

**Моделирование формирования неоднородных структур при ионной обработке поверхности полупроводниковых материалов в рамках модифицированной модели Курамото-Сивашинского**

**Научный руководитель – Куликов Анатолий Николаевич**

**Ковалева Анастасия Михайловна**

*Аспирант*

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

*E-mail: anastasia2kovaleva@gmail.com*

Рассмотренная модель является модификацией уравнения Курамото-Сивашинского, полученная дополнением его слагаемыми с запаздывающим аргументом, которые присутствуют в нелокальном уравнении эрозии [2]. Она была изучена в случае периодических граничных условий:

$$u_t = -au_{xxxx} + du_{xx} + chw_x + bhw_x^2 \quad (1)$$

$$u(t, x + 2\pi) = u(t, x). \quad (2)$$

Функция  $u(t, x)$  описывает нормированное отклонение от плоского фронта мишени,  $w(t, x) = u(t, x - h)$ ,  $h \in \mathbb{R}$ ,  $0 < h \ll 1$ ,  $a, d, c, b \in \mathbb{R}$ ,  $a > 0$ .

Дополним краевую задачу (1), (2) начальным условием

$$u(0, x) = f(x). \quad (3)$$

Будем считать, что  $f(x) \in Q_2(\delta)$  достаточно малому шару гильбертова пространства  $\mathbb{H}_2^4$  (пространство Соболева  $2\pi$  периодических функций, имеющих интегрируемые с квадратом обобщенные производные до четвертого порядка включительно).

В работе было показано, что волновой рельеф может появиться в результате ионной бомбардировки при потере устойчивости плоского профиля обрабатываемой мишени. Если при этом выполнен ряд дополнительных условий, то от состояния равновесия бифурцирует семейство пространственно неоднородных решений, описывающих диссипативные структуры типа периодических бегущих волн. Для решения возникающей бифуркационной задачи были использованы методы исследования динамических систем с бесконечномерным фазовым пространством (пространством начальных условий), таких как: метод интегральных многообразий, нормальных форм Пуанкаре–Дюлака, а также асимптотические методы анализа. В работе был изучен вопрос об устойчивости данных решений, приведен некоторый анализ нормальной формы. Также приведены асимптотические формулы для неоднородных волнообразных решений.

Главный вывод, который можно сделать в результате анализа данной задачи: механизм формирования неоднородного рельефа – это механизм самоорганизации и причина возникновения неоднородного рельефа состоит в том, что однородные состояния равновесия теряют устойчивость.

### Источники и литература

- 1) Sigmund P., “A mechanism of surface micro-roughening by ion bombardment”, J. Mater. Sci, 6 (1988), 2390–2395.
- 2) Рудый А. С., Бачурин В. И., “Пространственно нелокальная модель эрозии поверхности ионной бомбардировкой”, Известия РАН. Серия физическая, 75:5 (2008), 624–629;