

*Упражнение 1.* Доказать, что евклидово кольцо  $R$  есть область целостности.

*Решение.* Это неверно, т.к. вырожденное кольцо  $\{0\}, 0 = 1$  является евклидовым, но не является целостным.

Если в такое не верится, то кольцо  $\{0, 1, x, 1 + x\}, x^2 = 0$  не является целостным, т.к.  $x \cdot x = 0$ , но  $x \neq 0$ , при этом это кольцо является евклидовым:

$$F(t) := \begin{cases} 0, & t = 0 \\ 1, & t = 1 \\ 1, & t = 1 + x \\ 2, & t = x \end{cases}$$

$$a = q \cdot b + r$$

$$0 = 0 \cdot *^1 + 0$$

$$1 = 1 \cdot 1 + 0$$

$$1 = \underbrace{x \cdot \overbrace{x}^{F=2}}_0 + \overbrace{1}^{F=1}$$

$$1 = \underbrace{(1+x) \cdot \overbrace{(1+x)}^{F=1}}_1 + 0$$

$$x = x \cdot 1 + 0$$

$$x = 1 \cdot x + 0$$

$$x = \underbrace{x \cdot (1+x)}_x + 0$$

$$1+x = (1+x) \cdot 1 + 0$$

$$1+x = (1+x) \cdot \overbrace{x}^{F=2} + \overbrace{1}^{F=1}$$

$$1+x = \underbrace{1 \cdot (1+x)}_{1+x} + 0$$

□

*Упражнение 2.* Найти  $\gcd(9 + 12i, 5)$  в  $\mathbb{Z}[i]$ .

---

<sup>1</sup> Подразумевается любой элемент кольца.

Решение.

$$\begin{aligned} 9 + 12i &= 5 \cdot (2 + 2i) + (-1 + 2i) \\ 2 + 2i &= (-1 + 2i) \cdot (-i) + i \\ -1 + 2i &= i \cdot 2 - 1 \\ i &= (-1) \cdot (-i) \end{aligned}$$

Ответ:  $-1$ .

□

Упражнение 3. Рассмотрим кольцо  $R$ :

$$R = \{n + md \mid n, m \in \mathbb{Z}\}, \quad d^2 = 3$$

Какими свойствами обладает данное кольцо? Является ли оно областью целостности? Евклидовым?

Решение.

- В этом кольце есть единица, это  $1 + 0 \cdot d$ .
- Коммутативность тривиальна.
- 

$$\nless (a + bd) \neq 0, (x + yd) \neq 0 : (a + bd)(x + yd) = 0$$

$$\begin{aligned} (a + bd)(x + yd) &= 0 \\ ax + ayd + bdx + 3by &= 0 \\ ax + 3by + ayd + bdx &= 0 \\ (ax + 3by) + d(ay + bx) &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} ax + 3by = 0 \\ ay + bx = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} axy + 3by^2 = 0 \\ ayx + bx^2 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 3by^2 &= bx^2 \\ 3y^2 &= b^2 \\ \sqrt{3}y &= b \end{aligned}$$

Решений нет, следовательно, это кольцо целостности.

□

Упражнение 4. Рассмотрим кольцо  $R$ :

$$R = \{n + md \mid n, m \in \mathbb{Z}\}, \quad d^2 = 0$$

Какими свойствами обладает данное кольцо? Является ли оно областью целостности? Евклидовым?

Решение.

- В этом кольце есть единица, это  $1 + 0 \cdot d$ .
- Коммутативность тривиальна.
- $d \cdot d = 0$ ,  $d$  — делитель нуля.
- $\angle n_1 + m_1d, n_2 + m_2d$

$$n_1 + m_1d = q \cdot (n_2 + m_2d) + r$$

$$n_1 + m_1d = (n_3 + m_3d) \cdot (n_2 + m_2d) + (n_4 + m_4d)$$

$$n_1 + m_1d = n_2n_3 + n_2m_3d + n_3m_2d + n_4 + m_4d$$

$$\begin{cases} n_1 = n_2n_3 + n_4 \\ m_1 = n_2m_3 + n_3m_2 + m_4 \end{cases}$$

Первое уравнение решается в  $\mathbb{Z}$ , при этом  $|n_4| < |n_2|$  или  $n_4 = 0$ . Т.к.  $n_3$  и  $m_2$  теперь фиксированы, то уравнение  $m_1 - n_3m_2 = n_2m_3 + m_4$  также решается и  $|m_4| < |m_2|$  или  $m_4 = 0$ . Тогда  $N(n + md) = |n| + |m|$  подходит и кольцо евклидово.

□