ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО СВЯЗИ

[*ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ"*](http://www.list-org.com/search.php?type=name&val=%D0%9E%D0%A0%D0%94%D0%95%D0%9D%D0%90%20%D0%A2%D0%A0%D0%A3%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%9E%D0%93%D0%9E%20%D0%9A%D0%A0%D0%90%D0%A1%D0%9D%D0%9E%D0%93%D0%9E%20%D0%97%D0%9D%D0%90%D0%9C%D0%95%D0%9D%D0%98%20%D0%A4%D0%95%D0%94%D0%95%D0%A0%D0%90%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%9E%D0%95%20%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A3%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%A1%D0%A2%D0%92%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%9E%D0%95%20%D0%91%D0%AE%D0%94%D0%96%D0%95%D0%A2%D0%9D%D0%9E%D0%95%20%D0%9E%D0%91%D0%A0%D0%90%D0%97%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%A2%D0%95%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%9E%D0%95%20%D0%A3%D0%A7%D0%A0%D0%95%D0%96%D0%94%D0%95%D0%9D%D0%98%D0%95%20%D0%92%D0%AB%D0%A1%D0%A8%D0%95%D0%93%D0%9E%20%D0%9E%D0%91%D0%A0%D0%90%D0%97%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%AF%20%20%D0%9C%D0%9E%D0%A1%D0%9A%D0%9E%D0%92%D0%A1%D0%9A%D0%98%D0%99%20%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%98%D0%A7%D0%95%D0%A1%D0%9A%D0%98%D0%99%20%D0%A3%D0%9D%D0%98%D0%92%D0%95%D0%A0%D0%A1%D0%98%D0%A2%D0%95%D0%A2%20%D0%A1%D0%92%D0%AF%D0%97%D0%98%20%D0%98%20%D0%98%D0%9D%D0%A4%D0%9E%D0%A0%D0%9C%D0%90%D0%A2%D0%98%D0%9A%D0%98)

*(МТУСИ)*

*Реферат на тему:*

*«*Разработка приложения для работы с комплексными числами»

Работу выполнила

студентка 2 курса

БИН1707

Болотская Мария

Научный руководитель:

*ассистент кафедры ИБ*

**Барков В. В.**

*Москва, 2019*

**Введение**

Комплексные числа были введены в математику для того, чтобы сделать возможной операцию извлечения квадратного корня из любого действительного числа.

Целью курсовой работы является разработка приложения для работы с комплексными числами, представленными в арифметической форме.

В программе должны быть реализованы следующие операции по работе с комплексными числами:

* сложение двух комплексных чисел;
* вычитание двух комплексных чисел;
* умножение двух комплексных чисел;
* деление двух комплексных чисел;
* нахождение n-ой степени комплексного числа;
* вычисления модуля комплексного числа.
* Для достижения целей были поставлены следующие задачи:
* изучение предметной области;
* изучение концепции объектно-ориентированного программирования;
* изучение существующих аналогичных программ;
* создание иерархии классов;
* поиск алгоритма программы;
* реализация алгоритма;
* тестирование программы.

**Глава 1. Описание предметной области**

Комплексным числом называется выражение вида:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1) |

где число а называется действительной частью комплексного числа, bi-мнимой частью этого числа, b- коэффициентом мнимой части комплексного числа [1]. Суммой двух комплексных чисел

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2) |
|  | (1.3) |

называется комплексное число

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.4) |

Комплексное число равно нулю тогда, когда его действительная часть и коэффициент мнимой части равны нулю, т.е.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.5) |

если. Действительные числа являются частным случаем комплексных чисел. Если , то



действительное число.

|  |  |
| --- | --- |
| (1.5) |  |

Если , то



|  |  |
| --- | --- |
| (1.6) |  |

мнимое число.

Для комплексных чисел справедливы переместительный и сочетательный законы сложения. Их справедливость следует из того, что сложение комплексных чисел по существу сводится к сложению действительных частей и коэффициентов мнимых частей, а они являются действительными числами, для которых справедливы указанные законы.

Вычитание комплексных чисел определяется как действие, обратное сложению: разностью двух комплексных чисел

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.7) |
|  | (1.8) |

называется комплексное число

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.9) |

которое в сумме с вычитаемым дает уменьшаемое. Отсюда, исходя из определения сложения и равенства комплексных чисел получим два уравнения, из которых найдем, что

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | (1.10) | |
| . | | (1.11) | |

Произведение комплексных чисел

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.12) |

называется комплексное число

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | (1.13) | |
| . | | (1.14) |

Для умножения комплексных чисел также справедливы переместительный и сочетательный законы, а также распределительный закон умножения по отношению к сложению.

Деление комплексных чисел определяется как действие, обратное умножению. Конкретное правило деления получим, записав частное в виде дроби и умножив числитель и знаменатель этой дроби на число, сопряженное со знаменателем:

|  |  |
| --- | --- |
| = .= | (1.15) |

Модулем комплексного числа называется длина вектора, соответствующего этому числу:

|  |  |
| --- | --- |
| |z|= | (1.16) |

Возведение в степень комплексного числа делается ровно также, как и возведение в степень действительного числа. Надо лишь помнить, что мнимая единица в квадрате равна минус единице:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.17) |

В настоящее время существует большое количество онлайн-сервисов для выполнения операций над комплексными числами. Это webmath.ru, mathsolution.ru, matemonline.com и т.д. Большинство из них выполняют базовые арифметические функции над комплексными числами.

**Глава 2. Описание классов**

Для реализации алгоритма используются следующие классы: Form1, Number и два наследующих класса RationalNumberOperation и ComplexNumber. (Рисунок.2.1 и Рисунок.2.2).



Рисунок 2.1 - Класс Form1



Рисунок 2.2 - Класс Number и два наследующих класса RationalNumberOperation и ComplexNumber

Описание созданных классов приведено в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Классы

|  |  |
| --- | --- |
| Класс | Назначение |
| Form1 (Рисунок.1.1) | Отвечает за работу главного окна приложения |
| Number(Рисунок.1.3) | Класс, от которого наследуются классы RationalNumberOperation и ComplexNumber. |
| RationalNumberOperation(Рисунок.1.4) | Класс для реализации действительной части комплексного числа. |
| ComplexNumber(Рисунок.1.5) (см. Приложение 1) | Класс для реализации мнимой единицы и операций над комплексными числами. [2] |

Поля классаForm1представлены на Рисунке 2.1: Это поля, хранящие значения действительной и мнимой частей комплексных чисел.

Методы класса Form1 приведены в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Методы класса Form1

|  |  |
| --- | --- |
| Метод | Назначение |
| Secondnumber (параметры отсутствуют) | Активация поля второго комплексного числа |
| Zamena (параметры отсутствуют) | Замена значения первого комплексного числа на значение второго. |
| Calculate (параметры отсутствуют) | Возвращение результата вычислений. |

Абстрактный класс Numberс модификатором доступа public (Рисунок 2.3).

Поля:

не имеет полей.

Методы класса Number представлены в Таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Методы класса Number

|  |  |
| --- | --- |
| Метод | Назначение |
| Info | пустой метод для переопределения в наследующих классах. |



Рисунок 2.3 - Класс Number

Класс RationalNumberOperation(модификатор доступа public-Рисунок 2.4).

Поля:действительная часть комплексного числа (модификатор доступа protected).

Свойства:- управляет доступом к полю re (модификатор доступа public).

Методы класса RationalNumberOperation представлены в Таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Методы класса RationalNumberOperation

|  |  |
| --- | --- |
| Метод | Назначение |
| Info | Переопределенный метод Info для вывода информации о действительной части комплексного числа. |
| RationalNumberOperation (спараметром Double n) | Инициализация поля re. |
| ~RationalNumberOperation() | Деструктор.[3] |



Рисунок 2.4 - КлассRationalNumberOperation

Класс ComplexNumber (модификатордоступаpublic - Рисунок 2.5).

Поля:- мнимая часть комплексного числа.

Свойства:- управляет доступом к полю im.

Методы класса ComplexNumber приведены в Таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Методы класса ComplexNumber

|  |  |
| --- | --- |
| Метод | Назначение |
| Abs(ComplexNumber cn) | Возвращает модуль комплексного числа |
| Delen(ComplexNumber cn1, ComplexNumber cn2) | Возвращает частное комплексных чисел |
| Summa(ComplexNumber cn1, ComplexNumber cn2) | Возвращает сумму комплексных чисел |
| Raznost(ComplexNumber cn1, ComplexNumber cn2) | Возвращает разность комплексных чисел |
| Pow (ComplexNumber cn, float n) | Возводит комплексное число в степень |
| Multiply (ComplexNumber cn1, ComplexNumber cn2) | Возвращает произведение комплексных чисел |
| Info | Переопределенный метод, выводит конечные данные о результатах вычислений (действительную и мнимую части). |
| operator \*(ComplexNumber a, ComplexNumber b) | Возвращает произведение комплексных чисел |
| ToString() | Возвращает значение действительной и мнимой частей. |
| ~ ComplexNumber | Деструктор. |
| ComplexNumber(Double re, Double im) : base(re) | Производит инициализацию поля im. | |



Рисунок 2.5 - Класс ComplexNumber

Обработка исключений

В целях воспрепятствования некорректной работе приложения предусмотрена обработка исключений типа ArgumentException. При возникновении этого исключения пользователь получает соответствующее оповещение: «Неверный формат данных!».

Собственные классы исключений



Рисунок 2.6 - Схема наследования классов исключений

- класс, являющийся наследующим для класса ApplicationExсeption и реализующий исключение, которое срабатывает при неверном задании аргумента (пользователь для обозначения десятичной дроби использовал точку, попытка ввода, как числа, так и литеры). Программа уведомляет пользователя об ошибке в записи комплексного числа.[4]

**3.1 Тестирование программы**

Тестирование программы было произведено рядом студентов, в ходе которого возникла исключительная ситуация:

операция вычисления модуля и возведения в степень производилась над первым числом z1,тогда как число z2 в это время оставалось активным. Это могло бы в будущем привести к непониманию пользователем результатов вычислений (модуль какого значения вычисляется). Ошибка была немедленно исправлена (обработка исключительных ситуаций в пункте Описание классов).

**3.2 Схема работы приложения**

Блок - схема работы приложения представлена на Рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 - Блок-схема работы приложения

**Глава 4. Интерфейс программы**

Программа должна обеспечить ввод с клавиатуры одного или двух комплексных чисел и вычисление требуемых параметров одного числа или осуществление арифметических операций с двумя числами.

Программа позволяет складывать, вычитать, умножать, делить комплексные числа и выводить результат. На форме располагаются шесть текстовых полей. Верхние четыре поля, для ввода чисел z1 и z2, а нижнее для вывода расчетов. В нижнем правом углу поле для указания в степени n (Рисунок 4.1).



Рисунок 4.1- Интерфейс программы

Инструкция пользователя

Вычисление модуля комплексного числа (Рисунок. 4.2):



Рисунок 4.2 - Вычисление модуля комплексного числа

Для ввода значения действительных и мнимых частей первого комплексного числа (z1) необходимо нажать на соответствующие текстовые окна. По умолчанию введены значения 1 и 2. При недоступном втором комплексном числе возможно только вычисление модуля и возведение в степень единственного значения. Для выбора соответствующей опции необходимо выбрать один из переключателей.[5] После нажатия кнопки «Вычислить» результат вычислений отображается в нижнем текстовом поле, также отображается информация о числе внизу решения.

Для активации полей ввода второго комплексного числа нужно нажать на флажок около значения z2 (Рисунок4.3) . После активации поля становятся доступными операции сложения, вычитания, умножения и деления.



Рисунок 4.3 - Вычисление суммы комплексных чисел

**Заключение**

программа тестирование комплексный число

В результате работы была разработана программа, которая осуществляет выполнение операций над комплексными числами.

Программа обеспечивает ввод с клавиатуры одного или двух комплексных чисел и вычисление требуемых параметров одного числа или осуществление арифметических операций с двумя числами.

**Список использованной литературы**

1. Комплексные числа и работа с ними. URL: http://www.dsplib.ru/content/complex/complex.html(дата обращения: 25.11.2014).
2. Ашарина И. В. Объектно-ориентированное программирование: лекции и упражнения : учеб. пособие//. - М: Горячая линия: Телеком, 2008. - 320с.
3. Основы объектно-ориентированного программирования. URL: http://professorweb.ru/my/csharp/charp\_theory/level3/3\_1.php (дата обращения: 20.11.2014).
4. Ушаков, М. Инструментарий разработчика C# [Текст] / М. Ушаков // Системный администратор. - 2013. - №10. - С. 85-91.

**Приложение**

: RationalNumberOperation

{im = 1f;Im

{

{im;

}

{= value;

}

}ComplexNumber() { }ComplexNumber(Double re, Double im) : base(re)

{= im;

}

~ComplexNumber();Abs(ComplexNumber cn)

{m = (float)Math.Sqrt(cn.Re \* cn.Re + cn.Im \* cn.Im);m;

}Summa(ComplexNumber cn1, ComplexNumber cn2)

{CN = newComplexNumber();.Re = cn1.Re + cn2.Re;.Im = cn1.Im + cn2.Im;CN;

}Raznost(ComplexNumber cn1, ComplexNumber cn2)

{CN = newComplexNumber();.Re = cn1.Re - cn2.Re;.Im = cn1.Im - cn2.Im;CN;

}Multipli(ComplexNumber cn1, ComplexNumber cn2)

{CN = newComplexNumber();.Re = cn1.Re \* cn2.Re - cn1.Im \* cn2.Im;.Im = cn1.Re \* cn2.Im + cn1.Im \* cn2.Re;CN;

}Delen(ComplexNumber cn1, ComplexNumber cn2)

{CN = newComplexNumber();.Re = (cn1.Re \* cn2.Re + cn1.Im \* cn2.Im) / (cn2.Re \* cn2.Re + cn2.Im \* cn2.Im);.Im = (cn1.Im \* cn2.Re - cn1.Re \* cn2.Im) / (cn2.Re \* cn2.Re + cn2.Im \* cn2.Im);CN;

}Pow(ComplexNumber cn, float n)

{CN = newComplexNumber(1, 0);(int i = 0; i < n; i++)= Multipli(CN, cn);CN;

}ToString()

{(this.Re + " + i" + this.Im).ToString();

}Info()

{"Действительнаячасть: " + re + "\nМнимаячаcть: " + im;

}\*(ComplexNumber a, ComplexNumber b)

{c = newComplexNumber();.Re = a.Re \* b.Re - a.Im \* b.Im;.Im = a.Re \* b.Im + a.Im \* a.Re;

return c;

}

}