

## НЕСТАЦИОНАРНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ: ДИАГНОСТИКА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОГНОЗ

Кшнясев И.А.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

kia@ipae.uran.ru

Центральная проблема приложений теории динамики популяций – искусство «бэк-инжиниринга» – реконструкции (возможного) дизайна системы по её наблюдаемой (и не всегда понятно, насколько зашумленной) динамике, отбор среди существующих (и/или их модификация) или разработка новых (в некотором смысле лучших) динамических моделей. Предположение стационарности является важной предпосылкой в рутинном анализе временных рядов. Стационарным называют такой процесс, для которого параметры (скажем, первые центральные моменты) распределения исследуемой случайной величины не изменяются со временем. Ясно, что реальные популяции демонстрируют подчас весьма сложную динамику, поэтому её количественное описание и интерпретация, выделение регулярных компонент и их прогноз, являются нетривиальной задачей.

Исследована многолетняя (1982–2015 гг.) динамика населения мелких млекопитающих (ММ) в темнохвойных южно-таежных лесах Среднего Урала. В динамике плотности ММ обнаружена неожиданная особенность – изменение автоковариационной структуры («режима динамики») – до 2005(6) г. наблюдались трехлетние (+ слабый цирканнуальный) циклы, а после 2005 г. – квази-двухлетние циклы (+ более выраженный цирканнуальный ритм). Исследованы возможные индикаторы и предвестники изменения режима (видовая и репродуктивно-возрастная структура населения). Предложены соответствующие методы диагностики соблюдения предположений стационарности («оконные» версии автокорреляционного, авторегрессионного и Фурье- анализа; вейвлет-анализ и др.), моделирования и краткосрочного прогноза (нелинейная авторегрессия, разностные уравнения и др.). Высказано предположение о неадекватности (возможно критической) традиционного аппарата (лог-линейной) авторегрессии (см. Royama, 1981; 1992; Bjornstad et al., 1995; Tkadlec, Stenseth, 2001; Lima et al., 2006; Husek et al., 2013; Cornulier et al., 2013) при оценке статистических эффектов зависимости от плотности, её интерпретации, прогнозе. Однако соответствующие расширения/обобщения AR-модели вполне пригодны для задач диагностики нестационарности временных рядов и особенностей динамических режимов. Феномен, интерпретируемый как изменение режима динамики популяций (приписываемый например, не всегда измеряемым внешним возмущениям), может являться лишь уликой эндогенного хаоса, возникающего вследствие существенной нелинейности взаимодействий (например, пороговых эффектов) в исследуемой системе. Несмотря на «прозрачные» – быструю (годовую/сезонную) и медленную (тренд или долгопериодическое движение) составляющие, наличие такого рода «нелинейного элемента», ответственного за «мезоскопический» масштаб многокомпонентных колебаний, делает среднесрочный прогноз настоящим вызовом для исследователя.