

УНИВЕРСИТЕТЫ РОССИИ



Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ БИОФИЗИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Часть 2

УЧЕБНИК

2-е издание



СООТВЕТСТВУЕТ  
ПРОГРАММАМ  
ВЕДУЩИХ НАУЧНО-  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ШКОЛ

 **Юрайт**  
Издательство

[biblio-online.ru](http://biblio-online.ru)

**Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин**

# **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ**

**БИОФИЗИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА  
ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Часть 2**

**УЧЕБНИК ДЛЯ БАКАЛАВРИАТА И МАГИСТРАТУРЫ**

**2-е издание, исправленное и дополненное**

**Книга доступна в электронной библиотечной системе  
[biblio-online.ru](http://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 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 211 с. — Серия : Университеты России.

ISBN 978-5-9916-8203-9 (ч. 2)

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 978-5-9916-8203-9 (ч. 2)  
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

<b>Глава 5. Продукционные процессы в водных экосистемах.....</b>	<b>4</b>
5.1. Описание обменных процессов в водной среде .....	5
5.2. Модель планктонного сообщества пелагиали Белого моря.....	12
5.3. Пространственно-временные закономерности динамики фитопланктона .....	16
5.4. Управление видовой структурой планктонного сообщества .....	25
5.5. Роль гидродинамических процессов в динамике планктонных сообществ .....	40
5.6. Круговорот вещества и энергии в озерных экосистемах .....	49
5.7. Динамика рыбного стада.....	55
5.8. Имитационная модель Азовского моря.....	63
<b>Глава 6. Модели культивирования микроорганизмов .....</b>	<b>78</b>
6.1. Непрерывная культура микроорганизмов. Модель Моно .....	79
6.2. Роль процесса отмирания и лизиса.....	91
6.3. Микроэволюционные процессы в микробных популяциях.....	101
6.4. Возрастные распределения микроорганизмов.....	111
6.5. Связь биохимической структуры метаболизма микроорганизмов и кинетики роста микробной популяции .....	119
6.6. Оптимальное управление процессами культивирования микроорганизмов .....	129
<b>Глава 7. Модели продукционного процесса растений .....</b>	<b>143</b>
7.1. Общая модель прироста биомассы.....	146
7.2. Метаболизм и распределение ассимилятов .....	151
7.3. Фотосинтез и дыхание.....	155
7.4. Примеры функциональных моделей сельскохозяйственных культур.....	164
<b>Глава 8. Теории роста человечества .....</b>	<b>175</b>
8.1. Динамика численности народонаселения. Демографический переход.....	176
8.2. Гиперболический рост. Модель С. П. Капицы.....	187
8.3. Комплексные модели роста человечества. Пределы роста.....	199
8.4. Простые и сложные модели. Типы динамического поведения...	208