

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 взглядов 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. На конец, 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.

*Светлой памяти Василия Васильевича Налимова посвящают авторы эту книгу. Как никто другой, Василий Васильевич сознавал ограниченность возможностей и непрочность результатов любого научного исследования. Но он умел соединить это понимание с оптимистическим взглядом на вещи, согласно которому научное исследование становится не менее, а более интересным, если оно не выходит таким, каким было изначально задумано.*

## **Оглавление**

Предисловие . . . . .	9
Неформальное введение: путь Сократа . . . . .	17
<i>Глава 1. Понятие минимально необходимой философии науки</i> . . . . .	22
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> . . . . .	37
2.1. Различные значения слова «экология» . . . . .	37
2.2. Энергетическая проблема . . . . .	39
2.3. Чернобыльская катастрофа . . . . .	43
2.4. Идеологическое осмысливание прошедшего . . . . .	51
2.5. Проблема «наука и общество» у Л. Н. Толстого . . . . .	55
<i>Глава 3. Колодки мышления</i> . . . . .	63
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> . . . . .	93
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>	
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. 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>	
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
<i>Заключение . . . . .</i>	
<i>Литература . . . . .</i>	
	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 оказывается 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 невооруженным глазом 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-

ной модель), говорит о не вполне «сизифовом» характере деятельности по созданию и применению математических моделей в самых различных областях научного знания. Таким образом, помещая наш образ науки несколько дальше от концепций Лакатоса и Куна и, соответственно, ближе к Фейерабенду, мы, хотя это сейчас и не модно, хотели бы вместе с тем внести свой вклад в дело обоснования рациональной веры в науку. Эта вера, основанная на анализе действительных преимуществ и недостатков научного метода (в частности, метода математического моделирования), хотя и не более рациональна, чем любая другая вера, дает надежду, что мрачные прогнозы футурологов, даже те, которые основаны на применении научных методов, вряд ли получат свое подтверждение в будущем.

Остановимся несколько подробнее на основаниях этой веры.

Как уже отмечалось, результаты применения математических моделей в нефизических областях науки не оправдали тех ожиданий, которые связывались с их разработкой. Эти ожидания были в значительной мере подкреплены появлением и стремительным прогрессом быстродействующих компьютеров. Казалось, исследователям становится доступным расчет до числа сложных математических моделей с огромным количеством параметров, соответствующих сложности изучаемых явлений (в механике, физике и астрономии удавалось обойтись сравнительно простыми), что обеспечивало бы возможность построения по образцу физики таких наук, как экология, биология, психология и т. п.

Однако все оказалось не так просто, как хотелось бы. Например, по отзывам специалистов, существует огромное множество математических моделей в биологии (одно время в издательстве «Шпрингер» выходила целая серия научных работ по математической биологии), но в подавляющем большинстве их можно охарактеризовать следующим образом: либо они просто не адекватны и практически бесполезны для развития теоретической биологии, либо полученные с их помощью биологические результаты в достаточной мере тривиальны и были получены и без их применения (возможно в иной, теоретически менее безупречной форме). Исключение составляют несколько интересных моделей в генетике.

Крах чересчур оптимистических ожиданий привел к другой крайности. Многие ученые стали считать, что для успешной математизации нефизического знания существующие математические теории принципиально непригодны и что для этих целей необходимо создание новых математических теорий с учетом особенностей конкретного типа исследуемой реальности (биологической, психологической и т. п.). Такую пози-

цию пытаются обосновать тем, что якобы имеющиеся математические теории в своем возникновении были связаны, пусть и достаточно опосредованно, с развитием именно физического познания, чем и объясняется успешное применение используемых в физике математических конструкций.

На наш взгляд, данная позиция не соответствует истинному положению дел. Во-первых, целый ряд применяющихся в физике современных математических теорий был создан вне и задолго до начала соответствующих физических исследований, но в процессе решения внутритеоретических математических проблем. Во-вторых, о математизации физики недопустимо говорить как о совершенно естественном процессе, не знающем трудностей. Специфика конкретных типов изучаемой физической реальности обуславливает не только совершенствование созданных внутри математики концепций в процессе их применения с целью описания физических явлений, но и необходимость решения сложных методологических проблем (см. об этом в главе 8). Аналогично, создание более или менее адекватных математических средств для нефизических областей может быть достигнуто не построением новых математических теорий для решения конкретно-научных проблем, но в процессе применения и совершенствования в соответствии с особенностями изучаемых явлений уже существующих математических представлений. В-третьих, и это для нас наиболее существенно, оценка эффективности математических моделей не будет адекватной, если сравнивать эти модели с моделями теоретической физики.

Поэтому в первых трех главах работы речь идет о вещах, достаточно далеких от проблемы применения математических моделей в теоретической экологии, хотя и имеющих отношение к экологической проблематике, понимаемой в широком, общеупотребительном смысле (проблемы функционирования энергосистемы, безопасности атомных электростанций и т. п.). Понимание особенностей применения математики в технической физике помогает по достоинству оценить плюсы и минусы математического моделирования в интересующих нас областях теоретической экологии.

Большинство из рассматриваемых в первых главах проблем имеют жизненно важное значение для человечества, его выживания и более или менее безопасного существования. Естественно, что для решения этих проблем, как в теоретическом, так и в практическом плане (сложность их сравнима со сложностью проблем теоретической экологии), человечество не жалеет ни материальных, ни интеллектуальных ресурсов. Разрабатываются

модели поведения человека во всевозможных «экстремальных» и «нормальных» ситуациях. Обслуживающий персонал атомных станций, например, проходит специальный курс обучения, включающий рассмотрение теоретических и практических аспектов функционирования станций, детально разработанной техники безопасности и т. п. Однако, несмотря на масштаб усилий и затрачиваемых ресурсов, человечество в настоящее время не в состоянии застраховать себя от возможных экстремальных ситуаций и их нежелательных, часто весьма трагических, последствий. Одна из причин такого положения в том, что возможности точного количественного (математического) расчета функционирования техники (например, устойчивой работы генераторов энергосистемы) весьма ограничены. Не умея с достаточной степенью точности рассчитать необходимые параметры, ученые, как это было в случае с аварийным четвертым блоком Чернобыльской АЭС, предлагаются неимением лучшего провести вполне контролируемые эксперименты. И хотя в данном случае, как показывает анализ, авария произошла вследствие случайного переплетения обстоятельств, которое в принципе невозможно было предусмотреть, исследователи до сих пор не пришли к единому мнению по поводу так называемой последней причины аварии (дискутируется версия — сбрасывание стержней защиты). Кроме того, как это ни удивительно, ученые не могут с определенностью охарактеризовать природу происшедшего взрыва: был ли он паровым или водородным. Необходимо отметить, что ситуация в связи с аварией на Чернобыльской АЭС не является совершенно уникальной. Подобные ситуации возникали, хотя и с менее трагическими последствиями, и в других странах, и они обусловлены принципиальной сложностью научно-технических проблем, не поддающихся достаточно адекватному и точному математическому анализу. И у нас, разумеется, нет абсолютно никакой уверенности, что подобные ситуации не будут сопровождать человечество в дальнейшем. Единственно приемлемым выходом в данном случае является, на наш взгляд, выработка способности извлечения полезных уроков из нашего трагического опыта и совершенствование моделей как в теоретическом, так и в практически-поведенческом плане при решении проблем, от которых, возможно, будет зависеть судьба рода человеческого. И хотя исторический опыт свидетельствует о том, что люди менее всего склонны извлекать полезные уроки из собственного печального опыта, анализ развития науки и, в частности, теоретической экологии, которому посвящена данная работа, внушает определенный оптимизм. Ибо этот анализ показывает, что наука способна к самосовершенствованию при решении проблем, по сложности вполне сравнимых

с теми, о которых шла речь выше, способна извлекать уроки из неудач, превращать совершенно неадекватные математические модели в практически приемлемые с точки зрения получения более или менее экспериментально верифицируемых результатов.

Попытки математического моделирования функционирования экологических систем имеют давнюю историю. Первые модели (хищник-жертва) были достаточно элегантны, согласны со здравым смыслом и, казалось, должны были быть экспериментально подтверждены. Однако очень скоро большинству ученых стало ясно, что данные модели слишком просты, чтобы более или менее адекватно описывать чрезвычайно сложно устроенные реальные природные сообщества. Но математическая привлекательность этих моделей настолько очаровывала исследователей, что они выдвинули предположение о том, что данные модели адекватно описывают специально созданные в лабораторных условиях сообщества, свободные от множества случайных, несущественных для понимания функционирования изучаемых экосистем факторов, которые в совокупности «смазывают» истинное положение дел. Однако, как показано в четвертой главе, несмотря на все усилия, «подгонка» эксперимента под теорию, инспирируемую математической моделью, также не приносит успеха. Означало ли это полную бесполезность проделанной работы? Разумеется, нет. Во-первых, без количественного, математического расчета в экологии, как, впрочем, и в большинстве других наук, трудно приблизиться к решению даже сравнительно несложных проблем. Так что на пути подгонки дифференциальных моделей был приобретен очень полезный опыт. Во-вторых, ученые научились более рационально планировать и проводить экспериментальные исследования, и, кроме того, осознание неадекватности модели дало возможность по-новому осмыслить уже известные и вновь полученные экспериментальные факты. Например, в процессе этих исследований было бесспорно установлено, что колебания численности биологических видов могут иметь своим источником межвидовые взаимодействия. Этот факт оказался чрезвычайно важным при проведении интересных исследований, имеющих, кроме всего прочего, практическое значение. И, в-третьих, понимание причин неадекватности модели вело к дальнейшим попыткам, с одной стороны, с целью ее совершенствования и, с другой стороны, с целью поиска тех объектов исследования и тех задач, где данная модель или ее модификация была бы более приемлемой (о поисках в этих направлениях рассказывается в пятой и шестой главах монографии).

Нельзя сказать, что эти поиски привели к каким-либо совершенно исключительным результатам. Более того, полученные результаты могут быть охарактеризованы скорее как «отрицательные», чем как «положительные». Так, стало совершенно ясно, что вряд ли возможен эффективный количественный анализ (и при использовании ЭВМ с их колоссальными возможностями) природной экосистемы даже «в малом», без чего трудно рассчитывать на построение каких-либо более или менее адекватных прогнозов о динамике этих систем «в целом». Однако в процессе этой исследовательской работы образовалось новое научное сообщество, состоящее из биологов, математиков, физиков и программистов (об этом авторы размышляют в 6 и 7 главах). Решения более скромных проблем (в частности, динамики простых, искусственно создаваемых лабораторных сообществ) если не дают основания для уверенности в возможности моделирования природных систем, то, по крайней мере, продвигают наше понимание функционирования отдельных компонентов экосистем и их взаимодействия и, кроме того, обеспечивают более широкие возможности для обработки экспериментального материала.

Таким образом, читатель, разочарованный весьма ограниченными возможностями математизации теоретической экологии, возможно, сможет найти утешение, если, на основании предлагаемой монографии, осознает следующие два обстоятельства. Во-первых, уровень математизации знаний, составляющих основу существования и безопасности современной технической цивилизации, ничуть не выше, чем в рассматриваемой нами теоретической экологии, как, впрочем, и в других областях науки, находящихся вне окрестности теоретической физики. Во-вторых, наше ситуационное исследование, надеемся, прибавляет оптимизма тем, кто верит, что наука, в частности теоретическая экология, может превращать свои почти абсолютные неудачи в относительно высокие достижения и что ее опыт поможет человечеству избежать такого обострения экологических проблем, которое всерьез может угрожать его дальнейшему существованию.

Заключая несколько затянувшееся предисловие, мы выписываем, для удобства читателя, желающего без труда проследить нашу логику, общий план построения монографии.

В первой главе предлагается философско-методологическое понятие «минимальной философии», лежащее в основе авторских историко-научных и методологических изысканий.

Во второй главе рассматриваются различные примеры хода человеческого мышления в критических ситуациях; с одной стороны, в ней содер-

жится конкретный материал, обобщение которого дается в следующей главе, с другой стороны, показывается, с какими опасностями вынуждены мы мириться, принимая те или иные решения, имеющие отношение к экологии, понимаемой в широком, общеупотребительном смысле этого слова.

В третьей главе вводится понятие «колодки мышления» для обозначения определенного класса моделей самых разнообразных ситуаций, в которых человеку приходится действовать и принимать ответственные решения. Сам класс моделей выделяется не впервые, однако мы подчеркиваем то обстоятельство, что в каждой отдельной ситуации чаще всего приходится ограничиваться моделью именно такого класса.

В четвертой главе мы начинаем изложение конкретного историко-научного материала; в ней становление и модификация классических математических моделей теоретической экологии охарактеризовано в терминах истории религии (функционирование моделей в виде колодок мышления, по нашему мнению, принципиально одинаково в науке и религии, различен лишь материал, с которым эти области культуры имеют дело).

В пятой главе дается сознательно узкая и pragматическая оценка конкретных результатов следующего исторического этапа математического моделирования в экологии — так называемого системного анализа экологических сообществ с помощью вычислительных машин.

В шестой главе рассматривается третий (современный) этап математического моделирования динамики численностей: ориентация на модели небольшой размерности с явным включением случайностей.

В седьмой главе содержится специальное приложение математико-статистического характера о современных возможностях обработки экспериментов по конкуренции видов.

И, наконец, в восьмой главе мы сравниваем особенности математизации теоретической (фундаментальной) физики, технической физики, отчасти — техники, с особенностями математизации экологии — с тем выводом, что в теоретической физике математика играет исключительно важную роль, в то время как техническая физика и техника математизированы принципиально на том же самом уровне, что и экология.

Авторы выражают благодарность Российскому Гуманитарному Научному Фонду, финансовая поддержка которого сделала возможным написание и публикацию этой книги, а также издательству «Языки русской культуры» за заботливое редактирование рукописи.

## **Неформальное введение: путь Сократа**

Перед читателем лежит книга историко-научного и философского содержания. Она, однако, написана коллективом авторов, большинство из которых не являются специалистами ни в истории науки, ни в философии и в качестве своей основной деятельности должны прямо признать обработку информации вычислительными и вероятностными методами.

Какое же право имеет подобный авторский коллектив, явно ориентированный на физико-математические или, лучше сказать, точные науки, судить, говоря словами басни, значительно «выше сапога», отправляясь в несомненно гуманитарные по своему существу области истории и философии? Чтобы ответить на этот вопрос, заметим сначала, что, пожалуй, один из лучших способов определить ту или иную область науки, культуры, техники, искусства и вообще цивилизации заключается в том, чтобы сказать, что это — некоторая общность людей, которые занимались прежде или занимаются сейчас работой в этой области, в совокупности со всеми воплощенными и ждущими воплощения результатами. То есть речь идет о некотором сверхличностном образовании. Изобретение письменности и иных способов долговременного (а практически — вечного) фиксирования информации позволяет отдельной личности, однажды вошедшей в подобную общность, остаться там и после своей индивидуальной смерти (говоря практически — навсегда, даже и в том случае, если индивидуальное имя будет вскоре забыто). Так, труд безвестных строителей, водопроводчиков, электриков... остается в виде современного мегаполиса. В мистике подобное сверхличностное образование называется эгрегором. Совершенно ясно, что наше индивидуальное существование возможно лишь благодаря эгрегорам, примером которых является система жизнеобеспечения мегаполиса. В эту систему вложены мысль и труд огромного количества людей, большинство из которых давно умерли как

отдельные личности, но в каком-то смысле продолжают существовать. С другой стороны, сам смысл индивидуального существования в значительной степени состоит в служении тем или иным эгрегорам.

Мы утверждаем, что сама специализация в области обработки информации вероятностными методами автоматически и независимо от индивидуального желания вводит в тот исторический и философский эгрегор, ярчайшим представителем которого является Сократ.

*Один из друзей Сократа* вопросил оракула, кто является мудрейшим из греков. Ответ был — Сократ. Когда сам Сократ узнал об этом ответе, он крайне удивился, так как хорошо знал о себе самом, что он вовсе не мудр, и пошел испытывать мудрость своих сограждан, чтобы узнать, кто же из них в самом деле мудр, и таким путем прояснить, что же, в сущности, хотел сказать оракул. Но по испытании того или иного собеседника неизменно оказывалось, что тот вовсе не мудр, и хуже того — в отличие от Сократа, этого о себе не знает. Тогда Сократ делал все возможное, чтобы довести эту горькую, но нужную правду до сознания своего собеседника. Благодарность просвещаемых сограждан не знала границ до такой степени, что они в конце концов устроили гнуснейший судебный процесс, на котором приговорили Сократа выпить чашу цикуты.

Прошли века — по мнению одних историков, веков было много и среди них мрак Средневековья, а по мнению А. Т. Фоменко, веков было раза в два-три меньше, а Средневековья вовсе не было, — но так или иначе, началась уже надежно датируемая эпоха Нового времени с ее расцветом науки вообще и теории вероятностей в частности. Как именно следует датировать это «в частности»? Вполне сложившуюся теорию вероятностей простые люди связывают с именами Лапласа и Гаусса (рубеж XVIII и XIX веков), но дотошные историки науки выяснили, например, что нормальное распределение в качестве закона ошибок опубликовал несколько раньше некто Эдрайн, ученый, мало известный последующим поколениям, но, несомненно, член теоретико-вероятностного эгрегора. Впрочем, если говорить о той или иной науке как об эгрегоре, то совершенно ясно, что приоритетные споры (которые некоторые ученые любят не меньше, чем сикофанты Древней Греции — судебные процессы) вообще лишены смысла. Тем более, что нормальный закон как закон ошибок неверен (см. об этом в главе 3). Как символ сложившейся теории вероятностей, если держаться вне приоритетных споров, вполне можно принять «Аналитическую теорию вероятностей» Лапласа, а главное — ее общедоступное введение «Философский очерк теории вероятностей» (французское *Essai philosophique* традиционно переводят как «Опыт», но более

правильно для современного языка говорить «Очерк»). Хронологически это — начало XIX века, например, 1812 год, когда Лаплас послал Наполеону в Россию очередное издание своего труда. Наполеон получил его примерно накануне Бородинского сражения и поблагодарил Лапласа письмом, в котором оговорился, однако, что сейчас ему читать недосужно.

Что же общего между «Философским очерком» Лапласа и деятельностью Сократа по просвещению своих сограждан, которая закончилась столь печальным и навеки компрометирующим демократию образом? Дело в том, что Лаплас написал, а научное сообщество приняло, что теория вероятностей является (или хотя бы призвана быть) надежной научной опорой для всех знаний, основанных на наблюдениях или свидетельствах. Что практически означала эта возвышенная роль?

С одной стороны (для нашего времени маловажной), подразумевалось опровержение рассказов о библейских чудесах примерно на следующих основаниях. Если информация о каком-то событии передается из уст в уста через много свидетелей, то уж кто-нибудь ее обязательно переврет, даже если к этому не стремится. (При многих испытаниях событие, в данном случае искажение информации, непременно случится хотя бы раз, даже если вероятность его наступления в отдельном испытании мала.) Но тогда последующая часть цепочки свидетелей будет уже передавать ложную информацию.

Важным для нас является другой, чисто научный, аспект. Поскольку научное исследование только тогда интересно, когда является новым, то все ученые работают на пределе имеющихся в каждый данный момент теоретических и экспериментальных возможностей. (Эта любовь к соревнованию — кто первый? — также унаследована нами от древних греков, которые и высадились с кораблей на берег, чтобы развести костры и побывать, так просто не могли: им обязательно нужно было сначала устроить гонки — кто первый добрется до берега.) В пылу страсти к соревнованию вполне возможны научные ошибки. Поэтому «царь указал, а бояре приговорили», чтобы каждый научный результат обязательно взвешивался на весах теории вероятностей с целью понять, сколь вероятна ошибка и как велика она может быть. Конечно, от лапласовской теории вероятностей постепенно отделилась чисто математическая наука, имеющая дело только с теоремами (интересно, сколько среди них неверных?) и ничего не знающая о каких-то конкретных научных наблюдениях. Но что касается вероятностных методов обработки данных (основная научная специальность большинства авторов этой книги), то ей неизбежно

уготована чисто сократовская роль — испытывать те или иные научные результаты и говорить, мудры они или глупы, т. е. верны или ошибочны.

Вот и мы в данной книге занимаемся тем, что испытываем некоторые математические модели экологии на предмет их теоретической обоснованности и соответствия экспериментальным данным.

Какие же выводы проистекают из этого нашего испытания, а также из подобных испытаний на мудрость, которые делали другие авторы (например, пламенный искатель мудрости Пол Фейерабенд немало испытывал научные труды Галилея)? Да ровно те же, что и у Сократа. Каждая отдельная научная работа, каждый отдельный, даже великий ученый по испытании не оказываются мудрыми (см., например, раздел 3.3 данной книги, в котором испытывается мудрость Лапласа, Гаусса и Чебышева). Мы не спорим с тем, что наука в целом оказывается (до известной степени) и мудрой, и полезной, но это происходит каким-то таинственным образом лишь за счет возникновения сверхличностного образования — эгрегора. Однако вопрос о том, как и почему это конкретно происходит, далеко выходит за пределы данной книги (и, как кажется, вообще за пределы существующей философии науки).

Чтобы добавить сходства с Сократом, обратим внимание на то, что методы вероятностной обработки информации принципиально сходны с методом Сократа. Сократ занимался тем, что выявлял противоречия в высказываниях того или иного собеседника, чем доводил одних до воссторга, но зато других — до отчаяния и бешенства. Но ведь и методы вероятностной обработки наблюдений (например, метод доверительных интервалов) построены на изучении согласованности различных опытных данных, например, на невязках различных измерений, т. е. на том, насколько измерения одной и той же величины в различных опытах отличаются друг от друга. Можно сравнивать также измерения различных исследовательских групп, либо измерения разными методами, например, старым и новым, предположительно, более совершенным. Интересно также сравнивать мнения разных ученых, а особенно — их историческую динамику. Все это весьма родственно сократовской диалектике.

Но методы теории вероятностей одним существенным обстоятельством отличаются в худшую сторону от несложной диалектики Сократа. Они исходят из предпосылки, что невязки измерений и вообще любые нестабильности результатов эксперимента порождаются в конечном счете чисто случайными механизмами, наподобие бросания монеты (или, если угодно, каких-то особенностей внутренних органов жертвенного жи-