

# Лекция 2

Свойства арифметической прогрессии

# Свойства арифметической прогрессии

1. Пусть  $\{a_n\}$  - арифметическая прогрессия; тогда ее  $n$  - й элемент можно задать формулой

$$a_n = a_1 + d \cdot (n - 1).$$

Доказательство:

Вспомним определение арифметической прогрессии:

$$a_1 = a, \quad a_{n+1} = a_n + d \quad (1)$$

Найдем разность двух соседних членов прогрессии – перенесем  $a_n$  из правой части

выражения в левую со знаком минус, и получим равенство:

$$a_{n+1} - a_n = d \quad (2)$$

Это равенство должно выполняться для любого значения  $n$ . Будем проверять, будет ли выполняться равенство (2)  $a_{n+1} = a_1 + d(n+1-1)$   $a_n = a_1 + d \cdot (n - 1)$

Найдем разность членов  $a_{n+1}$  и  $a_n$

$$a_{n+1} - a_n = a_1 + dn - a_1 - d(n-1) = a_1 + dn - a_1 - dn + d = d \quad (3)$$

Значение выражения (3) совпало со значением выражения (2),  
Следовательно, формула  $n$ -ного члена арифметической прогрессии является верной.

2. Пусть  $\{a_n\}$  - арифметическая прогрессия; если  $n + m = k + p$ , то

$$a_n + a_m = a_k + a_p$$

Доказательств используя свойство 1, запишем выражения для n-го, m-го, k-го, p-го:

Членов прогрессии:

$$a_n = a_1 + d \cdot (n - 1), \quad a_k = a_1 + d \cdot (k - 1),$$

$$a_m = a_1 + d \cdot (m - 1), \quad a_p = a_1 + d \cdot (p - 1),$$

Найдем сумму членов  $a_n$  и  $a_m$

$$a_n + a_m = (a_1 + d \cdot (n - 1)) + (a_1 + d \cdot (m - 1)) = 2a_1 + d(n + m - 2);$$

Аналогично запишем выражение для суммы  $a_k +$

$a_p$ :

$$a_k + a_p = (a_1 + d \cdot (k - 1)) + (a_1 + d \cdot (p - 1)) = 2a_1 + d(k + p - 2);$$

так как по условию  $n + m = k + p$ , то получаем  $a_n + a_m = a_k + a_p$ , ЧТД.

ПРИМЕ если  $\{a_n\}$  - арифметическая прогрессия, то

Р:

$$a_1 + a_{20} = a_2 + a_{19} = a_3 + a_{18} = \dots = a_{10} + a_{11}$$

Согласно свойству

2:

$$a_1 + a_{20} = a_2 + a_{19} = a_3 + a_{18} = \dots = a_{10} + a_{11}$$

Какие выражения можно вставить в данное выражение вместо знака ....?

Отве  $a_4 + a_{17} = a_5 + a_{16} = a_6 + a_{15} =$

т:

Продолжите  
равенство

# Формула суммы

3. Формула суммы  $n$  элементов арифметической прогрессии:

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n$$

Доказательств

о:

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-2} + a_{n-1} + a_n$$

так как  $1 + n = 2 + (n - 1)$ , то получаем  $a_1 + a_n = a_2 + a_{n-1}$ ,

так как  $1 + n = 3 + (n - 2)$ , то получаем  $a_1 + a_n = a_3 + a_{n-2}$ ,

...

$n$  элементов составляют  $\frac{n}{2}$  пар, каждая пара дает значение  $a_1 + a_n$ , вся сумма

$$S_n = \frac{n}{2} (a_1 + a_n) = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n$$

ЗАМЕЧАНИЕ: принято  
обозначать

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = \sum_{i=1}^n a_i$$

# Задачи(А)

Задача 1. В арифметической прогрессии  $\{a_n\}$  дано:  $a_1 = 3; d = 4;$   
найти пять первых элементов и сумму двадцати элементов  $S_{20}$ .

Задача 2(Гаусса). Найти сумму всех натуральных чисел от 1 до 100.

Задача

Найти сумму десяти элементов арифметических прогрессий из примеров:

a)  $2, 5, 8, 11, 14, 17, \dots;$

b)  $17, 14, 11, 8, 5, 2, -1, -4, \dots;$

c)  $8, 8, 8, 8, \dots, 8, \dots;$

Задача 1(А). В арифметической прогрессии  $\{a_n\}$  дано  $a_1 = 3$ ;  $d = 4$ ;  
найти пять первых элементов и сумму двадцати элементов  $S_{20}$ .

РЕШЕНИ  $a_1 = 3$ ;  $a_{n+1} = a_n + d$ ,  $n = 1, 2, 3, 4$ ;

Е:

$$a_2 = a_1 + d = 3 + 4 = 7;$$

$$a_3 = a_2 + d = 7 + 4 = 11;$$

$$a_4 = a_3 + d = 11 + 4 = 15;$$

$$a_5 = a_4 + d = 15 + 4 = 19.$$

Формула суммы  $n$  элементов арифметической прогрессии:

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n$$

для  $n = 20$  имеет вид:

$$S_{20} = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{20} = \sum_{i=1}^{20} a_i = \frac{a_1 + a_{20}}{2} \cdot 20$$

Вычислим  $a_{20}$  не рекуррентным способом, а по формуле  $n$ -го элемента

$$a_n = a_1 + d \cdot (n - 1) \Rightarrow a_{20} = a_1 + d \cdot (20 - 1); a_{20} = 3 + 4 \cdot 19 = 79;$$

тогда  $S_{20} = \frac{3 + 79}{2} \cdot 20 = 82 \cdot 10 = 820.$

а

ОТВЕ 3, 7, 11, 15, 19;  $S_{20} = 820.$

Т:

Задача 3(А). Найти сумму десяти элементов арифметических прогрессий из примеров:

$$a) 2, 5, 8, 11, 14, 17, \dots \quad a_1 = 2; a_{n+1} = a_n + 3; d = 3;$$

$$b) 17, 14, 11, 8, 5, 2, -1, -4 \dots \quad a_1 = 17; a_{n+1} = a_n + (-3); d = -3;$$

$$c) 8, 8, 8, 8, \dots, 8, \dots \quad a_1 = 8; a_{n+1} = a_n + 0; d = 0;$$

РЕШЕНИЕ Если в формулу суммы  $n$  элементов арифметической прогрессии:  
Е:

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n$$

подставить вместо  $a_n$  его выражение  $a_n = a_1 + d \cdot (n - 1)$ , то получим:

$$S_n = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n = \frac{a_1 + a_1 + d \cdot (n - 1)}{2} \cdot n = \frac{2a_1 + d \cdot (n - 1)}{2} \cdot n$$

$$a) S_{10} = \frac{2 \cdot 2 + 3 \cdot 9}{2} \cdot 10 = 31 \cdot 5 = 155.$$

$$b) S_{10} = \frac{2 \cdot 17 - 3 \cdot 9}{2} \cdot 10 = 7 \cdot 5 = 35.$$

$$c) S_{10} = \frac{2 \cdot 8 + 0 \cdot 9}{2} \cdot 10 = 8 \cdot 10 = 80.$$

ОТВЕ  $a) 155; b) 35; c) 80;$

Т: