

В простейшем случае это различные фазы колебаний. Однако наиболее интересно одновременное сосуществование устойчивых циклов разных длин или даже сосуществование нерегулярной динамики и циклов конечной длины. В результате в таких популяциях незначительные изменения начальной численности (равно как и текущей) способны изменить тип наблюдаемого динамического режима, вызвав перескок численности из одного бассейна притяжения в другой.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Комплексной программы фундаментальных исследований «Дальний Восток» и РФФИ (проект № 14-01-31443 мол\_а).*

## **НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ**

*О. П. Люлякин<sup>1</sup>, Д. А. Саранча<sup>1</sup>, Р. В. Тращев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН

<sup>2</sup>Институт фундаментальных проблем биологии РАН

Стремление довести процесс моделирования сложных малоизученных эколого-биологических объектов с неполной информацией об их свойствах до генерации гипотез о ведущих механизмах изучаемого явления приводит к необходимости использования всех резервов моделирования в комплексных исследованиях (КОИС) [1, 2].

Такие исследования включают в себя всю последовательность операций: сбор, анализ и переработку исходной биологической информации; обоснование выбора объекта, переменных и уравнений для его описания; выбор явления для раскрытия свойств объекта – «тестирующего явления»; обоснование и построение детальных имитационных моделей, анализ их свойств и проведение вычислительных экспериментов; формирование имитационной системы – набора сопряженных моделей как детальных, проясняющих и уточняющих отдельные аспекты изучаемого явления, так и упрощенных для описания в целом свойств исходной (основной) имитационной модели; формулирование гипотез о ведущих механизмах исследуемого явления.

Обоснование упрощенных (аналитических) моделей осуществляется посредством совместного анализа эколого-биологической информации и результатов вычислительных экспериментов на основании редукции (упрощения) базовых имитационных моделей. В рамках комплексных исследований возможна постановка и решение «обратной имитационной задачи»: выбор таких (экологически допустимых) постулатов исходной имитационной модели, которые позволили бы получить формулы, связывающие упрощенную модель с исходной имитационной.

Метод был разработан при построении модели «растительность-лемминги-песцы» (РЛП). Он включает в себя процедуру обоснования упрощенной модели в виде разностного уравнения и формул, связывающих данное

уравнение с исходной имитационной моделью. Наличие таких формул позволяет проводить параметрические исследования как упрощенной, так и имитационной моделей. Проведена оценка параметров разностного уравнения по имеющимся данным динамики численности леммингов.

### **Литература**

1. Глушков В. Н., Саранча Д. А. Комплексный метод математического моделирования биологических объектов // Автоматика и телемеханика. 2013. № 2. С. 94–108.
2. Sarancha D. A., Lyulyakin O. P., Trashcheev R. V. Interaction of simulation and analytic methods in modelling of ecological and biological objects // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. 2012. Vol. 27, No. 5. Pp. 479–492.

## **ПРОГНОЗЫ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ, РИСКИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ЛЕСОЗАЩИТЫ**

*В. Г. Суховольский<sup>1</sup>, О. В. Тарасова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет

Вспышка массового размножения насекомых – одно из первых критических явлений в экологических системах, описанных в мировой литературе (Исход 10:13). Однако до настоящего времени задача прогнозирования и контроля численности насекомых-вредителей лесных насаждений и сельскохозяйственных культур не решена.

В настоящей работе рассматривается комплекс методов прогнозирования, оценки рисков и принятия решений в задачах мониторинга и управления популяциями насекомых-вредителей.

Выделяются два класса прогнозов возникновения вспышек массового размножения насекомых: кратко- и среднесрочные прогнозы, ориентированные на предсказание ближайшей по времени вспышки, и долгосрочные прогнозы, направленные на оценки таких свойств популяций насекомых, как периодичность и тип вспышек массового размножения, статистические характеристики (функция распределения и др.) величин плотности популяции на максимуме вспышки, восприимчивость популяций к воздействию модифицирующих факторов.

Рассмотрены возможности использования для кратко- и среднесрочного прогноза возникновения вспышек AR- и ARMA-моделей популяционной динамики насекомых (Soukhovolsky et al., 2013), прогнозных оценок восприимчивости популяции к воздействию погодных факторов с помощью модели вспышки массового размножения как фазового перехода и аналога флуктуационно-диссипационной теоремы статистической физики (Суховольский и др., 2008).

Для долгосрочного прогнозирования развития вспышек массового размножения введено представление о популяционной потенциальной функции