

В. Н. ТУТУБАЛИН, Ю. М. БАРАБАШЕВА,  
А. А. ГРИГОРЯН, Г. Н. ДЕВЯТКОВА, Е. Г. УГЕР

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
В ЭКОЛОГИИ

ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В. Н. Тутубалин, Ю. М. Барабашева,  
А. А. Григорян, Г. Н. Девяткова, Е. Г. Угер

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОЛОГИИ

ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ



ЯЗЫКИ РУССКОЙ КУЛЬТУРЫ

Москва 1999



ББК 20.1  
Т 91

Исследование и издание осуществлены при финансовой поддержке  
*Российского гуманитарного научного фонда*  
(РГНФ)  
проекты 97-03-04095 и 99-03-16110

**В. Н. Тутубалин, Ю. М. Барабашева, А. А. Григорян,  
Г. Н. Девяткова, Е. Г. Угер**

Т 91 Математическое моделирование в экологии: Историко-методологический анализ. – М.: Языки русской культуры, 1999. – 208 с.

ISBN 5-7859-0112-9

В монографии рассматриваются историко-философские проблемы эволюции научных воззрений на примере математических моделей экологии.

Монография состоит из трех частей. Первая часть (главы 1–3) представляет собой вводный очерк, посвященный, с одной стороны, общему описанию экологических проблем (от проблемы экологической безопасности технических систем до проблем экологии человека в современном мегаполисе), а с другой – некоторым общим закономерностям возникновения и развития теоретических моделей. Вторая часть (главы 4–7) посвящается конкретному историческому исследованию возникновения и дальнейшей научной судьбы модели дифференциальных уравнений, системного анализа экологических сообществ и моделей динамики популяций, включающих случайные воздействия. Наконец, третья часть (глава 8) содержит сравнение уровня математизации теоретической и технической физики с уровнем математизации в экологии.

Монография предназначена для научных работников и преподавателей в области истории и философии науки, а также для студентов и аспирантов биологических специальностей, желающих ознакомиться с реальным положением дел в области математизации экологии.

ББК 20.1

© Авторы, 1999

Электронная версия данного издания является собственностью издательства, и ее распространение без согласия издательства запрещается.

## Оглавление

Предисловие . . . . .	9
Неформальное введение: путь Сократа . . . . .	17
<i>Глава 1. Понятие минимально необходимой философии науки . . . . .</i>	<i>22</i>
1.1. Минимальная философия . . . . .	22
1.2. Некоторые исторические обстоятельства . . . . .	24
1.3. Проблемы преподавания минимальной философии . . . . .	27
1.4. Предлагаемое решение . . . . .	34
<i>Глава 2. Экология и эсхатология . . . . .</i>	<i>37</i>
2.1. Различные значения слова «экология» . . . . .	37
2.2. Энергетическая проблема . . . . .	39
2.3. Чернобыльская катастрофа . . . . .	43
2.4. Идеологическое осмысливание происшедшего . . . . .	51
2.5. Проблема «наука и общество» у Л. Н. Толстого . . . . .	55
<i>Глава 3. Колодки мышления . . . . .</i>	<i>63</i>
3.1. Пересадка философской терминологии на славянскую почву . . . . .	63
3.2. Учение о колодках мышления . . . . .	69
3.3. Колодка случайности . . . . .	75
3.3.1. Критичность как черта российской ментальности . . . . .	75
3.3.2. «Опыт элементарного анализа теории вероятностей» . . . . .	80
3.3.3. Колодки статистической обработки измерений . . . . .	84
3.3.4. Дальнейшая судьба теории ошибок . . . . .	88
<i>Глава 4. Откровение дифференциальных уравнений . . . . .</i>	<i>93</i>
4.1. Проблема колебаний обилия биологических видов . . . . .	93
4.2. «Пророки», «апостолы» и «приходские священники» в науке . . . . .	95
4.3. Пророки (А. Лотка и В. Вольтерра) . . . . .	97



4.4. Схоластическая разработка откровений . . . . .	107
4.5. Апостолы (Г. Ф. Гаузе и другие исследователи) . . . . .	111
4.6. Пример деятельности приходского священника . . . . .	118
4.7. Краткое резюме . . . . .	120
<i>Глава 5. Утешительный миф системного анализа</i>	
экологических сообществ . . . . .	123
5.1. Проблема моделирования реальных экосистем . . . . .	123
5.2. Соотношение «ученый — общество» в недавнем прошлом . . . . .	127
5.3. Имитационная модель Каспийского моря . . . . .	134
5.4. Литературная дискуссия	
о возможностях математических моделей . . . . .	141
5.5. К чему же мы пришли? . . . . .	143
<i>Глава 6. Поиски порядка в хаосе. . . . .</i>	145
6.1. Красота нелинейной динамики . . . . .	145
6.2. Вольтерровские циклы в новом обличье. . . . .	148
6.3. Процессы размножения и гибели в экологических моделях . . . . .	152
6.4. Нелинейная демографическая динамика. . . . .	159
6.5. С скромная постановка реальных задач . . . . .	164
<i>Глава 7. Математико-статистическое приложение:</i>	
современные возможности статистической обработки	
данных экспериментов по межвидовой конкуренции . . . . .	166
7.1. Математическое моделирование динамики численностей	
при постановке реальных биологических экспериментов . . . . .	166
7.2. Численный эксперимент . . . . .	169
7.3. Оценка значения результатов . . . . .	177
<i>Глава 8. Математическая мистика в различных науках . . . . .</i>	179
8.1. Постановка вопроса. . . . .	179
8.2. Математическая мистика в теоретической физике. . . . .	180
8.3. Есть ли математическая мистика в технической физике? . . . . .	190
8.4. Сопоставление уровня математизации различных наук. . . . .	197
Заключение . . . . .	199
Литература. . . . .	203

## Предисловие

Представленная вниманию читателей работа не претендует на создание новой философско-методологической концепции рациональной исторической реконструкции истории науки. Это, скорее, работа в жанре ситуационных исследований, получивших в современной историко-научной и философско-методологической литературе достаточно широкое распространение. Надо сказать, что ставшие уже классическими концепции так называемой постпозитивистской философии науки (Кун, Лакатос, Фейерабенд) фактически базировались на результатах ряда ситуационных исследований, проведенных их авторами. Характерной особенностью этих исследований являлось то, что в них анализировались эпизоды из истории механики, физики и астрономии — наук, традиционно хорошо поддающихся «математизации», что, несомненно, оказало серьезное влияние на особенности построенных затем моделей развития науки.

Сейчас, однако, мало кто не согласится с тем, что огромный массив современного научного знания является очень разнородным. Это касается, в частности, и возможностей и перспектив использования математических моделей. В то же время в современной философско-методологической и историко-научной литературе почти не встретишь сколько-нибудь обстоятельного анализа практической эффективности математического моделирования за пределами упомянутых выше областей науки. Это ведет к сохранению по умолчанию далеко не адекватного образа современной науки, основанного на неоправданном преувеличении удельного веса теоретической физики в общем массиве научного знания. (Впрочем, и в теоретической физике начиная с 60-х годов XX века результаты применения математики оцениваются исследователями далеко не однозначно.) Если попытаться поместить этот, как нам кажется, неадекватный образ современной науки относительно классических концепций методологии

науки, то можно утверждать, что он находится значительно ближе к концепциям Куна и Лакатоса, чем к наделавшей в свое время много шума теории Фейерабенда. Мы имеем в виду прежде всего то, что среди черт этого образа наличествует убежденность в существовании принципиальных отличий между наукой и другими формами культуры — мифологией, религией, философией, а также между теоретическим и прикладным (техническим) естествознанием.

Авторы настоящей работы, исследуя фрагменты исторического развития теоретической экологии, пытаются, напротив, показать наличие параллелей между развитием этой области знания и технической физики с одной стороны и функционированием вненаучных форм культуры (см. об этом в главе 4) — с другой. При этом, фиксируя гипотетичность, а часто и просто неадекватность математических моделей в экологии, мы далеки от недооценки их роли в развитии науки. Как показывается в работе, даже если модели оказывались практически неадекватными, они, тем не менее, в значительной мере организовывали и стимулировали дальнейшие исследования, которые наряду с ошибочными выводами содержали и те зерна истины, которые вполне оправдывают усилия, затраченные на разработку этих моделей.

Говоря о назначении философии, Б. Рассел указывал на ошибочность двух точек зрения: с одной стороны, плохо не замечать поставленных ею вечных, но в то же время очень трудных и вряд ли когда-либо разрешимых вопросов и, с другой стороны, так же плохо считать, что мы обладаем правильными ответами на эти вопросы. Поэтому философия может дать человеку полезное представление об «ученом незнании», так близкое сердцу Сократа, и, с другой стороны, она может помочь ему в том, чтобы не быть парализованным нерешительностью, так часто подступающей к человеку, осознающему тщетность попыток достичь абсолютной истины. Аналогично этим идеям Рассела, авторы настоящей работы убеждены в ошибочности двух подходов к проблеме математического моделирования: безоглядной веры в возможности математических методов, с одной стороны, и с другой стороны, отказа от их применения даже после того, как многочисленные попытки обнаруживают видные несоответствия между «рассчитанными» и «экспериментальными» траекториями. Уже то, что математические модели позволяют наметить ориентиры поиска как для экспериментатора, так и для теоретика, обнаружить тупиковые пути и расшатать укоренившиеся предпосылки (на основании которых строилась получившаяся не слишком адекват-