***Программа и содержание***

***элективного курса по математике***

***«Комплексные числа»***

 ***Пояснительная записка***

Реализация элективных курсов преследует своей целью подготовку учащихся к ситуациям выбора направления дальнейшего образования. Элективные курсы в школе являются пропедевтическими и выполняют задачи практико - ориентированной помощи в приобретении личностного опыта выбора собственного содержания образования.

*Цели и категории учащихся.* Курс предназначен для подготовки учащихся 8-11 класса с ориентацией на естественно- математический профиль. Содержание учебного материала программы соответствует целям элективного курса и обладает новизной для учащихся.

*Актуальность курса* определяется тем, что учащиеся должны иметь представление не только о множествах натуральных, целых, рациональных и иррациональных чисел, но и о множестве комплексных чисел, которое в школьном курсе подробно не изучается.

 *Общие принципы отбора содержания материала курса:*

 - системность;

 - целостность;

 - объективность;

 - научность;

 - доступность для учащихся;

 - реалистичность с точки зрения возможности усвоения основного содержания курса за 8 – 11 часов.

 *Полнота содержания -* курс содержит все сведения, необходимые для достижения запланированных целей обучения.

*Инвариантность содержания -* курс применим для разных групп школьников, что достигается обобщенностью включенных в неё знаний, их отбором в соответствии с задачами предпрофильного обучения.

*Практическая направленность содержания -* содержание курса обеспечивает приобретение знаний и умений, необходимых для решения алгебраических уравнений и неравенств при любом значении неизвестной.

 *Систематичность содержания* обеспечивается логикой развёртывания учебного содержания.

*Реалистичность программы* выражается в том, что она может быть изучена за 8 – 10 часов в течение любого времени.

***Место курса в системе школьного математического образования.***

 Предлагается элективный курс в объеме 8 – 11 часов, который включается либо в конце учебного года , либо в течение года на факультативных или групповых занятиях.

Данный образовательный курс является источником знаний, который расширяет и углубляет базовый компонент.

Значимость, роль и место данного курса определяется также необходимостью подготовки учащихся к сдаче ЕГЭ и выбору профессиональной деятельности.

По замыслу автора, этот курс позволит полнее учесть интересы и профессиональные намерения старшеклассников, следовательно, сделать обучение более интересным для учащихся и, соответственно, получить более высокие результаты.

***Цели и задачи курса.***

*Воспитательные:* воспитывать любовь к предмету, чувство товарищеской взаимопомощи;

*Образовательные:* расширить, закрепить и систематизировать знания учащихся по изучению темы «Комплексные числа» в процессе решения уравнений и неравенств, выяснения вопросов подборки корней на разных множествах.

*Развивающие:* развить и выработать прочные умения и навыки использования изученного материала; развитие речи, мышления и способности наблюдать и делать выводы, составлять алгоритм отыскания корней уравнения и действий с комплексными числами в разных формах записи.

 ***Предполагаемые результаты изучения курса.***

Предлагаемый курс по математике должен помочь учащимся усвоить основные (базовые) математические понятия, действия над комплексными числами в разных формах записи, расширить базовый компонент.

***Уровень обязательной подготовки***

***определяется следующими требованиями:***

*-* знать и уметь правильно употреблять термины, связанные с понятием комплексного числа;

*-* уметь понимать смысл условий задач;

*-* уметь представлять комплексное число в алгебраической, геометрической, тригонометрической и показательной формах

-знать и уметь правильно переходить от одной формы записи к другой форме

- уметь пользоваться техникой решения задач

 -уметь пользоваться простейшими приёмами применения арифметических операций над комплексными числами

-уметь пользоваться справочным материалом для нахождения нужных формул и их использование при решении задач.

***Методы преподавания курса***

Методы преподавания определяются целями и задачами данного курса, направленного на формирование способностей учащихся.

Учащиеся овладевают математическими понятиями, способами математического исследования.

Важнейшим принципом методики изучения курса является постановка вопросов и заданий, позволяющих учителю и учащимся проверить уровень усвоения основных дидактических единиц и степень сформированности умений, приобретённых в процессе изучения курса. Это различные виды тестовых заданий и задания творческого характера.

***Методическое обеспечение***

1. Александров Б.И., Максимов В.М. и др.

 Пособие по математике для поступающих в вузы.. М., Издательство Московского университета, 1972 год.

1. Калнин Р.А.

 Алгебра и элементарные функции, М, «Наука», 1968 год.

***Тематическое планирование***

***элективного курса по математике***

 ***«Комплексные числа»***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***№*** | ***Содержание обучения (название темы)*** | ***колич часов*** | ***Тип занятия*** |
| **1** | **Алгебраическая форма комплексного числа****Геометрическое представление комплексного числа.****Действия над комплексными числами, записанными в алгебраической форме.** | 3 | 1-лекция2-практика |
| **2** | **Тригонометрическая форма комплексного числа.****Действия над комплексными числами, записанными в тригонометрической форме.** | 3 | 1-лекция1-практика1-комп.тестиров. |
| **3** | **Показательная форма комплексного числа.** | 1 |  1-лекция |
| **4** | **Задачи на комплексные числа.** | 2 | 2-практика |
| **5** | **Упражнения.** | 1 | 1-практика(комп.тестиров. |
| **6** | **Итоговая самостоятельная работа** | 1 | 1-практика (в форме комп.тест) |

 Всего: 11

***Содержание элективного курса***

 ***по математике «Комплексные числа»***

1. **Введение**
2. **Алгебраическая форма комплексного числа.**
* *Мнимая единица*
* *Действительная и мнимая части комплексного числа*
* *Равенство комплексных чисел*
1. **Геометрическое представление комплексного числа.**
* *Сопряженные комплексные числа*
* *Модуль комплексного числа*
1. **Действия над комплексными числами, записанными в алгебраической форме.**
* *Сложение комплексных чисел*
* *Вычитание комплексных чисел*
* *Умножение комплексных чисел*
* *Деление комплексных чисел*
* *Возведение в степень комплексного числа*
* *Извлечение квадратного корня из комплексного числа*
1. **Тригонометрическая форма комплексного числа.**
* *Аргумент комплексного числа*
1. **Действия над комплексными числами, записанными в тригонометрической форме.**
* *Умножение комплексных чисел*
* *Деление комплексных чисел*
* *Возведение в степень комплексного числа*
* *Извлечение квадратного корня из комплексного числа*
1. **Показательная форма комплексного числа.**
* *Межпредметные связи*
* *Применение показательной формы в электротехнике, радиотехнике, гидравлике и т.д.*
* *Первая формула Эйлера*
* *Вторая формула Эйлера*
* *Следствия из формул Эйлера*
1. **Задачи на комплексные числа.**
2. **Упражнения.**
3. **Итоговая самостоятельная работа** (в форме компьютерного тестирования)
4. **Введение.**

Речь пойдёт о новом классе математических объектов.

Одним из поводов введения новых чисел послужила задача решения квадратного уравнения вида *х2+ в2 = 0 при в  0.*

***Не всякое квадратное уравнение имеет корни***

***среди действительных чисел.***

Например, уравнение *х2+ 1= 0* или *х2= - 1* не имеет действительных корней, так как нет такого действительного числа, квадрат которого был бы равен *-1.*

1. **Алгебраическая форма комплексного числа.**

Введем новое число ***i -*** *мнимую единицу,* - обладающее тем свойством, что квадрат его равен -1**. *i2=-1***

**Числа вида *a+bi ,* где *а* и *в* – действительные числа,**

***i - мнимая единица,* называются комплексными.**

Число ***a*** называется ***действительной частью комплексного числа,***

 ***bi – мнимой частью комплексного числа.***

Комплексные числа удовлетворяют некоторым условиям, которые будут рассмотрены ниже.

**Два комплексных числа *z1=a1+ b1 i*  и  *z2=a2+b2 i*  называются равными, если равны их действительные части *а1=а2*  и мнимые части *в1=в2* соответственно.**

Действительные числа идентичны классу комплексных чисел вида *z=x+0i ,* т.е. множество комплексных чисел содержит в себе как часть (подмножество) все действительные числа, а также все мнимые числа; другими словами, действительные числа, а также мнимые числа представляют частные случаи комплексных чисел. Например,

5=5+0*i* (*а=5, в=0)*

*-3 i = 0+(-3) i*

*i =0+1 i*

*0=0+0 i*

Примечание 1. С помощью мнимой единицы  *i* может быть выражен квадратный корень из отрицательного числа. Например,



Примечание 2. Введение комплексных чисел делает возможным решение квадратных уравнений с отрицательным дискриминантом; например, уравнение  имеет два комплексных корня: .

1. **Геометрическое представление комплексного числа.**

Принято комплексное число *z= a+ bi* изображать точкой с координатой (*а; в*) на плоскости или соответствующим радиус-вектором; абсцисса этой точки равна действительной части *а*, ордината равна *в*, т.е. коэффициенту при мнимой единице. Всякому комплексному числу соответствует определенная точка на плоскости, и наоборот, всякой точке на плоскости соответствует определенное комплексное число (рис.1).

Таким образом, устанавливается взаимно однозначное соответствие между точками координатной плоскости *хОу* и множеством комплексных чисел.

**Два комплексных числа** *z= a+ bi* и *z= a- bi*

**называются сопряженными, если они отличаются**

**только знаком перед мнимой частью.**

Пара сопряженных комплексных чисел изображается точками, симметричными относительно оси абсцисс. На рисунке 2 точки М и М1 изображают комплексные числа 3+2*i* и 3-2*i*

**Модулем комплексного числа** *z= a+ bi*

 **называется действительное число **

В геометрическом истолковании модуль – это длина радиус – вектора. Причем, действительная часть *a* есть проекция **на *ОХ,* коэффициент *в* есть проекция **на *ОУ.*  Оба способа геометрического представления комплексных чисел равноценны, так как всякой точке на плоскости соответствует определённый радиус – вектор, и наоборот, всякому вектору, начало которого совпадает с началом координат, соответствует определённая точка – конец вектора.

Число ***r***  положительно и обращается в нуль лишь в том случае, когда *а*=0, *в*=0.

Модуль действительного числа есть абсолютная величина этого числа. Поэтому модуль комплексного числа называют еще и абсолютной величиной этого числа.

Примечание 3. Все комплексные числа, имеющие модуль, равный единице, изображаются точками единичного круга с центром в начале координат.

Например, числа  ,  , 

изображаются точками М1 , М2 , М3. (рис.3).

1. **Действия над комплексными числами, записанными в алгебраической форме.**
* ***Сложение комплексных чисел***

**Суммой двух комплексных чисел** ***z1=a1+ b1 i*  и  *z2=a2+b2 i* называется комплексное число *z= a+ bi* , действительная и мнимая части которого равны соответственно сумме действительных и мнимых частей слагаемых чисел *z1*  и  *z2* , т.е. *z=z1+z2=(a1+a2)+(b1+b2)i***

Примеры.

1. *(2+3i)+ (3-i)=(2+3)+(3-1) i=5+2i*
2. *(4-5i)+(2+5i)=6*
3. *(2т+пi)+(т-2пi)=3т-пi*

Из приведённых примеров видно, что сложение комплексных чисел проводится по обычным правилам сложения многочленов.

Из геометрического истолкования комплексных чисел как векторов следует, что сложение комплексных чисел проводится по правилам сложения векторов.

На рис.4 изображено сложение комплексных чисел *z1=3+2 i*  и  *z2=2+4i*

* ***Вычитание комплексных чисел***

Под **вычитанием** **из комплексного числа *z1=a1+ b1 i* другого комплексного числа *z2=a2+b2 i* подразумевается отыскание такого числа *z= a+ bi* , которое, будучи сложено с вычитаемым *z2* , даёт уменьшаемое *z1.***

При вычитании двух комплексных чисел отдельно вычитаются их действительные и мнимые части.

Пример.

1. *(3-2 i)-(1+3 i)=(3-1)+(-2-3) i=2-5 i*
2. *(-3+8 i)-(5+4 i)=-8+4 i*

В геометрическом истолковании вычитание комплексных чисел означает вычитание соответствующих им векторов.

* ***Умножение комплексных чисел***

Два комплексных числа *z1=a1+ b1 i*  и *z2=a2+b2 i* перемножаются по обычному правилу умножения многочленов; в полученном результате ***i2*** заменяется на ***-1*** и отделяется действительная часть от мнимой.

*(a1+ b1 i)(a2+b2 i)=a1 a2+a1b2 i+a2 b1i+b1 b2i2=(a1a2-b1b2)+* *(a2b1+a1b2)i*

Пример.

1. *(2-3 i)(3+5 i)=6-9 i+10 i-15 i2=6+ i-15(-1)=21+ i*
2. *(4+ i)2 i=8 i+2 i2=-2+8 i*

**Произведение двух сопряженных комплексных чисел**

**есть число действительное, равное квадрату их общего модуля.**

***(a+ bi)( a- bi)=a2+b2=r2***

* ***Деление комплексных чисел***

**Частным от деления двух комплексных чисел *z1=a1+ b1 i*  и *z2=a2+b2i* называется такое комплексное число  *х+уi ,* которое, будучи умножено на делитель, дает в произведении делимое.**

Проще этот результат можно получить умножением делимого и делителя на число, сопряженное делителю, т.е.

**

Этим правилом деления и будем руководствоваться в дальнейшем.

**Примеры.**

1) 

2) 

* ***Возведение в степень комплексного числа***

**Возведение комплексного числа в целую положительную степень производится по правилу возведения двучлена в соответствующую степень, так как оно представляет собой частный случай умножения одинаковых комплексных множителей.**

**Примеры.**

 

* ***Извлечение квадратного корня из комплексного числа***

Пусть требуется **извлечь квадратный корень из комплексного числа .** Это **значит, требуется найти такое комплексное число *х+уi* , квадрат которого равен .** Имеем ****

Проведя ряд вычислений, получим:

Для b>0 

Для b<0 

Но ниже будет показан другой, более удобный способ извлечения корня из комплексного числа.

1. **Тригонометрическая форма комплексного числа.**

Комплексное число *a+ bi* **,** не равное нулю на плоскости изображается радиус – вектором  причем длина этого вектора есть модуль комплексного числа ( см. рис.5) : 

**Угол  между положительным направлением оси ОХ и вектором , называется аргументом комплексного числа *a+ bi***

Если комплексное число равно нулю, то вектор обращается в точку и говорить о его направлении нет смысла. Поэтому считают, что число нуль не имеет аргумента.

Очевидно, что каждое комплексное число, не равное нулю, имеет бесконечное множество значений аргумента; эти значения отличаются друг от друга на целое число полных оборотов, т.е. на величину , где *k* –любое целое число.

По рисунку 5 имеем:

 , откуда 

**Выражение  называется тригонометрической формой комплексного числа.**

Для определения аргумента  пользуются формулами

, где 

**Примеры.**

1) Представить в тригонометрической форме число 



Следовательно, .

2)Представить в тригонометрической форме число 

Имеем:  , . 

Следовательно, 

3) Представить в тригонометрической форме число 1

Имеем *r=1 *

Следовательно, 

Или  , где Z

**6. Действия над комплексными числами, записанными в тригонометрической форме.**

* ***Умножение комплексных чисел***

Перемножим два комплексных числа:



Получим: , преобразовав, получим 

Результат показывает, что **модуль произведения равен произведению модулей сомножителей, а аргумент произведения равен сумме аргументов сомножителей**

* ***Деление комплексных чисел***

Найдем модуль и аргумент частного 

Умножим числитель и знаменатель правой части на , получим



Следовательно, **модуль частного равен частному модулей делимого и делителя, а аргумент частного равен разности аргументов делимого и делителя.**

Пользуясь этим правилом, можно показать, что



 Т.е. 

* ***Возведение в степень комплексного числа***

Так как *п-*я степень , где *п-* целое положительное число, представляет произведение *п* равных множителей, то по правилу умножения комплексных чисел и после преобразований , получим

 - **формула Муавра**

Если показатель является целым отрицательным , то и тут справедлива **формула Муавра** : 

* ***Извлечение квадратного корня из комплексного числа***

**Результат извлечения корня представляется следующим образом:**



**7. Показательная форма комплексного числа.**

В различных разделах современной математики , а также в её приложениях (электротехника, радиотехника, гидравлика и т.д.) применяется показательная форма комплексного числа. В основе показательной формы лежит формула Эйлера, устанавливающая связь между тригонометрическими функциями действительного аргумента и показательной функцией мнимого аргумента.

Формула Эйлера приводится без вывода

**Первая формула Эйлера** 

**Вторая формула Эйлера** 

Пример.

1) Представить в показательной форме комплексное число *z=3+4i*

Модуль 

Найдём аргумент 

Так как  , то  .Значит, *3+4i=5е*

2) Представить в показательной форме комплексное число 

Найдем модуль , аргумент найдем из соотношения 

Следовательно,  тогда 

3) Вычислить 

Имеем



**Из обеих формул Эйлера можно получить важные следствия.**

Почленно складывая равенства

 и  ,

Получим 

Почленно вычитая из первого второе, получим 

 Откуда  - **следствия из формул Эйлера**

эти равенства также называются формулами Эйлера;

Они выражают тригонометрические функции действительного аргумента через показательные функции мнимого аргумента. Последние равенства принимаются за определения косинуса и синуса комплексного аргумента.

 **8. Задачи на комплексные числа.**

**1. Вычислить:**

 *(3+5i) + (2+i) 2) (3+5i) – (2+i) 3) 5(2-3i)*

*(7-5i) + (7+5i) (7-5i) – (7+5i) -3(1+i)*

*(2+5i) + (-2+3i) (2+5i) – (-2+5i) i(4+5i)*

*(8-4i) + (-8+4i) (1+4i) – (-1-4i) i(1-i)*

*(-7+2i) + (7+2i) (-6+7i) – (-2-8i) (3-2i)(4-i)*

 *(5+3i) + (12+i) 2i – (3+i) (1-i)(2+i)*

*4i + (7+2i) 6 – (1+4i) (-6+2i)(-2+6i)*

*9 + (3-4i) (a+bi) – i (2-3i)(2+3i)*

 

 

 

**2) Разложить на пары комплексных множителей:**

 

**3) Возвести в степень:**

 

 

 

**4) Извлечь корень:**

 

**5) Построить точки, изображающие числа:**

 

**6) Построить слагаемые и сумму комплексных чисел:**

 *а) 3+4i и 5+3i; б)1-5i и 2+3i; в)-4+2i и 4+2i;*

 *г) 5+3i и 3+5i; д) 1-3i и 1+3i; е) -5+2i и 5+2i;*

**7) Построить уменьшаемое, вычитаемое и разность комплексных чисел:**

 *а)3+4i и 2+i; б)7-2i и 5-3i ; в) 4+5i и 5+4i;*

 *г)3+6i и 6+3i; д)6+3i и 3+6i; е )1-i и 3i;*

**8) Изобразить в виде векторов следующие числа:**

*1,5;-2;i;-3i;2+i;-2+i;2-i;-2-i*

**9) Найти комплексные корни следующих квадратных уравнений:**

 

**10) Найти модуль и аргумент чисел:**

а) *-3+2i* б) *-1-i*

*1-i 5+2i*

*-1+i 3-3i*

*-2i 4*

**11) Представить в тригонометрической форме числа:**

а) *i* б) *3+2i* в) *2+3i*

*-i 3+4i -12+5i*

*-3 3-4i -2-7i*

*2,5 8+5i 4-3i*

**12) Вычислить произведение:**



**13)Вычислить:**

а)  б)  в)

**14) Как расположены на плоскости комплексные точки z , для которых:**

а)  б) 

**15) Представить в показательной форме следующие комплексные числа:**

а)  б) 

**16) Перевести в алгебраическую форму:**



**17) Пользуясь равенством  , представить в**

 **показательной форме следующие числа:**



**18) Вычислить значения тригонометрических функций комплексного аргумента:**



**19) Доказать справедливость равенств:**

 

******

 ***Поурочное планирование курса***

**Занятие №1**

**Тема :** «**Алгебраическая форма комплексного числа.**

**Геометрическое представление комплексного числа.**

**Действия над комплексными числами, записанными в алгебраической форме»**

**Цель:** ввести понятия мнимой единицы, комплексного числа, действительных и мнимых частей, равенства комплексных чисел; сопряженных чисел, модуля комплексного числа, геометрической интерпретации комплексных чисел; определить правила арифметических действий над комплексными числами

**Форма проведения:** лекция

**Занятия №2-3**

**Тема:** **«Решение примеров»**

**Цель:** закрепление на практике лекционного материала

**Форма проведения:** практическое занятие

Перечень примеров для решения:

\***Вычислить:**

1) *(3+5i) + (2+i) 2) (3+5i) – (2+i) 3) 5(2-3i)*

*(7-5i) + (7+5i) (7-5i) – (7+5i) -3(1+i)*

*(2+5i) + (-2+3i) (2+5i) – (-2+5i) i(4+5i)*

*(8-4i) + (-8+4i) (1+4i) – (-1-4i) i(1-i)*

*(-7+2i) + (7+2i) (-6+7i) – (-2-8i) (3-2i)(4-i)*

 *(5+3i) + (12+i) 2i – (3+i) (1-i)(2+i)*

*4i + (7+2i) 6 – (1+4i) (-6+2i)(-2+6i)*

*9 + (3-4i) (a+bi) – i (2-3i)(2+3i)*

4) 

5) 

6) 

 \***Разложить на пары комплексных множителей:**

7) 

\* **Возвести в степень:**

8) 

9) 

10) 

\* **Извлечь корень:**

11) 

\* **Построить точки, изображающие числа:**

12) 

\* **Построить слагаемые и сумму комплексных чисел:**

13*) а) 3+4i и 5+3i; б)1-5i и 2+3i; в)-4+2i и 4+2i;*

 *г) 5+3i и 3+5i; д) 1-3i и 1+3i; е) -5+2i и 5+2i;*

**\* Построить уменьшаемое, вычитаемое и разность комплексных чисел:**

14) *а)3+4i и 2+i; б)7-2i и 5-3i ; в) 4+5i и 5+4i;*

 *г)3+6i и 6+3i; д)6+3i и 3+6i; е )1-i и 3i;*

\* **Изобразить в виде векторов следующие числа:**

15) *1,5;-2;i;-3i;2+i;-2+i;2-i;-2-i*

\* **Найти комплексные корни следующих квадратных уравнений:**

16) 

**Занятие №4**

**Тема :** «**Тригонометрическая форма комплексного числа.**

**Действия над комплексными числами, записанными в тригонометрической форме»**

**Цель:** ввести понятие аргумента комплексного числа, определить тригонометрическую форму комплексного числа; записать правила арифметических действий над комплексными числами

**Форма проведения:** лекция

**Занятие №5**

**Тема:** **«Решение примеров»**

**Цель:** закрепление на практике лекционного материала

**Форма проведения:** практическое занятие

Перечень примеров для решения:

**1) Найти модуль и аргумент чисел:**

а) *-3+2i* б) *-1-i*

*1-i 5+2i*

*-1+i 3-3i*

*-2i 4*

**2) Представить в тригонометрической форме числа:**

а) *i* б) *3+2i* в) *2+3i*

*-i 3+4i -12+5i*

*-3 3-4i -2-7i*

*2,5 8+5i 4-3i*

**3) Вычислить произведение:**



**4)Вычислить:**

а)  б)  в)

**5) Как расположены на плоскости комплексные точки z , для которых:**

а)  б) 

 **Занятие №6**

**Тема:** **«Решение примеров»**

**Цель:** закрепление на практике лекционного материала

**Форма проведения:** практическое занятие в форме

компьютерного тестирования

 **Занятие №7**

**Тема :** «**Показательная форма комплексного числа»**

**Цель:** ввести показательную форму комплексного числа, определить межпредметную связь; записать формулу Эйлера, устанавливающую связь между тригонометрическими функциями действительного аргумента и показательной функцией мнимого аргумента; научить использовать изученный материал в процессе решения задач.

**Форма проведения:** лекция

**Занятия №8-9**

**Тема:** **«Решение примеров»**

**Цель:** закрепление на практике лекционного материала

**Форма проведения:** практическое занятие

Перечень примеров для решения:

**1) Представить в показательной форме следующие комплексные числа:**

а)  б) 

**2) Перевести в алгебраическую форму:**



**3) Пользуясь равенством  , представить в**

 **показательной форме следующие числа:**



**4) Вычислить значения тригонометрических функций комплексного аргумента:**



**5) Доказать справедливость равенств:**

 

**Занятие №11 Итоговая самостоятельная работа**

**1. Разложить на комплексные множители:**

*а) 49+36i б) 5+3*

**2. Вычислить:**



**3. Представить в тригонометрической форме комплексные числа:**

*а) -3+3i б) *

**4.Представить в показательной форме комплексные числа:**

*а) -3+3i б) *

**5. Вычислить значения тригонометрических функций**

 **комплексного аргумента:**

*а) cos(1+3i) б) sin(-2i)*

***Словарь***

**Алгебраическая форма комплексного числа -** число вида *a+bi ,* где *а* и *в* – действительные числа, *i -* мнимая единица

**Аргумент комплексного числа *a+ bi* -** угол между положительным направлением оси ОХ и вектором, задающим комплексное число

**Математика –** наука о качественных и количественных изменениях окружающего мира. В переводе с греческого – «учусь через размышление»

**Мнимая единица** ***i*** - число, обладающее свойством  **

**Модуль комплексного числа** *z= a+ b -* действительное число 

**Муавр** - итальянский ученый –математик XIX века

**Показательная форма комплексного числа** - запись комплексного числа по формулам Эйлера (с помощью экспоненциальной постоянной)

**Сопряженные комплексные числа -** два числа *z= a+ bi* и *z= a- bi,*

 отличающиеся только знаком перед мнимой частью.

**Тригонометрическая форма комплексного числа** – выражение 

**Эйлер Леонард** – немецкий математик XIX века

Конец формы