

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

Маклаков К.В.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия  
kvvmkvmb@outlook.com

В современной экологической науке сложилось парадоксальное положение, при котором бурное развитие вычислительной техники и математического моделирования имеет слабое воплощение в создании как теоретических концепций, так и прикладных разработок. С другой стороны, обильные эмпирические данные обычно находят применение только в малопродуктивных статистических расчётах. Из-за сверхсложности биологических систем исследователь вынужден иметь дело лишь с небольшими фрагментами их деятельности, но при этом делать заключения по поводу функционирования всей системы, экстраполируемые на другие частные случаи. Часто большая часть неизвестных факторов выносится за рамки рассмотрения в качестве «случайных», а в качестве «доказательств» гипотез о действии только изученных факторов в ход идут методы статистики, не поднимающие уровень понимания экологических процессов.

Как «практика – критерий истины» в прикладной сфере, так в сфере научной онтологическим критерием можно считать способность искусственно воспроизвести изучаемую систему. Решением такой задачи оказывается проведение виртуальных экспериментов. Так как исследователь может произвольно строить имитационную модель и «отыгрывать» различные варианты взаимодействий, адекватность модели оценивается при сопоставлении генерируемых выходных данных с собранными полевыми данными. Для адекватной модели становится возможным находить ранее неизвестные значения параметров или сопоставлять их с известными значениями. Сам процесс разработки модели часто указывает на существующие пробелы в знании каких-либо важных механизмов функционирования живых систем. В отличие от легко реализуемых чисто математических моделей (например, системной динамики; Nisbet et al., 2016), подлинно имитационные модели имитируют конкретные объекты и позволяют отлаживать многие показатели, не вычисляемые аналитически (Maneerat, Daudé, 2016).

В качестве примеров применения имитационного моделирования рассматриваются модели популяций мелких грызунов и северных оленей, разработанные с помощью программного пакета AnyLogic (Карпов, 2006).

Имитационная модель пространственной структуры у территориальных грызунов позволяет подбирать параметры вероятности попадания в ловушку и скорости смещения индивидуальных участков, а также соотношения в агрессивности животных из разных внутрипопуляционных групп. Эти параметры находятся приведением в соответствие с данными проводимых разными методами полевых учётов и с литературными данными.

Имитационная модель сезонных миграций популяции диких северных оленей на полуострове Таймыр в соотношении с эмпирическими данными наблюдений даёт возможность подбирать механизм, управляющий сильно варьирующей во времени скоростью миграции, в частности, механизм зависимости от температуры.

Хотя проблема сверхсложности при имитационном моделировании не исчезает, но она становится доступной для управления и анализа. Произвольным остаётся решение вопроса о критерии включения и исключения из пределов рассмотрения тех или иных представлений и данных, т.е. определения пределов «огрубления» модели. Методологически следующим шагом должно стать определение точных или конвенциональных критериев.