

Законодателем оставлен без внимания и вопрос о форме согласия на совершение сделки, не ясно должна ли форма согласия соответствовать форме сделки, в отношении которой оно выражается. При этом для отдельных случаев форма согласия может быть определена специальным законом, например, СК РФ требует нотариального удостоверения согласия супруга на совершение сделки по распоряжению находящимся в общей собственности недвижимым имуществом или сделки, требующей нотариального удостоверения или государственной регистрации, совершаемой другим супругом.

УДК 517.968.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВИРУСНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Д. И. Кузнецова¹

Научный руководитель: В. А. Соболев, д.ф.-м.н., профессор

Ключевые слова: сингулярно возмущенная система, вирусная эволюция, метод Фурье

Рассмотрим модель вирусной эволюции:

$$\begin{aligned} \varepsilon u_t &= 1 - u \int_0^1 \beta(s)v(t,s)ds - u, \\ v_t &= v_{ss} - rv + p\beta uv, \end{aligned} \tag{1}$$

с начальными и граничными условиями:

$$u(0) = u^0, v(0, s) = v^0(s), v_s(t, 0) = 0, v_s(t, l) = 0,$$

где $u(t)$ – концентрация неинфицированных клеток, кл/мм³; $v(s, t)$ – концентрация инфицированных клеток, кл/мм³; $\beta(s) = a \cdot s$ – скорость инфицирования, мм³/(кл сут); r – скорость, с которой умирают инфицированные клетки, 1/сут; p – коэффициент дисперсии (в этой модели случайные мутации моделируются дисперсией), 1/сут.

Используя метод Фурье разделения переменных, найдены собственные числа: $\lambda_n = \frac{\pi^2 n^2}{l^2}$, и собственные функции: $\cos(\sqrt{\lambda_n} s)$.

¹ Дарья Игоревна Кузнецова, студентка группы 6230-010402D, email: dkuznetsova22@mail.ru

Учитывая разложение функции v по собственным функциям в виде конечной суммы:

$$v(t, s) = \sum_{n=0}^k \cos(\sqrt{\lambda_n} s) T_n(t),$$

где $\lambda_n = \frac{\pi^2 n^2}{l^2}$, система (1) будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \varepsilon u'(t) &= 1 - au \sum_{n=0}^k \frac{\cos(\pi n)}{\pi^2 n^2} T_n(t) - u(t), \\ \int_0^l \sum_{n=0}^k \cos(\sqrt{\lambda_m} s) \cos(\sqrt{\lambda_n} s) ds T'_n(t) &= \\ &= - \int_0^l \sum_{n=0}^k \lambda_n \cos(\sqrt{\lambda_m} s) \cos(\sqrt{\lambda_n} s) ds T_n(t) + \\ &+ \int_0^l \sum_{n=0}^k \cos(\sqrt{\lambda_m} s) \cos(\sqrt{\lambda_n} s) as ds T_n(t) pu(t) - \\ &- \int_0^l \sum_{n=0}^k \cos(\sqrt{\lambda_m} s) \cos(\sqrt{\lambda_n} s) ds T_n(t)r \end{aligned} \quad (2)$$

Сравним графики функций для неинфицированных клеток нулевого и второго приближения системы (2).

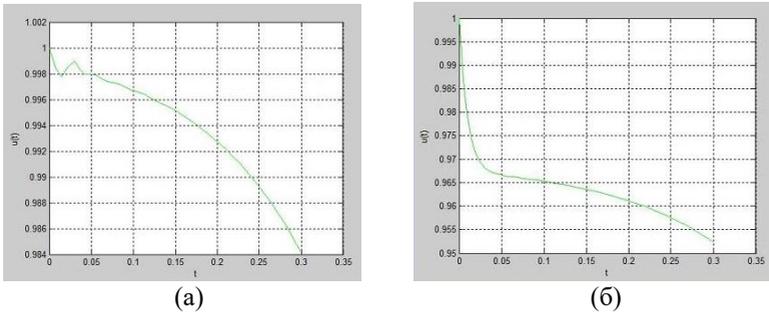


Рисунок 1 – Графическое представление нулевого (а) и второго (б) приближения системы (2); $u(t)$ – концентрация неинфицированных клеток

Заключение. Выявлено, что второе приближение системы, исследуемой методом возмущений, дает хорошие результаты, близкие с результатами, полученными другими исследователями методом пограничных функций Тихонова-Васильевой.