

# Операции с КОМПЛЕКСНЫМИ ЧИСЛАМИ в MS Excel

Санина Алёна

Комплексные числа используются во многих приложениях математики. Теория функций комплексной переменной является мощным инструментом при применении математических методов в различных областях научной и инженерной деятельности.

# Представление комплексных чисел

- Комплексным числом называется выражения вида:  $z=x+iy$ ,  
где  $x$  и  $y$  – действительные числа,  
 $i$  - мнимая единица

Представление комплексного числа в таком виде является алгебраической формой комплексного числа

# ПРИМЕЧАНИЕ.

- Все функции работы с комплексными числами допускают для мнимой единицы обозначение "i" или "j", но не "I" или "J". Использование верхнего регистра приводит к ошибке #ЗНАЧ!. Все функции, в которых используются два и более комплексных числа, требуют, чтобы обозначение мнимой единицы было идентичным.

- Существуют также тригонометрическая и показательная формы.

$$z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi), \text{ Тригонометрическая форма}$$

$$z = re^{i\varphi}. \text{ Показательная форма}$$

Здесь  $r$  — модуль комплексного числа  $z$ :

$$r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2},$$

а  $\varphi$  — аргумент комплексного числа  $z$ :

$$\varphi = \operatorname{Arg}z = \arctg y/x.$$

# Сопряженные комплексные числа

- Числа  $z=x+iy$  и  $z=x-iy$  называются **сопряженными**

Два комплексных числа  $z_1 = x_1 + iy_1$  и  $z_2 = x_2 + iy_2$

называются **равными**, если равны их действительные и мнимые части.

В MS Excel комплексные числа вводятся в ячейки в алгебраическом формате  $x + yi$ . Если вещественная часть отрицательная, то перед числом ставится апостроф, а если значение мнимой части равно 1, то она все равно должна вводиться, например,  $'-3 + 1i$ . Для получения различных элементов комплексных чисел и их преобразований существует ряд функций: КОМПЛЕКСН, МНИМ.АВС, МНИМ.АРГУМЕНТ, МНИМ.ВЕЩ, МНИМ.СОПРЯЖ, МНИМ.ЧАСТЬ.

- Функции **МНИМ.ВЕЩ(компл\_число)** и **МНИМ.ЧАСТЬ(компл\_число)** определяют, соответственно, вещественную и мнимую части комплексного числа `компл_число`, представленного в алгебраической форме и записанного в одну ячейку в формате  $x+yi$



- Функции **МНИМ.ABS(компл\_число)** и **МНИМ.АРГУМЕНТ(компл\_число)** вычисляют, значения модуля и аргумента комплексного числа, представленного в алгебраической форме в формате  $x+yi$

- Функция **МНИМ.СОПРЯЖ** (**компл\_число**)  
вычисляет сопряженное комплексное число  
для комплексного числа, представленного в  
алгебраической в формате  $x+yi$

# Использование функции КОМПЛЕКСН

- ▣ **КОМПЛЕКСН(действительная\_часть, мнимая\_часть, [мнимая\_единица])**
- ▣ Преобразует коэффициенты при вещественной и мнимой частях комплексного числа в комплексное число в форме  $x + yj$  или  $x - yj$ .

# Аргументы функции КОМПЛЕКСН

- ▣ **Действительная\_часть** — обязательный аргумент. Действительная часть комплексного числа.
- ▣ **Мнимая\_часть** — обязательный аргумент. Мнимая часть комплексного числа.
- ▣ **Мнимая\_единица** — необязательный аргумент. Обозначение мнимой единицы в комплексном числе. Если аргумент "мнимая\_единица" опущен, используется суффикс "i".

# Замечания

- Если действительная\_часть не является числом, функция КОМПЛЕКСН возвращает значение ошибки #ЗНАЧ!.
- Если мнимая\_часть не является числом, функция КОМПЛЕКСН возвращает значение ошибки #ЗНАЧ!.
- Если мнимая\_единица не является ни "i", ни "j", функция КОМПЛЕКСН возвращает значение ошибки #ЗНАЧ!.

# Арифметические операции

- 1. Сумма(разность) комплексных чисел:

$$z_1 \pm z_2 = x_1 \pm x_2 + i(y_1 \pm y_2).$$

- 2. Произведение комплексных чисел:

$$z_1 z_2 = (x_1 x_2 - y_1 y_2) + i(x_1 y_2 + x_2 y_1).$$

# Арифметические операции

- 3. Деление двух комплексных чисел:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{(x_1x_2 + y_1y_2) + i(x_2y_1 - x_1y_2)}{x_2^2 + y_2^2} \quad (z_2 \neq 0).$$

- 4. Возведение комплексного числа в натуральную степень  $n$ :

$$z^n = r^n \cos n\varphi + ir^n \sin n\varphi.$$

- 5. Извлечение корня из комплексного числа:

$$\sqrt[n]{z} = \sqrt[n]{r} \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sqrt[n]{r} \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n},$$

где  $k = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ .

- В MS Excel для выполнения арифметических операций с комплексными числами предназначены функции **МНИМ.СУММ**, **МНИМ.РАЗН**, **МНИМ.ПРОИЗВЕД**, **МНИМ.ДЕЛ**, **МНИМ.СТЕПЕНЬ**, и **МНИМ.КОРЕНЬ**.



- ▣ **Функции МНИМ.СУММ(компл\_число 1; компл\_число 2;...) и МНИМ.ПРОИЗВЕД (компл\_число 1; компл\_число 2;...)** предназначены для вычисления суммы и произведения, соответственно, до 29 комплексных чисел (компл\_число 1; компл\_число 2;...), представленных в алгебраической форме.

- ▣ **Функции МНИМ.РАЗН (компл\_число 1; компл\_число 2;...) и МНИМ.ДЕЛ (компл\_число 1; компл\_число 2;...)** предназначены для вычисления разности и частного от деления двух комплексных чисел **(компл\_число 1; компл\_число 2;...)**, представленных в алгебраической форме;

- Функции **МНИМ.СТЕПЕНЬ(компл\_число; Число)** и **МНИМ.КОРЕНЬ(компл\_число; число2)** вычисляют целую или дробную степень (число) комплексного числа (компл\_число) и квадратный корень из комплексного числа (компл\_число), представленного в алгебраической форме.

# Функции комплексной переменной



Функция  $w=f(z)$ , где  $z=x+iy$  и  $w=u+iv$ ,  
определена, если известны две функции  
от двух действительных переменных:

$$u=u(x,y), \quad v=v(x,y)$$

Из большого числа функций комплексной переменной в Excel реализованы несколько функций, наиболее часто используемых на практике.

1. Экспоненциальная функция комплексной переменной  $e^z = e^x e^{iy} = e^x (\cos y + i \sin y)$ ,

реализованная в функции Excel-**МНИМ.ЕХР**

2. Функция натурального логарифма

$$\ln z = \ln \sqrt{x^2 + y^2} + i \operatorname{arctg} \frac{y}{x},$$

которой соответствует функция **МНИМ.LN**

3. Функция десятичного логарифма

$$\lg z = \lg e \ln z,$$

осуществляет функция **МНИМ.LOG10**

4. Функция логарифма по основанию 2

$$\log_2 z = \log_2 e \ln z,$$

осуществляется функцией **МНИМ.LOG2.**



## 5. Функции синуса и косинуса

$$\sin z = \sin x \operatorname{chy} + i \cos x \operatorname{shy}, \quad \cos z = \cos x \operatorname{chy} - i \sin x \operatorname{shy},$$

СООТВЕТСТВЕННО

**МНИМ. SIN**

**МНИМ. CO  
S**

Здесь ***shy*** и ***chy*** - гиперболические функции синуса и косинуса:

$$\operatorname{shy} = \frac{e^y - e^{-y}}{2};$$

$$\operatorname{chy} = \frac{e^y + e^{-y}}{2}.$$

- Все специальные функции Excel, реализующие названные функции комплексной переменной имеют единственный параметр - **КОМПЛ\_ЧИСЛО**.

**Компл\_число** - это комплексное число в алгебраической форме, которое является переменной  $z$  для соответствующей функции. Результатом вычислений также является комплексное число в алгебраической форме.