чверть. В якій чверті лежить число z ?

- ☐ I чверть
- ☐ II чверть
- ☐ III чверть
- ☒ IV чверть



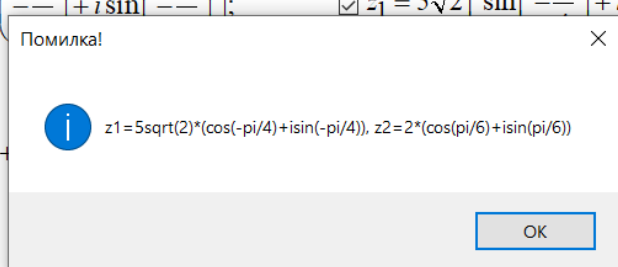
Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.20 – Питання з вибором однієї відповіді, де обрана відповідь є невірною

Оберіть вірну тригонометричну форму чисел z_1 та z_2 .

- ☒ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$ ☒ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$
- ☐ $z_2 = 2 \left(\cos\frac{\pi}{6} + i \sin\frac{\pi}{6} \right);$ ☐ $z_2 = 2 \left(\sin\frac{\pi}{6} + i \cos\frac{\pi}{6} \right);$



Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.21 – Питання з вибором декількох відповідей, де обрані відповіді є невірні

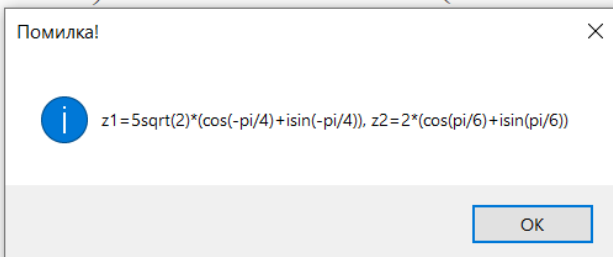
Оберіть вірну тригонометричну форму чисел z_1 та z_2 .

☒ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$

☐ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$

☐ $z_2 = 2 \left(\cos\frac{\pi}{6} + i \sin\frac{\pi}{6} \right);$

☒ $z_2 = 2 \left(\sin\frac{\pi}{6} + i \cos\frac{\pi}{6} \right).$



Повернутися до початку

Наступний крок

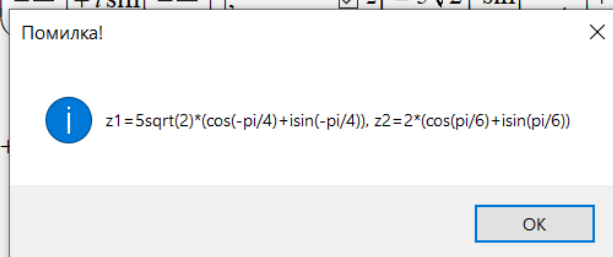
Рисунок 4.22 – Питання з вибором декількох відповідей, де обрані відповіді є невірні

Оберіть вірну тригонометричну форму чисел z_1 та z_2 .

☐ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$

☒ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$

☒ $z_2 = 2 \left(\cos\frac{\pi}{6} + i \sin\frac{\pi}{6} \right);$



Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.23 – Питання з вибором декількох відповідей, де обрані відповіді є невірні

Оберіть вірну тригонометричну форму чисел z_1 та z_2 .

☒ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$

☐ $z_1 = 5\sqrt{2} \left(\sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) + i \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) \right);$

☒ $z_2 = 2 \left(\cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6} \right);$

☐ $z_2 = 2 \left(\sin \frac{\pi}{6} + i \cos \frac{\pi}{6} \right).$

Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.24 – Питання з вибором декількох відповідей, де обрані відповіді є вірні

Завдання 1.

Обчислити вираз $z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i)$. Оберіть компоненти розв'язку

$$z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i) = -11 + 22i + 23i - 46i^2 = -35 + 45i$$

Спочатку оберіть першу частину

☐ $-46 + 23i + 22i - 11i^2 =$

☒ $-11 + 22i + 23i - 46i^2 =$

Оберіть результат розв'язку

☒ $-35 + 45i$

Повернутися до початку

Помилка!



$z = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i) = (-20 - 4i + 15i + 3i^2)(2 - i) = (-23 + 11i)(2 - i)$

ОК

Рисунок 4.25 – Питання з вибором відповіді із групи, де обрані відповіді є невірні

Комплексні числа

Завдання 1.

Обчислити вираз $z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i)$. Оберіть компоненти розв'язку

$$z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i) = -46 + 23i + 22i - 11i^2 = 45 - 35i$$

Спочатку оберіть першу частину

☒ $-46 + 23i + 22i - 11i^2 =$

Оберіть результат розв'язку

☐ $-35 + 45i$

☒ $45 - 35i$

Помилка!

 $z = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i) = (-20 - 4i + 15i + 3i^2)(2 - i) = (-23 + 11i)(2 - i)$

OK

Наступний крок

Рисунок 4.26 – Питання з вибором відповіді із групи, де обрані відповіді є невірні

Комплексні числа

Завдання 1.

Обчислити вираз $z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i)$. Оберіть компоненти розв'язку

$$z_1 = (-4 + 3i)(5 + i)(2 - i) = -46 + 23i + 22i - 11i^2 = -35 + 45i$$

Спочатку оберіть першу частину

☒ $-46 + 23i + 22i - 11i^2 =$

☐ $-11 + 22i + 23i - 46i^2 =$

Оберіть результат розв'язку

☒ $-35 + 45i$

☐ $45 - 35i$

Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.27 – Питання з вибором відповіді із групи, де обрані відповіді є вірні

Знайти дійсну та уявну частини комплексного числа $z = \frac{4-3i}{(3-2i)(2+i)}$

$$z = \frac{4-3i}{(3-2i)(2+i)} = \frac{35-20i}{65} = \frac{7}{13} - \frac{4}{13}i$$

Дані ввести наступного вигляду: $1/2$ або $-1/2$

a=

b=

Помилка!



Числа виду $(a+bi)$, де a та b є двома дійсними числами, які називаються комплексними. Число a називається дійсною частиною, а bi - уявною частиною комплексного числа.

×

[Повернутися до початку](#)

OK

[Наступний крок](#)

Рисунок 4.28 – Питання з веденням відповіді до поля, де відповіді є невірні

Знайти дійсну та уявну частини комплексного числа $z = \frac{4-3i}{(3-2i)(2+i)}$

$$z = \frac{4-3i}{(3-2i)(2+i)} = \frac{35-20i}{65} = \frac{7}{13} - \frac{4}{13}i$$

Дані ввести наступного вигляду: $1/2$ або $-1/2$

a=

b=

[Повернутися до початку](#)

[Наступний крок](#)

Рисунок 4.29 – Питання з веденням відповіді до поля, де відповіді є вірні

Завдання 3.

Для заданих чисел знайти: спряжені, протилежні та обернені числа

$$z_1 = 3, z_2 = -3i, z_3 = 4 - 5i, z_4 = -5 + 6i$$

Дані ввести наступного вигляду: 1 / 2 або - 1 / 2

z	Спряжені z	Протилежні z	Обернені z
$z=3$	3	-3	1/3
$z=-3i$	3i	3i	1/-3i
$z=4-5i$	4+5i	-4+5i	1/4-5i
$z=-5+6i$	-5-6i	5-6i	1/-5+6i

Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.30– Питання з веденням відповіді до таблиці, де відповіді є вірні

Завдання 3.

Для заданих чисел знайти: спряжені, протилежні та обернені числа

Помилка!



Спряженим числом називаються два числа, які мають таку саму дійсну частину та протилежні за знаком уявну частину. Протилежними числами називається два числа, які відрізняються одне від одного лише знаками. Обернене число для x позначається $1/x$.

OK

$z=4-5i$	4+5i	-4+5i	1/4-5i
$z=-5+6i$	-5-6i	5-6i	1/-5+6i

Повернутися до початку

Наступний крок

Рисунок 4.31– Питання з веденням відповіді до таблиці, де відповіді є невірні

4.4. Необхідна користувачу програми інструкція

Для запуску навчального тренажера користувачу (студентові), необхідно завантажити на персональний комп'ютер файл з розширенням «.exe» з дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2».

Після запуску завантаженого навчального тренажера, необхідно обрати мову інтерфейсу для зручного користування (українська або англійська), через меню-групу в нижній правій частині.

Після чого обрати розділ із завданнями, а саме «Тригонометрична та показникова форма представлення комплексного числа» чи «Комплексні числа та дії над ними». Кожен розділ містить завдання в яких необхідно обрати відповідь з групи, обрати одну вірну відповідь або декілька, заповнити поле самостійно, а також заповнити таблицю.

Після проходження одного з розділів користувач (студент) може повернутися до початку, вийти з навчального тренажера або ж перейти відразу до другого розділу та перевірити свої знання.

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи було алгоритмізовано та програмно реалізовано тренажер з теми «Комплексні числа» дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2».

Виконанні основні завдання роботи, а саме:

- Описано постановку задачі розробки навчального тренажера.
- Описано огляд навчальних тренажерів, які мають аналогічне завдання до обраної теми.
- Наведено основні означення та поняття з теми «Комплексні числа» для використання в навчальному тренажері.
- Розроблено алгоритм тренажера та розроблено його блок-схему.
- Описано процес реалізації основних етапів розробки навчального тренажера.
- Перевірено працездатність роботи розробленого навчального тренажера з наведенням прикладів.
- Описано користувацьку інструкцію.

Алгоритм, розроблено згідно з лекціями з дистанційного навчального курсу «Алгебра та геометрія. Частина 2» [1-4].

Для вивчення теми «Комплексні числа» в дистанційному курсі «Алгебра та геометрія. Частина 2» іноземним студентам було розроблено можливість зміни мови навчального тренажера.

Початковий екран містить тему тренажера, інформацію про розробника, можливість зміни мови тренажера. Реалізовано перехід до обраного блоку з питаннями.

На кожному кроці алгоритму реалізовано виведення умови завдання та варіанти відповідей або поля для введення. При помилці проінформовано студента та надається допомога у вирішенні завдання.

Створений навчальний тренажер впроваджено в дистанційне навчання ПУЕТ в дистанційний навчальний курс «Алгебра та геометрія. Частина 2» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Результат розробки програмного забезпечення були представлені на науковому семінарі «Комп'ютерні науки і прикладна математика» в 2021 році (ПУЕТ). Опублікована магістерська стаття в Полтавському університеті економіки та торгівлі у навчально-науковому інституті денної освіти. Результат розробки представлені на VII Всеукраїнському науково-практичному Інтернет-конференції молодих учених та студентів «Новітні інформаційно-комунікаційні технології в освіті» в 2021 році (ПНПУ ім. В. Г. Короленка).

СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Черненко О. О. Лекція №19 Комплексні числа та операції над ними. Комплексні числа. Алгебра та геометрія. Частина 2.: конспект лекцій для спеціальності 122 денної форми навчання [Електронний ресурс] / О. О. Черненко. – Полтава: ММСІ, ПУЕТ, 2020 – 5с.
2. Черненко О. О. Лекція №20 Тригонометрична та показникова форми представлення комплексних чисел. Комплексні числа. Алгебра та геометрія. Частина 2.: конспект лекцій для спеціальності 122 денної форми навчання [Електронний ресурс] / О. О. Черненко. – Полтава: ММСІ, ПУЕТ, 2020 – 5с.
3. Черненко О. О. Практичне заняття до лекції №19 Комплексні числа та операції над ними. Комплексні числа. Алгебра та геометрія. Частина 2.: конспект лекцій для спеціальності 122 денної форми навчання [Електронний ресурс] / О. О. Черненко. – Полтава: ММСІ, ПУЕТ, 2020 – 4с.
4. Черненко О. О. Практичне заняття до лекції №20 Тригонометрична та показникова форми представлення комплексних чисел. Комплексні числа. Алгебра та геометрія. Частина 2.: конспект лекцій для спеціальності 122 денної форми навчання [Електронний ресурс] / О. О. Черненко. – Полтава: ММСІ, ПУЕТ, 2020 – 7с.
5. 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.
6. Гребенюк Д. С. Програмне забезпечення для тренажера з теми «Нормальні алгоритми» дистанційного навчального курсу «Теорія алгоритмів» / Д. С. Гребенюк, О. О. Черненко. – Полтава: Кафедра ММСІ, ПУЕТ, 2019 – 3 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/7040/1/Тези%20Гребенюк.pdf>
7. 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.

8. Шарп Джон Microsoft Visual C#. Подробное руководство. 8-е изд. – СПб.: Питер, 2017. – 848 с. – (Серия «Библиотека программиста»). ISBN 978-5-496-02372-6

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

10. Графический интерфейс пользователя [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Графический_интерфейс_пользователя – Название с экрана

11. Джек Фолк. Тестування програмного забезпечення / Дж. Фолк – М.: ДиаСофт, 2001. – 538 с.

12. Клыков В. В. Интерактивные компьютерные тренажеры по математическим дисциплинам : Дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / В.В. Клыков. – Томск, 2005. – 158 с.

13. Сравнение C Sharp и Java [Электронный ресурс] / Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сравнение_C_Sharp_и_Java

14. C# против Java: какой язык программирования общего назначения выбрать? [Электронный ресурс] — Режим доступу: https://itvdn.com/ru/blog/article/csharp_vs_java

15. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання: ДСТУ 7.1-2006. – [Чинний від 2007-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 47 с.