

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СОПЕРНИЧЕСТВА БИОЭКОЛОГИИ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

В. И. Яшкин (Минск, Беларусь)

Междисциплинарные взаимодействия являются полезными как в научных исследованиях, так и в университетском обучении специалистов. В настоящее время дифференциальные модели применяются во многих областях биологических наук. Наиболее известной из таких моделей является одновидовая модель Мальтуса для темпа роста численности популяции организмов. Модель Мальтуса изучается студентами-биоэкологами на первом курсе в рамках дисциплины «Высшая математика». Здесь же они знакомятся с моделями межвидовых взаимодействий на примерах систем соперничества «хищник — жертва» и «паразит — хозяин». Исследование моделей «паразит — хозяин» служит учащимся наглядным примером количественного подхода, который используется экологами в борьбе с вредными насекомыми. Модели «паразит — хозяин» описываются задачей Коши для системы уравнений Лотки — Вольтера

$$\frac{dN(t)}{dt} = (v - aP(t))N(t), \quad \frac{dP(t)}{dt} = (u - bN(t))P(t), \quad t > 0, \quad (1)$$

в которой по начальным данным $N(0)$ и $P(0)$ определяется численность популяций в каждый момент времени $t > 0$. В (1) предполагается: рождаемость паразитов зависит от числа хозяев $N(t)$; смертность хозяев пропорциональна числу паразитов $P(t)$; v — собственная скорость увеличения популяции хозяина; в отсутствие хозяев паразиты гибнут, их численность уменьшается со скоростью u , что компенсируется собственным размножением с коэффициентом b для отдельного индивидуума при общем числе хозяев $N(t)$; в отсутствие паразитов популяция хозяев имеет экспоненциальный рост $dN(t)/dt = vN(t)$.

Нелинейная система (1) имеет точку равновесия

$$N_0 = u/b, \quad P_0 = v/a. \quad (2)$$

При отклонении популяций от равновесного состояния (1) они к нему не возвращаются, величины $N(t)$ и $P(t)$ колеблются около равновесных значений с постоянными амплитудами.

Будущие специалисты-биоэкологи должны быть готовы к трудностям получения биологической информации для правильного применения решений моделей в борьбе с вредителями на практике. Междисциплинарные взаимодействия наиболее эффективны, когда математики вникают в механизм биологических процессов, а биоэкологи правильно применяют формальное решение моделей.