

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ,  
ВОЗНИКАЮЩЕГО В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ПОСЛЕ ЗАМЫКАНИЯ ТРЕТЬЕЙ СТЕПЕНИ**

*Гаджиев Серафим Рустамович*<sup>1</sup>

1: Аспирант, факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
E-mail: gads06121994@yandex.ru

В данной работе рассматривается экологическая модель, предложенная Ульфом Дикманом (Ulf Dieckmann). Данная модель позволяет найти экологическое равновесие при помощи замыкания следующей системы интегро-дифференциальных уравнений:

$$0 = (b - d)N - d' \int_A w(\xi)C(\xi)d\xi \quad (1)$$

$$0 = bm(\xi)N - dC(\xi) - d'w(\xi)C(\xi) + \\ + b \int_A m(\xi')C(\xi + \xi')d\xi' - d' \int_A w(\xi')T(\xi, \xi')d\xi' \quad (2)$$

Под замыканием полагается замена третьего момента  $T$  его приближённым значением. В данной работе третий пространственный момент заменяется линейной комбинацией замыкания третьего порядка и параметрического замыкания второго порядка:

$$T_{ijk}(\xi, \xi') \approx \frac{\alpha}{2} \left( \frac{C_{ij}(\xi)C_{ik}(\xi')}{N_i} + \frac{C_{ij}(\xi)C_{jk}(\xi - \xi')}{N_j} + \right. \\ \left. + \frac{C_{ik}(\xi')C_{jk}(\xi - \xi')}{N_k} - 1 \right) + \\ + (1 - \alpha) \frac{C_{ij}(\xi)C_{ik}(\xi')C_{jk}(\xi - \xi')}{N_i N_j N_k} \quad (3)$$

В результатеданной подстановки, система (1), (2) переходит в систему с двумя неизвестными функциями. Сложность полученной задачи состоит в наличии в одном из уравнений нелинейных членов, а именно самосвёртки второго момента  $C$  с весом  $w$ .

Полученная система уравнений была преобразована к виду, подходящему для численного метода рядов Неймана, а именно была

произведена серия замен, гарантирующая, что второй момент  $C$  будет нормализованным и асимптотически сходящимся к 0.

Был реализован программный код для решения данной задачи методом рядов Неймана.

Настоящая работа представляет из себя дополнение работы [1].

### Литература

1. Гаджиев С. Р., Никитин А. А. Об интегральном уравнении, возникающем в биологической модели после замыкания третьей степени // Современные информационные технологии и ИТ-образование, 15(2):1–9, 2019
2. Ulf Dieckmann, Richard Law. Relaxation Projections and the Method of Moments // pp. 412–455. Cambridge University Press, 2000