

ПОНЯТНО ДАЖЕ ДИЛЕТАНТУ

Доктор Ливио сплетает воедино науку, историю, философию. Он вдохнул жизнь в образы самых известных мыслителей и математиков. Он объясняет сложнейшие теории так четко и лаконично, что даже самый далекий от науки человек с легкостью поймет их. Будь он учителем в моей школе или университете, я бы без сомнения смог понять и полюбить точные науки.

Х. Чайлдресс

НАУЧНЫЙ ДЕТЕКТИВ

После сказочной книги « π — число Бога. Золотое сечение — формула мироздания» Ливио берется за вопрос о «необоснованной эффективности» математики в объяснении мира. Смешав философию, математику и прочие науки, он создает интеллектуальное чтение, которое воспринимается почти как детектив. Мне понравился, в частности, раздел, посвященный идеям Архимеда и Галилея, и глава о логике, которая была сложной, но увлекательной.

Дж. Райдер

ИСТОРИЯ ИДЕЙ И СВЕЖИЕ ГИПОТЕЗЫ

Марио Ливио делает попытку исследовать отношения между математикой, Вселенной и человеческим разумом. Это такая амбициозная цель, что я был сначала настроен скептически: «Что можно рассказать об этом в популярной книге?» Однако в этой книге Ливио не только знакомит нас с историей идей, но и подкидывает свежие удивительные гипотезы. Настоятельно рекомендуется.

Л. Купер

ПОЧЕМУ ЭТОТ ВОПРОС НЕ ПРИШЕЛ МНЕ В ГОЛОВУ РАНЬШЕ?!

Все, кто интересуются математикой, философией или наукой, будут в восторге от этой книги.

Хотя я всегда знал, что все фундаментальные теории мироздания основаны на математике, мне почему-то никогда не приходило в голову поинтересоваться: почему математика столь всеведуща?

Ливио объясняет, почему этот вопрос даже важнее ответа. И это делает книгу совершенно уникальной. Это не столько история математики, сколько история гениальных прозрений.

М. Корс

ЭТА КНИГА БУДИТ МЫСЛЬ!

Хотя я далеко не математик, я нашел дискуссии, представленные в этой книге, о природе математики и о причинах ее успеха как «языка» науки очень увлекательными. Мыслители буквально ожили на этих страницах. Это одна из самых увлекательных и полезных книг среди всего, что я прочла.

Э. Проктор

ЗОЛОТОЙ
ФОНД
НАУКИ

Марио ЛИВИО

**БЫЛ ЛИ
БОГ
МАТЕМАТИКОМ?**

**ГАЛОПОМ
ПО БОЖЕСТВЕННОЙ
ВСЕЛЕННОЙ
С КАЛЬКУЛЯТОРОМ, ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ
И ТАБЛИЦАМИ БРАДИСА**

ПРАЙМ
У

Издательство
АСТ
Москва

УДК 51(091)
ББК 22.1г
Л55

*Все права защищены. Никакая часть данной книги
не может быть воспроизведена в какой бы то ни было
форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.*

*Права на перевод получены соглашением с Simon & Schuster Inc.
при содействии литературного агентства Andrew Nurnberg.*

Mario Livio
IS GOD A MATHEMATICIAN?

Ливιο, Марио.

Л55 Был ли Бог математиком? Галопом по божественной Вселенной с калькулятором, штангенциркулем и таблицами Брадиса/ Марио Ливιο. — Москва : Издательство АСТ, 2016. — 383 с. : ил. — (Золотой фонд науки).

ISBN 978-5-17-095136-9

Альберт Эйнштейн писал: «Как так получилось, что математика, продукт человеческой мысли, независимый от опыта, так прекрасно соотносится с объектами физической реальности?» Наука предлагает абстрактную математическую модель, а спустя какое-то время (иногда десятилетия) выясняется, что эта модель существует в реальности! Так кто же придумал математику — мы сами или Вселенная? Может быть, математика — язык, на котором говорит с нами мироздание?

Блестящий физик и остроумный писатель Марио Ливιο рассказывает о математических идеях от Пифагора до наших дней и показывает, как абстрактные формулы и умозаключения помогли нам описать Вселенную и ее законы.

Книга адресована всем любознательным читателям независимо от возраста и образования.

Макет подготовлен редакцией



ISBN 978-0-7432-9405-8 (англ.)
ISBN 978-5-17-095136-9

© MARIO LIVIO, 2013
© Бродоцкая А.,
перевод на русский язык, 2016
© ООО «Издательство АСТ», 2016

Оглавление

| | |
|--------------------------|---|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 9 |
|--------------------------|---|

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Глава 1 | |
| Загадка | 12 |
| Изобретение или открытие? | 21 |

| | |
|---|----|
| Глава . | |
| МИСТИКИ: НУМЕРОЛОГ И ФИЛОСОФ | 31 |
| Пифагор | 33 |
| Во глубину платоновской пещеры | 52 |

| | |
|---|-----------|
| Глава 3 | |
| Волшебники: наставник и еретик | 68 |
| Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю | 72 |
| Палимпсест Архимеда | 85 |
| Метод | 89 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| Лучший ученик Архимеда | 95 |
| Звездный вестник | 99 |
| Великая книга природы | 111 |
| Наука и богословие | 120 |

Глава 4

Волшебники: скептик и титан 129

| | |
|--|-----|
| Мечтатель | 130 |
| Что значит «современный» | 138 |
| Математика карты Нью-Йорка | 141 |
| И стал свет | 152 |
| Я задумался о том, что тяготение простирается до самой Луны | 158 |
| Бог-математик Ньютона и Декарта | 171 |

Глава 5

Статистики и пробабиллисты:

наука о неопределенности 176

| | |
|--|-----|
| Случайности, смерть и налоги | 184 |
| Средний человек | 195 |
| Игра случая | 203 |
| Факты и прогнозы | 210 |

Глава 6

Геометры: шок будущего 220

| | |
|--|-----|
| Евклидова «Истина» | 221 |
| Странные новые миры | 228 |
| О людях, пространстве и числах | 237 |

Глава 7

Логика:

размышления о рассуждениях 250

| | |
|---------------------------------|-----|
| Логика и математика | 254 |
| Законы мышления | 259 |
| Парадокс Рассела | 271 |
| Опять неевклидов кризис?! | 276 |
| Истина в неполноте | 280 |

Глава 8

Непостижимая эффективность?..... 292

| | |
|-----------------------------|-----|
| Узлы | 293 |
| Хитросплетения жизни | 305 |
| Вселенная по струнке? | 309 |
| С аптечной точностью | 312 |

Глава 9

О человеческом разуме,

математике и Вселенной..... 323

| | |
|--|-----|
| Метафизика, физика, психология познания..... | 327 |
| Изобретение и открытие | 335 |
| Говорите ли вы по-математически?..... | 341 |
| Загадка Вигнера | 347 |

Литература 362

Моей жене Софи

Предисловие

Когда изучаешь космологию, то есть историю Вселенной в целом, в твою жизнь прочно входят еженедельные письма и факсы от тех, кто жаждет познакомиться тебя со своей личной теорией устройства мироздания (кстати, это только мужчины, женщин среди них не бывает). Самой большой ошибкой в подобных случаях будет вежливо ответить, что хотелось бы узнать подробности. На это тут же получишь лавину сообщений. Как же обезопасить себя от атаки? Я на собственном опыте убедился, что есть один действенный тактический прием (можно, конечно, и вовсе не отвечать, но это ведь невежливо!): указать, что оценить значимость теории невозможно, пока она не переведена на точный язык математики, и это непреложная истина. Такой довод позволяет раз и навсегда остудить пыл большинства космологов-любителей. И в самом деле, без математики современные космологи не могут приблизиться к пониманию законов природы ни на шаг. Математика — прочный каркас, на котором зиждется любая теория Вселенной. Казалось бы, в этом нет ничего удивительного, — пока не вспомнишь, что природа

самой математики нам пока не вполне ясна. Как сказал однажды английский философ сэра Майкл Даммит: «Две самые отвлеченные научные дисциплины — математика и философия — вызывают одинаковое недоумение: чем они, собственно, занимаются? Причем это недоумение вызвано не только незнанием: ответить на этот вопрос трудно даже специалистам в соответствующих областях».

В этой книге я робко попытаюсь прояснить некоторые вопросы, касающиеся сути математики, и, в частности, природу отношений между математикой и наблюдаемым миром. Разумеется, изложить на этих страницах полную историю математики в мои намерения не входило. Скорее я прослеживаю эволюцию определенных понятий, которые непосредственно влияли на понимание роли математики в исследованиях мироздания.

На идеи, о которых рассказано в этой книге, в самое разное время прямо или косвенно повлияли очень многие люди. Я бы хотел поблагодарить сэра Майкла Атья, Гию Двали, Фримана Дайсона, Гиллеля Гочмана, Дэвида Гросса, сэра Роджера Пенроуза, лорда Мартина Риса, Рамана Сандрама, Макса Тегмарка, Стивена Вайнберга и Стивена Вольфрама за ценнейшие замечания. Я в долгу перед Дороти Моргенштерн Томас за то, что она предоставила в мое распоряжение полный текст воспоминаний Оскара Моргенштерна о взаимодействии Курта Гёделя со Службой иммиграции и натурализации США. Уильям Кристенс-Барри, Кейт Еокс, Роджер Истон и в особенности Уилл Ноэл оказали мне любезность, поведав в подробностях о работе над расшифровкой «Палимпсеста Архимеда». Особая благодарность — Лауре Гарболино, которая снабдила меня важнейшими редкими материалами по истории математики.

Кроме того, я благодарю отделы особых коллекций Университета им. Джонса Хопкинса, Чикагского

университета и Французской национальной библиотеки в Париже, где для меня находили редкие рукописи. Спасибо Стефано Касертано, который помог мне с переводами трудных латинских текстов, и Элизабет Фрэзер и Джилл Лагерстрем — за бесценные советы по лингвистике и библиографии, которые сопровождались неизменными улыбками.

Особая благодарность — Шэрон Тулан за профессиональную помощь в подготовке рукописи к печати, а также Энн Филд, Кристе Вилдт и Стэйси Бенн за подготовку ряда иллюстраций.

Любой писатель считал бы, что ему повезло, если бы к нему на протяжении всей работы над книгой относились с таким терпением и чуткостью, как моя жена Софи.

А напоследок я говорю спасибо моему агенту Сьюзен Рабинер: если бы она не подбадривала меня постоянно, этой книги не было бы. Еще я в неоплатном долгу перед моим редактором Бобом Бендером, который тщательно вычитал рукопись и высказал точные и глубокие замечания, перед Джоанной Ли, которая оказывала мне неоценимую поддержку в течение издательского процесса, перед Лореттой Деннер и Эми Райан — за корректорскую правку, перед Викторией Мейер и Кэти Гринч — за продвижение и рекламу книги и перед всеми сотрудниками отделов производства и маркетинга в издательстве «Саймон и Шустер» — за их усердный труд.

Глава 1

Загадка

Несколько лет назад я выступал с докладом в Корнельском университете. На одном из слайдов в моей презентации значилось: «Бог — математик?» Едва этот слайд появился на экране, одна студентка в первом ряду ахнула и громко прошептала: «О Господи, надеюсь, нет!»

Я всего лишь задал риторический вопрос — и во все не пытался ни дать слушателям определение Бога, ни тонко поддеть тех, кто панически боится математики. Нет — я просто хотел загадать загадку, над которой мучительно ломали головы на протяжении веков самые независимые мыслители: указать на то, что математика, похоже, вездесуща и всемогуща. Подобные качества принято приписывать лишь божествам. Как сказал когда-то английский физик Джеймс Джинс (1877–1946): «Вселенная устроена так, словно ее конструировал чистый математик» (Jeans 1930). Такое чувство, что математика слишком уж хорошо описывает и объясняет не только Вселенную в целом, но даже некоторые довольно хаотические начинания, предпринимаемые людьми.

Всякий раз, когда физики пытаются сформулировать теории об устройстве Вселенной, биржевые аналитики чешут в затылке, чтобы предсказать следующий обвал на фондовой бирже, нейрофизиологи строят модели функционирования мозга, а статистики на службе у военной разведки работают над оптимизацией

распределения ресурсов, все они пользуются математикой. Более того, хотя они и пользуются конкретными методами, разработанными в различных областях математики, но при этом сверяются с одной и той же «математикой» в общем, понятном для всех смысле слова.

Что же наделяет математику таким невероятным могуществом? Или, как спросил однажды Эйнштейн: «Как так получилось, что математика, продукт человеческой мысли, *независимый от опыта* (курсив мой. — М. Л.), так прекрасно соотносится с объектами физической реальности?» (Einstein 1934).

Это ощущение полной растерянности нам не в новинку. Некоторые древнегреческие философы, в частности Платон и Аристотель, уже восхищались тем, что математика, похоже, способна формировать и направлять Вселенную, оставаясь, по всей видимости, вне пределов досягаемости людей, которые не могут ни менять ее, ни повелевать ею, ни влиять на нее. Английский философ и политолог Томас Гоббс (1588–1679) тоже не смог сдерживать восхищения. В своем «Левиафане» Гоббс рисует величественную панораму своих представлений об основах общества и правительства, приводя геометрию в качестве образца рациональной аргументации (Hobbes 1651).

Так как мы видим, что истина состоит в правильной расстановке имен в наших утверждениях, то человек, который ищет точной истины, должен помнить, что обозначает каждое употребляемое им имя, и соответственно этому поместить его; в противном случае он попадет в ловушку слов, как птица в силки, и, чем больше усилий употребит, чтобы вырваться, тем больше запутается. Вот почему в геометрии (единственной науке, которую до сих пор Богу угодно было пожаловать человеческому роду) люди начинают с установления значений своих слов, которые они называют определениями (пер. А. Гутермана).

Целые тысячелетия глубочайших математических исследований и философских размышлений так и не пролили света на тайну могущества математики. Более того, в некотором смысле завеса тайны стала еще плотнее. Знаменитый оксфордский математик сэр Роджер Пенроуз, к примеру, считает, что вместо одной загадки перед нами уже три. Пенроуз выделяет три разных «мира» — *мир сознательного восприятия, физический мир* и *платоновский мир математических форм**. Первый мир — вместилище всех ментальных образов: как мы воспринимаем лица детей, как любуемся головокружительным закатом, как отзываемся на страшные военные фотографии. А еще именно в этом мире обитают любовь, ревность, предубеждения, а также наше восприятие музыки, аппетитных ароматов и страха. Второй мир — тот самый, который мы привыкли называть физической реальностью. В этом мире обитают живые цветы, таблетки аспирина, белые облака и сверхзвуковые самолеты, а еще — галактики, планеты, атомы, обезьяньи сердца и человечесьи мозги. Платоновский мир математических форм, который для Пенроуза не менее реален, чем физический и ментальный, — родина математики. Именно там обнаруживаешь натуральные числа 1, 2, 3, 4 и так далее, все формы и теоремы евклидовой геометрии, законы движения Ньютона, теорию струн, теорию катастроф и математические модели поведения фондового рынка. И тут-то, как замечает Пенроуз, и таятся три загадки. Во-первых, мир физической реальности подчиняется законам, которые на самом деле пребывают в мире математических форм. Эта загадка ставила в тупик самого Эйнштейна. В таком же недоумении по этому поводу

* Об этих трех мирах Пенроуз замечательно пишет в книгах «Новый ум короля» и «Путь к реальности».

пребывал физик Юджин Вигнер (1905–1995), нобелевский лауреат (Wigner 1960)*.

Математический язык удивительно хорошо приспособлен для формулировки физических законов. Это чудесный дар, который мы не понимаем и которого не заслуживаем. Нам остается лишь благодарить за него судьбу и надеяться, что и в своих будущих исследованиях мы сможем по-прежнему пользоваться им. Мы думаем, что сфера его применимости (хорошо это или плохо) будет непрерывно возрастать, принося нам не только радость, но и новые головоломные проблемы. (Здесь и далее пер. Ю. Данилова.)

66

Во-вторых, само воспринимающее сознание, обиталище сознательного восприятия, неведомо как зарождается именно в физическом мире. Но как именно *материя* порождает *сознание* — причем порождает в буквальном смысле слова? Сумеет ли мы когда-нибудь сформулировать теорию работы сознания, столь же цельную и убедительную, сколь, к примеру, наша нынешняя теория электромагнетизма? Тут цикл чудесным образом замыкается. Воспринимающее сознание благодаря какому-то загадочному механизму обладает доступом к математическому миру, поскольку именно оно то ли открывает, то ли создает и формулирует целую сокровищницу абстрактных математических форм и понятий.

Пенроуз не предлагает ответов ни на одну из этих трех загадок. Он просто делает лаконичный вывод: «Миров, несомненно, не три, а только один, о подлинной природе которого мы на сегодня не имеем ни малейшего представления». В этом признании гораздо больше

* К этой статье мы еще не раз вернемся на страницах нашей книги.