

**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ
МОДЕЛИ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ
ДИКМАННА-ЛОУ: ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ И
СРАВНЕНИЕ С NEIGHBORHOOD-DEPENDENT
МОДЕЛЮ**

Колесников Михаил Андреевич

Студент

Факультет компьютерных наук НИУ ВШЭ, Москва, Россия

E-mail: miankolesnikov@edu.hse.ru

Научный руководитель — Никитин Алексей Антонович

Пространственные стохастические модели популяционной динамики служат связующим звеном между экологическими процессами на уровне отдельных особей и возникающими макроскопическими закономерностями. В частности, популяционная модель Дикманна-Лоу [1] вводит плавные ядра конкуренции, а neighborhood-dependent модель, описанная в работе [2], реализует жёсткие локальные взаимодействия. Понимание того, как эти механизмы влияют на динамику кластеризации и вымирания, остаётся важной проблемой в пространственной экологии.

Задачами данной работы являются имплементация моделей популяционной динамики neighborhood-dependent и Дикманна-Лоу на языке программирования C++, проведение симуляций, их численный анализ, сравнение демографической динамики моделей, анализ их вычислительной сложности и визуализация работы моделей с демонстрацией итоговой статистики симуляции.

Модели Дикманна-Лоу и neighborhood-dependent сформулированы как стохастические процессы, вычисляемые для каждого индивида-агента в непрерывном двухмерном пространстве. Каждый агент в вышеназванных моделях подвергается броуновскому рассеянию, размножается с определённой скоростью, и умирает либо с постоянной скоростью (в случае neighborhood-dependent), либо в результате конкуренции, зависящей от плотности (в случае Дикманна-Лоу). В модели Дикманна-Лоу, конкурентное давление на определённую особь i задаётся сглаженным гауссовым ядром взаимодействия:

$$C_i = \sum_{j \neq i} \exp \left(-\frac{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}{2R_c^2} \right), \quad (1)$$

в результате чего, смертность в модели задаётся как:

$$\mu_i = \mu_0 + \alpha C_i. \quad (2)$$

Neighborhood-dependent модель, напротив, использует жесткий радиус взаимодействия R и снижает рождаемость линейно засчёт количества соседних особей в окружении.

В работе выполняются численные симуляции моделей популяционной динамики. Для заданных параметров моделируется эволюция системы во времени, что позволяет анализировать изменение численности популяции и пространственное распределение особей. Результаты симуляций используются для последующего визуального и сравнительного анализа.

Популяционная модель Дикманна-Лоу обеспечивает плавную структуру взаимодействия, которая создает качественно иные пространственные структуры по сравнению с моделями жесткого соседства. Хотя обе модели демонстрируют явления кластеризации и исчезновения, форма ядра взаимодействия сильно влияет на пространственную регулярность и демографическую стабильность. Разработанный конвейер реализации и визуализации позволяет проводить систематический сравнительный анализ стохастической пространственной динамики населения.

Литература

1. Dieckmann, U., Law, R. The dynamical theory of coevolution: a derivation from stochastic ecological processes // Journal of Mathematical Biology. 1996. Vol.,34, No.,5–6. P.,579–612.
2. Hernández-García, E., López, C. Clustering, advection, and patterns in a model of population dynamics with neighborhood-dependent rates // Physical Review E. 2004. Vol.,70, No.,1. P.,016216.