

**ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЯДЕР РАССЕЛЕНИЯ И
КОНКУРЕНЦИИ НА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ПОПУЛЯЦИОННОГО ФРОНТА**

Золотых Вера Павловна

Студент

ФКН НИУ ВШЭ, Москва, Россия

E-mail: vpzolotykh@edu.hse.ru

Научный руководитель — Никитин Алексей Антонович

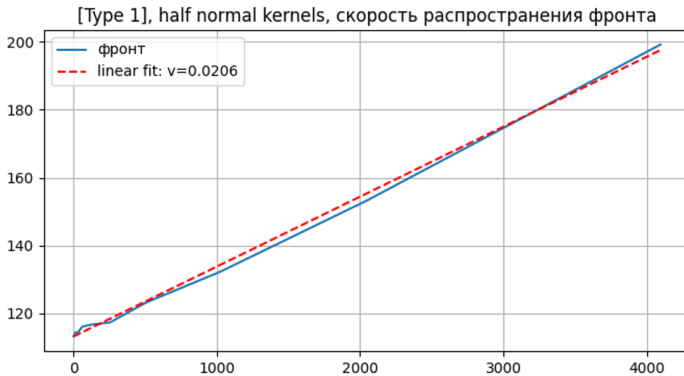
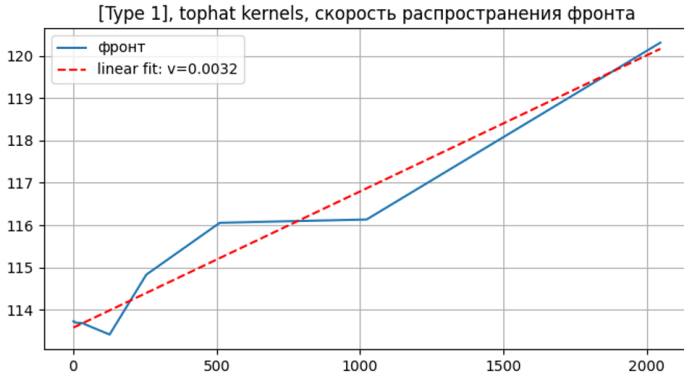
Изучение пространственной динамики популяционных моделей играет ключевую роль в моделировании экологических и биологических процессов. Подходы, основанные на Mean-field approximation, предполагают полное пространственное перемешивание и пренебрегают локальным взаимодействием особей. В реальных системах, однако, парные корреляции влияют на распределение в пространстве и скорость роста популяции; пренебрежение ими может привести к ошибочным результатам [1]. Целью данной работы является исследование скорости распространения популяционного фронта в зависимости от значений и форм ядер взаимодействия особей.

Для проведения численных экспериментов использовался SSA симулятор, позволяющий моделировать системы с учетом следующих параметров: смертность, рождаемость, конкуренция и расселение (описываемые соответствующими интегральными ядрами). Для оценки влияния формы ядер на динамику системы исследованы два типа ядер взаимодействия: равномерные и гауссовские. Проанализированы два сценария развития популяции, описанные в работе [2]: сценарий с малым радиусом расселения и высокой конкуренцией (1), и сценарий с большим радиусом расселения и малой конкуренцией (2). В работе [2] рассматривается пространственно-неоднородная динамика моментов. Эволюция локальной плотности особей описывается уравнением [2]:

$$\frac{\partial n_t(x)}{\partial t} = -m n_t(x) + \int a(x, y) n_t(y) dy - \int b(x, y) u_t(x, y) dy \quad (1)$$

где m — параметр смертности, $a(x, y)$ — функция вероятности расселения за единицу времени, $b(x, y)$ — функция вероятности смерти из-за конкуренции за единицу времени, а $n_t(x)$, $u_t(x, y)$ — функции вероятности нахождения особи/пары особей в конкретной точке.

Иллюстрации



Влияние формы ядер на скорость фронта в случае сценария.

Установлено, что форма ядер взаимодействия влияет на скорость распространения фронта популяции: во-первых, для обеих форм получены различные показатели скорости при симуляции сценария 1. Во-вторых, проведен сравнительный анализ полученных результатов с работой [2], для сценария 1 используются равномерные ядра, для сценария 2 — гауссовские; использование конкретно этих форм

ядер для соответствующего сценария обеспечивает наиболее точно соответствующие статье результаты: в отличие от предполагаемых mean-field подходом результатов, парное взаимодействие особей приводит, в первом сценарии, к неоднородности фронта распространения и снижению скорости распространения вследствие высокой локальной конкуренции, возникающей внутри кластеров. Во втором же сценарии популяция однороднее заполняет пространство, скорость распространения выше. Это подтверждает: ядра расселения и конкуренции, их форма (за счет различной вероятности распределения особей на дальние расстояния), влияют на скорость распространения фронта популяции, и необходимо учитывать пространственные корреляции в задачах моделирования популяций для корректного прогнозирования динамики популяционных систем.

Литература

1. Murrel D. J. and Dieckmann U. and Law R. On moment closures for population dynamics in continuous space // Journal of Theoretical Biology, 2004
2. Omelyan I. and Kozitsky Y. Spatially inhomogeneous population dynamics: beyond the mean field approximation // Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, 2019