

УДК 517.928

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В МОДЕЛИ АВТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

© Осипчук М.А., Щепаккина Е.А.

e-mail: osipchuk.mariya@mail.ru

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П.Королёва, г.Самара, Российская Федерация*

В представленной работе исследуется нелинейная динамическая модель химической реакции типа реакции Белоусова – Жаботинского [1]. Реакция Белоусова-Жаботинского демонстрирует большое разнообразие режимов: от простых периодических колебаний до различных видов хаоса [2]. Эта реакция представляет собой процесс окисления малоновой или броммалоновой кислоты ионами металлов переменной валентности. Исследуемая модель описывает динамику трехмерного автокатализатора. Под автокатализатором понимают реакционный сосуд, в котором протекает автокаталитическая реакция типа Белоусова-Жаботинского. В безразмерном виде динамическая модель имеет вид [3]:

$$\frac{dx}{d\tau} = \mu \left( \frac{5}{2} + y \right) - xz^2 - x, \quad \frac{dy}{d\tau} = z - y, \quad \varepsilon \frac{dz}{d\tau} = xz^2 + x - z,$$

где  $x$ ,  $y$ ,  $z$ - безразмерные концентрации трех реагентов,  $\tau$ - безразмерное время,  $\varepsilon$  – малый положительный параметр, отражающий соответствующую структуру временных масштабов химических процессов,  $\mu$  – скалярный положительный параметр, отражающий соотношение между скоростями химической реакции.

В работе исследована динамика решений в зависимости от значения бифуркационного параметра  $\mu$ . Исследование проводится с помощью метода интегральных многообразий сингулярно возмущенных систем. На основе анализа нулевого приближения медленного интегрального (инвариантного) многообразия установлено существование трех основных сценариев динамики решений дифференциальной системы – сценарий химической реакции с медленной динамикой, сценарий реакции с быстрой динамикой и сценарий критической динамики. Установлена связь между динамикой реакции и положением особой точки на медленной поверхности (нулевом приближении медленного инвариантного многообразия) дифференциальной системы.

Получено асимптотическое представление траектории-утки [3, 4] системы, соответствующее критическому параметру  $\mu$ . Данная траектория моделирует критический режим, разделяющий области химической реакции с медленной и быстрой динамикой.

### Библиографический список

1. Жаботинский, А. М. Концентрационные автоколебания [Текст]/ А. М. Жаботинский.– М.: Наука, 1974. – 179 с.
2. Жаботинский, А. М. Колебания и бегущие волны в химических системах: Пер. с англ. [Текст]/ А. М. Жаботинский, Х. Огмер, Р. Филд и др.; под ред. Р. Филда и М. Бургер. – М.: Мир, 1988. – 720 с.
3. Соболев, В. А. Редукция моделей и критические явления в макрокинетике [Текст]/ В. А. Соболев, Е.А. Щепаккина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 320 с.
4. Щепаккина, Е. А. Интегральные поверхности со сменой устойчивости и траектории-утки [Текст]/ Е. А. Щепаккина, В. А. Соболев. Известия РАЕН. Математика. Математическое моделирование. Информатика и управление. –1997. –Т. 1, № 3. – С. 151–175.