

УНИВЕРСИТЕТЫ РОССИИ



Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

БИОФИЗИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Часть 1

УЧЕБНИК

2-е издание



СООТВЕТСТВУЕТ
ПРОГРАММАМ
ВЕДУЩИХ НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ШКОЛ

 **Юрайт**
Издательство

biblio-online.ru

Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

**БИОФИЗИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА
ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Часть 1

УЧЕБНИК ДЛЯ БАКАЛАВРИАТА И МАГИСТРАТУРЫ

2-е издание, исправленное и дополненное

**Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru**

Москва • Юрайт • 2016

УДК 577.3(075.8)
ББК 28.071я73
Р49

Авторы:

Ризниченко Галина Юрьевна — профессор, доктор физико-математических наук, профессор кафедры биофизики биологического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;

Рубин Андрей Борисович — доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биофизики биологического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, член-корреспондент Российской академии наук.

Ризниченко, Г. Ю.

Р49 Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов. В 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 253 с. — Серия : Университеты России.

ISBN 978-5-9916-8194-0 (ч. 1)

ISBN 978-5-9916-8197-1

Серия «Университеты России» позволит высшим учебным заведениям нашей страны использовать в образовательном процессе учебники и учебные пособия по различным дисциплинам, подготовленные преподавателями лучших университетов России и впервые опубликованные в издательствах университетов. Все представленные в этой серии учебники прошли экспертную оценку учебно-методического отдела издательства и публикуются в оригинальной редакции.

Издание состоит из двух частей. В первой части рассмотрены основные проблемы моделирования продукционных процессов, модели роста и развития отдельной популяции, взаимодействия двух популяций и биологических сообществ, во второй — продукционные процессы в водных экосистемах, модели культивирования микроорганизмов, продукционного процесса растений, а также теории роста человечества.

В учебнике обсуждаются основные биофизические закономерности и математические модели биологических продукционных процессов. Особое внимание уделено изучению закономерностей пространственно-временной самоорганизации продукционных систем. На данный момент ряд статистических данных, приводимых в учебнике, устарели. Однако это существенно не влияет на процесс обучения и произошедшие изменения при необходимости могут быть учтены преподавателями.

Для студентов и аспирантов биологических направлений и специальностей, а также для специалистов, использующих кинетические модели продукционного процесса в научной и практической работе.

УДК 577.3(075.8)

ББК 28.071я73



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-9916-8194-0 (ч. 1)
ISBN 978-5-9916-8197-1

© Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б., 2004
© Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б., 2016,
с изменениями
© ООО «Издательство Юрайт», 2016

Оглавление

Введение	6
Глава 1. Основные проблемы моделирования производственных процессов	8
1.1. Классификация моделей.....	8
1.2. Имитационное моделирование.....	14
1.3. Устойчивость производственных процессов	18
1.4. Прямая и обратная кинетические задачи. Идентификация параметров.....	21
1.5. Принципы лимитирования, закон толерантности и функции отклика	25
1.6. Задачи управления производственными процессами	32
Глава 2. Модели роста и развития отдельной популяции.....	38
2.1. Непрерывные модели.....	39
2.2. Влияние запаздывания.....	50
2.3. Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями	56
2.4. Матричные модели популяций	67
2.5. Стохастические модели популяций.....	76
2.6. Пространственное распространение вида	83
2.7. Модели популяции с нелинейной диффузией	91
2.8. Роль таксиса в пространственно-временной динамике.....	101
2.9. Переходные процессы в моделях популяций, учитывающих расселение вида в пространстве.....	104
Глава 3. Модели взаимодействия двух популяций	112
3.1. Классификация взаимодействий.....	112
3.2. Вольтерровские модели конкуренции	115
3.3. Вольтерровские модели взаимоотношений типа хищник – жертва.....	121
3.4. Учет пространственного перемещения.....	134
3.5. Обобщенные модели взаимодействия двух видов	138
3.6. Влияние запаздывания на устойчивость системы.....	154

ОГЛАВЛЕНИЕ

3.7. Экологические диссипативные структуры	161
3.8. Пространственный хаос в моделях хищник – жертва	167
3.9. Модели типа реакция – диффузия – адвекция	177
Глава 4. Модели биологических сообществ	192
4.1. Структура сообществ	192
4.2. Модель простой трофической цепи	198
4.3. Стационарные состояния и динамические режимы в сообществе из трех видов	203
4.4. Взаимосвязь потоков вещества и энергии	210
4.5. Системы с фиксированным количеством вещества	217
4.6. Статистическая механика вольтерровских систем	228
4.7. Модели систем с лимитированием	233
4.8. Комpartmentальные системы	245