

ИНДИВИДУУМ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ
ПЕСЦА ОСТРОВА МЕДНЫЙ (*VULPES LAGOPUS SEMENOV*, КРАСНАЯ КНИГА РФ)

Гольцман М.Е.¹, Сушко Е.Д.², Доронина Л.О.^{1,3}, Крученкова Е.П.¹

1 – Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г. Москва, Россия

2 – Центральный экономико-математический институт РАН, г. Москва, Россия

3 – University of Münster, Münster, Germany

migolts@gmail.com

Применение нового метода – индивидуум-ориентированного моделирования в экологии быстро распространяется (см., например, Grimm, Railsback, 2005, 2012; DeAngelis Mooij, 2005; McLaneetal, 2011). Несколько важных преимуществ делают этот подход наиболее подходящим для использования в природоохранной биологии. Во-первых, индивидуум-ориентированные модели (*IBM*) могут работать как на экологической, так и эволюционной шкалах времени, иметь дело с системами, содержащими тысячи активных элементов, учитывая их индивидуальное поведение. Во-вторых, работа *IBM* основывается на логике поведения индивидуумов в эксплицитно описываемой среде. Моделируя поведение составляющих систему элементов (агентов), мы в результате получаем модель работы всей системы, построенную «снизу вверх». Эти особенности позволяют использовать *IBM* для изучения конкретных демографических, генетических и эволюционных процессов, когда аналитический подход, базирующийся на использовании переменных, описывающих состояние всей системы целиком, оказывался малоприменимым.

Мы разработали *IBM* популяционной динамики и пространственного распределения песца (*Vulpes lagopus semenovi*) на о-ве Медный (Командорские острова). Перед построением модели проанализированы демографические характеристики популяции с 1994 по 2012 г. Вычислены поло-возрастная смертность, ожидаемая продолжительность жизни, величины репродуктивных периодов самцов и самок, соотношения полов в каждой возрастной группе, размеры и составы семей, размеры выводков, репродуктивный успех в зависимости от пола и возраста, расстояния и паттерны расселения самцов и самок разных возрастов. Сделаны карто-схемы распределения доступных местообитаний с оценками пищевых ресурсов. Эти данные были использованы для тестирования модели.

Вход модели определяется 47 параметрами, отражающими распределение пищевых ресурсов, поведенческие стратегии и жизнеопределяющие характеристики семи возрастных классов самцов и самок. Конечная цель модели: определить влияние различных средовых факторов (вспышка эпизоотии, сокращение обилия пищевых ресурсов и пр) и их сочетаний на динамику популяционных характеристик. Проведено тестирование выходных данных модели – процедура, служащая для проверки их соответствия имеющимся реальным эмпирическим данным. Тестирование проводилось на основе сопоставления результатов моделирования и реальной динамики численности песца на о-ве Медном. Эмпирические входные данные модели рассчитывались за период 1994–2008 гг. Стартовым годом запуска служил 2008 г. Проверка осуществлялась сравнением прогноза и эмпирических данных с 1994 по 2008 и с 2008 по 2012 (контрольный набор), с прогнозами модели с 2009 по 2038 год. Проверку чувствительности модели проводили, меняя значения входных параметров и комбинируя эти изменения. Цель этого анализа – определить, какие изменения входных параметров оказывают наибольшее воздействие на выход – прогнозы модели. При испытании чувствительности на входе модели меняли параметры смертности щенков и смертности взрослых животных разных возрастов. Вводили изменения вероятности размножения самок разных возрастов и комбинации изменения этих параметров. Прогнозы модели, включая размеры популяции, возрастную структуру, соотношение полов, число и пространственное распределение репродуктивных групп согласуются с эмпирическими данными.