

## МОДЕЛЬ РОСТА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

© А.А. Арзамасцев, А.Ю. Селюков

Существующие модели роста популяций, базируемые на принципах формальной ферментативной кинетики, уравнении Микаэлиса – Ментен и др. не всегда дают удовлетворительное описание процесса [1]. Наиболее существенно неадекватность таких моделей проявляется при изменяющихся начальных условиях и в случае особенностей проведения процесса, например, синхронном росте.

Показано, что возможным способом построения адекватной модели роста популяции является учет фазовой гетерогенности, проявляющийся в распределении организмов по фазам клеточного цикла. Идея построения такой модели и ее реализация, базируемая на использовании аппарата обыкновенных дифференциальных уравнений, впервые опубликованы в [1, 2]. В процессе работы с моделью выявлены ее существенные недостатки: 1) фазовая гетерогенность представлена ограниченным числом гомогенных (находящихся в абсолютно одинаковых условиях) фаз существования организма; 2) модель не допускает введения эмпирической информации, например, задание плотности распределения времени пребывания каждого организма в различных фазах.

В этих условиях разумным выходом было бы построение прямого имитационного эксперимента, в котором характерные показатели роста отдельных организмов и всей популяции в целом моделировались бы потоками случайных чисел, имеющих распределения, адекватные наблюдаемым. Такая модель была бы в большей степени компьютерной, чем математической, но была бы свободна от перечисленных выше недостатков.

Наиболее подходящей программной средой для реализации такой модели является GPSS (General Purpose Simulation System – система имитационного моделирования общего назначения).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Арзамасцев А.А., Андреев А.А. О возможности использования различных моделей кинетики биосинтеза // Биофизика. 2001. Т. 46. Вып. 6. С. 1048-1061.
2. Арзамасцев А.А., Андреев А.А. Математическое моделирование и оптимизация процесса роста микробной популяции на основе фазовой гетерогенности клеточного цикла // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. Тамбов, 2002. Т. 7. Вып. 2. С. 303-307.

## ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ С ЖЕСТКИМ ЯДРОМ

© В.В. Максимушкин

Аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС) в настоящее время широко используется для решения задач моделирования, распознавания образов, прогнозирования и др.

Достаточно часто при моделировании объектов с помощью ИНС возникает следующая ситуация: необходимо построить модель сложного объекта А, составной частью которого является объект А1, ИНС-модель которого уже создана. Определена структура модели, активационные функции нейронов и коэффициенты синаптических связей, при которых она показывает адекватные эксперименту результаты. Для разработки ИНС-модели объекта А представляется верным использовать уже имеющуюся модель объекта А1 в неизменном виде, так, чтобы при дальнейших модификациях, проверке адекватности, выборе структуры и т. д.

эта часть, представляющая собой «жесткое ядро», не подвергалась изменениям, а вновь сконструированная сеть обучалась бы лишь за счет выбора структуры, активационных функций нейронов и значений коэффициентов синаптических связей во вновь введенной части.

К сожалению, имеющиеся программные продукты, предназначенные для моделирования ИНС, не обладают возможностью реализации такого подхода, т. к. в них происходит обучение всей ИНС целиком, что не обеспечивает неизменности «жесткого ядра» модели.

Главными достоинствами предлагаемых ИНС являются: обучение сети с «жестким ядром» будет происходить быстрее, чем в традиционном случае, так как при этом снижается размерность решаемой задачи минимизации (подстраивается лишь часть весовых коэф-