



УрО РАН

Соловьёва О.Э., Кацнельсон Л.Б.,
Курсанов А.Г., Сульман Т.Б., Хохлова А.Д.

Динамические модели биологических систем

Учебное пособие

Уральское отделение Российской академии наук
Институт иммунологии и физиологии

О.Э. Соловьёва, Л.Б. Кацнельсон, А.Г.Курсанов,
Т.Б. Сульман, А.Д. Хохлова

ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Учебное пособие

Екатеринбург

2018

УДК 577.3(075)

ББК 28.071

Д 46

Ответственный редактор д.ф.-м.н. О.Э. Соловьёва

Рецензенты:

д.ф.-м.н. В.Г. Пименов

к.ф.-м.н. И.Н. Бажукова

Соловьёва О.Э., Кацнельсон Л.Б., Курсанов А.Г., Сульман Т.Б.,
Хохлова А.Д.

Динамические модели биологических систем. Екатеринбург: УрО
РАН, 2018 168 с.

ISBN 978-5-7691-2518-8

В учебном пособии описаны общие методы построения и математического анализа моделей системной биологии, рассматриваются классические примеры моделирования динамических процессов, протекающих в биологических системах. Пособие предназначено для аспирантов и студентов, изучающих дисциплины в области биомеханики, биофизики, биоинженерии, математической биологии и биоинформатики, физиологии, математического моделирования, численных методов и комплексов программ, фундаментальной медицины, а также других специальностей, включающих дисциплины биомедицинского профиля и математического моделирования. Пособие может быть полезным для научных работников, специализирующихся в области моделирования биологических процессов.

Посвящается памяти члена-корреспондента РАН В.С. Мархасина.

УДК 577.3(075)

ББК 28.071

ISBN 978-5-7691-2518-8

© УрО РАН, 2018

© Соловьёва О.Э., Кацнельсон Л.Б., Курсанов А.Г.,
Сульман Т.Б., Хохлова А.Д., 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 МЕТОДЫ СИСТЕМНОЙ БИОЛОГИИ	9
1.1 Методы моделирования биологических процессов и систем	9
1.2 Методы качественного исследования системы дифференциальных уравнений	27
2 СКАЛЯРНЫЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ	43
2.1 Непрерывные модели динамики популяций	43
2.2 Дискретные модели популяционной динамики	57
3 КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ	64
3.1 Моделирование биохимических реакций. Ферментативная кинетика	64
3.2 Нелинейные эффекты в ферментативной кинетике	87
4 ТРИГГЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В БИОЛОГИИ	104
4.1 Биохимический триггер	104
4.2 Немного о бифуркации	113
4.3 Модель генетического триггера	118
4.4 Модель конкурирующих видов. Пример популяционного триггера	129
5 АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	134
5.1 Взаимодействие видов типа хищник-жертва. Модель Лотки-Вольтерра	134
5.2 Модификация классической модели Вольтерра. Предельный цикл	142

5.3 Автоколебания в биохимических реакциях	152
--	-----

ЛИТЕРАТУРА

158