

---

**Объектно-ориентированные математические модели  
динамики биологических популяций**

Арзамасцев А. А., Альбицкая Е. Н., Горбачева Т. И., Ефимкина М. В.  
*Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина,  
ул. Интернациональная 33, Тамбов, 392000, Россия*  
e-mail: arz\_sci@mail.ru, albitskaya\_en@mail.ru, kmm.tsu@tmb.ru

---

Разработаны дискретные стохастические распределенные математические модели, описывающие взаимодействия различного типа в биологических популяциях. Модели являются объектно-ориентированными, т. е. оперирует определенной системой «правил», характерных для реальных объектов. Они реализованы в виде программного комплекса в среде разработки *Delphi*. Проведенные вычислительные эксперименты свидетельствуют о качественном соответствии результатов моделирования как имеющимся экспериментальным данным, так и результатам, полученным ранее в классических работах, при этом развивая и дополняя представления о рассматриваемых системах.

Обычно для описания динамики популяций биологических объектов используют математические модели, представляющие собой системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Примерами могут служить модели Лотки-Вольтерра, Мальтуса, Ферхюльста и др. Такие модели обычно достаточно точно описываются свойства популяций в целом, но не позволяют судить о свойствах составляющих ее объектов. Среди других недостатков указанных моделей можно выделить: оперирование понятиями «средняя скорость», «средняя плотность популяции» и др., что неприемлемо для реальных биологических объектов; представление популяции в виде объекта с сосредоточенными параметрами, что исключает рассмотрение ее привязки к территории и др.

Объектно-ориентированные модели имеют целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными математическими моделями.

Во-первых, логика поведения объекта (в данном случае биологического) задается в терминах и правилах присущих реальным объектам. Такое представление очень удобно, например, для биологов, т. к. для них данная система правил является по существу базовым понятием предметной области.

Во-вторых, данные модели позволяют рассматривать поведение популяции на заданной территории, что позволяет судить не только о кинетических закономерностях в системе, а анализировать морфологические особенности популяционного поведения, связи кинетики и морфологии и т. д.

В-третьих, популяция рассматривается как объект с распределенными параметрами.

В-четвертых, в такой модели могут быть рассмотрены индивидуальные характеристики объектов, входящих в популяцию, такие как время жизни, число генераций, число дочерних особей и т. д.

Нами разработаны специализированные программы-симуляторы с широким спектром настроек, позволяющие имитировать различные типы биологических взаимодействий: хищник-жертва, конкуренция и т. д. Внешний вид такого симулятора показан на рис. 1.

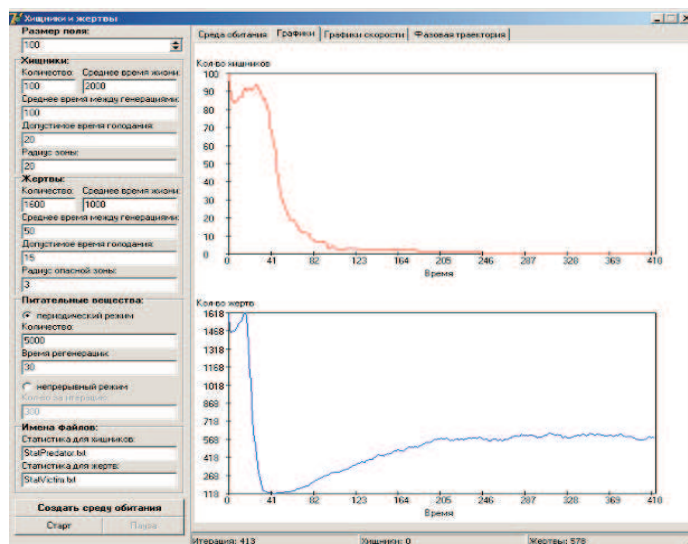


Рис. 1. Окно программы-симулятора.

В ходе вычислительных экспериментов были обнаружены интересные закономерности, присущие биологическим системам: концентрация биологических объектов на границах раздела сред, групповое поведение, деление больших популяций на более мелкие и др. В рамках существующих систем правил эти феномены нашли свое объяснение.