

Космология — наука о рождении, эволюции и возможном будущем нашей Вселенной, о формах материи и энергии, заполняющих космическое пространство и влияющих на его динамику. Космос бесконечно огромен, и в его пространственно-временных просторах существуют многочисленные физические явления, условия для реализации которых еще долгое время будут недостижимы в земных лабораториях. Поэтому, изучая космическое пространство, изучая Вселенную, мы не только удивляемся новым астрофизическим объектам и явлениям, но и открываем новые фундаментальные законы физики, подтверждением чего являются Нобелевские премии (только в начале этого века за работы по космологии уже присуждено три).

Космос сколь прекрасен, столь и загадочен и всегда вызывал интерес не только у ученых, но и у всех на свете, пытающихся осознать устройство нашего мира, поэтому рассказы о космосе, об эволюции Вселенной занимают одно из ключевых мест в научно-популярной литературе. Вот и «Маленькая книга о Большом взрыве» — еще одна попытка простым языком объяснить сложные вещи современной космологической картины мира. По мере продвижения к Большому взрыву Тони Ротман доходит до инфляционных теорий, описывающих самые ранние моменты рождения Вселенной. При этом приближение к точке сингулярности Большого взрыва требует создания теории квантовой гравитации, объединяющей общую теорию относительности с квантовой механикой. На этом пути возникают и такие новые концепции, как мульти-вселенная и множественность миров. Все это демонстрирует не только то, как сильно за последнее столетие мы продвинулись в понимании и описании Вселенной, но и то, что по мере более детального изучения космоса перед нами открываются его новые загадки и его новая глубина.

Александр Владимирович Иванчик,

зав. сектором теоретической астрофизики ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН,
зав. кафедрой физики космоса
Академического университета им. Ж. И. Алфёрова,
д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН

TONY ROTHMAN

A LITTLE BOOK ABOUT THE
BIG BANG

ТОНИ РОТМАН

МАЛЕНЬКАЯ КНИГА
О БОЛЬШОМ ВЗРЫВЕ



УДК 524.8
ББК 22.637.6
Р79

Tony Rothman

A little book about the Big Bang

Published by arrangement with Harvard University Press
via Alexander Korzhenevski Agency (Russia)

Перевод с английского языка *Арсена Узбекова*
Научное редактирование *Мильды Соколовой*

Ротман, Тони

Р79 Маленькая книга о Большом взрыве / Т. Ротман ; пер.
с англ. А. Узбекова. — М. : КоЛибри, Азбука-Аттикус,
2025. — 164 с. — (Научный интерес).

ISBN 978-5-389-23825-1

Если вы думаете, что физика и космология в основном скучные и непонятные, то «Маленькая книга о Большом взрыве» вас точно переубедит!

Словно гид, Тони Ротман ведет нас от идеи зарождения Вселенной до теории общей относительности и современных исследований с помощью спутников «Хаббл» и «Планк». Шаг за шагом поясняя развитие космологии, автор честно признается, что наука еще многого не знает. Новые открытия и исследования скорее оставляют больше вопросов, чем ответов: например, все еще неизвестно, что такое черная материя или какую модель имеет Вселенная. Именно поэтому космос так таинствен и притягателен для нас.

Прочитав «Маленькую книгу о Большом взрыве» Тони Ротмана, вы станете чуть ближе к разгадке Вселенной и пониманию законов, благодаря которым мы существуем.

УДК 524.8
ББК 22.637.6

ISBN 978-5-389-23825-1

© By the President and Fellows of Harvard College, 2022
© Перевод на русский язык, Узбеков А. А., 2024
© Издание на русском языке, оформление.
ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2025
КоЛибри®

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. ПОЧЕМУ СУЩЕСТВУЕТ ЧТО-ТО, А НЕ НИЧТО?	7
1. ГРАВИТАЦИЯ, ТЫКВЫ И КОСМОЛОГИЯ	15
2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ	22
3. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ КАК ОСНОВА КОСМОЛОГИИ	29
4. РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ВСЕЛЕННАЯ	43
5. РОЗЕТТСКИЙ КАМЕНЬ КОСМОЛОГИИ: КОСМИЧЕСКИЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН	55
6. ПЕРВИЧНЫЙ КОТЕЛ	65
7. ТЕМНАЯ ВСЕЛЕННАЯ	78
8. ЕЩЕ БОЛЕЕ ТЕМНАЯ ВСЕЛЕННАЯ	88
9. ГАЛАКТИКИ СУЩЕСТВУЮТ — И МЫ ТОЖЕ	96
10. ОРГАН, НА КОТОРОМ ИГРАЕТ ВСЕЛЕННАЯ	103
11. ПЕРВЫЙ ВЫВОД: КОСМИЧЕСКАЯ ИНФЛЯЦИЯ	115
12. МОЖНО ЛИ ВЕРИТЬ ИНФЛЯЦИОННОЙ ТЕОРИИ?	126
13. СЖАТИЯ И ОТСКОКИ	135
14. ПРИ ЧЕМ ЗДЕСЬ КВАНТОВАЯ ГРАВИТАЦИЯ?	142
15. МУЛЬТИВСЕЛЕННЫЕ И МЕТАФИЗИКА	155

Посвящается моим учителям и коллегам,
которые научили меня большему,
чем знали сами

ВВЕДЕНИЕ

ПОЧЕМУ СУЩЕСТВУЕТ ЧТО-ТО, А НЕ НИЧТО?

Эта маленькая книга посвящена величайшему из возможных явлений — Большому взрыву. И речь не о популярном сериале — речь о космологии. По утверждению космологов, эта наука занимается изучением структуры и эволюции Вселенной в целом, хотя в последние сто лет о ней все чаще говорят как о дисциплине, изучающей именно ранние периоды развития Вселенной. В таком виде она подразумевает исследование происхождения галактик, анализ легчайших химических элементов, наблюдение за тепловым излучением, пронизывающим весь космос, а также изучение необычных явлений, которые мы не способны наблюдать невооруженным глазом: темной материи и темной энергии. Итак, космология — это наука о возникновении и развитии Вселенной начиная с первых лет и даже долей секунд; история формирования первых

элементарных частиц. Космология — теория Большого взрыва.

Космологию любят сравнивать с точкой, в которой физика сходится с философией. В определенной степени это утверждение верно — и в некотором смысле неизбежно. Если задуматься, любая наука представляет собой постановку вопросов и дальнейший поиск ответов. Если в поиске ответов нам удастся зайти достаточно далеко, вопросы исчезают сами собой. Это особенно актуально для космологии: как только речь заходит о теории Большого взрыва, первое, что хочет спросить человек, далекий от этой науки (то есть большинство людей): что же предшествовало Большому взрыву? Это вполне естественный и справедливый вопрос, но ответа на него нет и, скорее всего, так и не появится при жизни автора. Как бы то ни было, моя задача — изложить вопросы, возникающие как у специалистов, так и у людей, не знакомых с этой наукой, и постараться ответить на них со всей доступной для меня простотой. Поскольку эта книга предназначена прежде всего для тех, кто интересуется наукой, но не имеет научного образования и достаточных познаний в математике, мои коллеги могут упрекнуть ее в отсутствии строгости и полноты. Тем не менее моя цель не охватить данную область знаний во всех мельчайших деталях, а скорее прояснить лишь некоторую ее часть.

Поэтому я постарался свести специальную терминологию к минимуму, и хотя обилие цифр, приведенных в книге, удовлетворит любого читателя, все уравнения в ней не сложнее обыкновенных линейных, прочие же вычисления можно найти в сносках. Книга предполагает способность читателя понимать элементарные графики, а также его желание следовать за логикой более подробной аргументации. С другой стороны, я вынужден согласиться с одним из бесчисленных афоризмов, приписываемых, но никогда в реальности не принадлежавших Эйнштейну: «Нужно смотреть на

вещи по возможности просто, но не слишком просто»¹. С годами я убедился, что все можно упростить лишь до определенного уровня, и для космологии, в силу ее глубоко математической природы, это наблюдение тоже, как правило, справедливо. Поэтому я не буду пытаться объяснять математику через доступные физические понятия, если это не представляется мне возможным.

Несмотря на отсутствие в этой книге чего бы то ни было, напоминающего реальную математику, я постараюсь убедить вас в том, что современная космология представляет собой невероятную структуру с крепким, как скала, фундаментом, достойным вашего доверия. Каждая глава в своей основе опирается на предыдущую, поэтому книгу лучше читать с самого начала. Если же вы хотите получить из нее лишь краткую выжимку, ваше терпение в один момент просто иссякнет.

Как уже было сказано, космология поднимает перед нами глубинные вопросы, и я постараюсь не избегать их, говоря о понятийных основах современной теории Большого взрыва. Как сказал один мудрый наставник, «если ты задаешь глупые вопросы, ты чувствуешь себя глупым, но если ты не задаешь глупые вопросы, ты остаешься глупым». Таким образом, по мере чтения вы будете чаще задавать вопросы, чем получать ответы. В итоге, пытаясь объять необъятное, вы довольно скоро перейдете от первичного вопроса «Что было до Большого взрыва?» — к финальному: «Почему существует что-то, а не ничто?» Учитывая, что люди бились над ним тысячелетиями, но так и не пришли к единому мнению, не стоит пытаться дать на него ответ.

Серьезно: если вы зададите тот же вопрос любому порядочному космологу, единственным ответом, на который вы можете рассчитывать, будет «я не знаю».

¹Здесь и далее, если не сказано иное, — перевод Арсена Узбекова. — Прим. ред.

Лучше спросите его, имеют ли все эти уравнения на доске из сериала какой-то смысл? На это он сможет точно сказать: «Да, имеют». Я по личному опыту знаю, что космология и косметика — далеко не одно и то же, и к поверхностным вопросам космологи подготовлены достаточно плохо.

* * *

Поскольку книга рассчитана на усредненного читателя, я буду прибегать к аналогиям чаще, чем к уравнениям. Конечно, у такого подхода тоже есть свои риски. Рано или поздно любая аналогия рухнет, ведь аналогия, как и теория, представляет собой лишь модель реальности, а не саму реальность. Например, говоря о Большом взрыве, космологи любят объяснять некоторые свойства расширяющейся Вселенной, приводя в пример воздушные шарики, хотя такое сравнение не является идеальным, ведь Вселенная — это не шар. Таким образом, прибегая к аналогиям, важнее всего понимать, чем именно они отличаются от реальности.

Я уже несколько раз использовал слово «теория» в своих объяснениях. Позвольте мне уточнить, что, когда ученый использует этот термин, он вкладывает в него не тот смысл, к которому мы привыкли. Мы часто слышим по радио, что у прокурора есть своя теория насчет того, как было совершено преступление, а у адвоката есть теория, что прокурор — сумасшедший. Как правило, это не теории, а гипотезы, не подкрепленные доказательствами, а ситуации, в которых они возникают, изменяются так быстро, что подтвердить или опровергнуть их становится невозможно.

Напротив, физическая теория — это сеть глубоко связанных между собой идей и прогнозов, подкрепленных доказательной базой в виде математических вычислений, наблюдений и экспериментов. Именно ее имеют в виду космологи, когда говорят о теории Большого взрыва. Элементы этой

теории изучаются на протяжении уже почти ста лет, и некоторые космологи замечают, что их дисциплина все больше походит на инженерию, а не на фундаментальные исследования. В общем, современной космологии можно верить.

* * *

Но ключевое различие между космологией и другими науками никуда не исчезло: для исследований у нас есть лишь одна-единственная наблюдаемая Вселенная. Суть подавляющего большинства наук состоит в проведении эксперимента и его неоднократном повторении. Например, чтобы протестировать вакцину, производитель лекарств раз за разом испытывает ее на большом количестве подопытных, и если полученные им результаты не подтверждаются работой других ученых из других стран, вакцина отвергается как ненадежная. Космологи же (по крайней мере, пока) не имеют возможности проводить эксперименты в других вселенных и, следовательно, не могут с уверенностью говорить о том, как бы выглядела наша с вами Вселенная в тех или иных обстоятельствах.

И хотя космологи не могут объяснить нам всего, они в то же время говорят куда больше, чем ничего. Когда мы сталкиваемся с задачей изучения Вселенной как единого целого (а именно в этот момент мы оказываемся перед лицом главных вопросов), наличие лишь одной Вселенной для исследования оказывается вполне преодолимым препятствием, справиться с которым нам помогают данные и наблюдения, собранные нашими близкими коллегами — астрономами, традиционно занимающимися изучением поведения планет, звезд и галактик при помощи телескопов, расположенных на Земле или околоземной орбите. Конечно, астрономы — все существа совершенно земные, ведь еще ни один космический корабль

или телескоп не смог добраться ни до ближайшей звезды, ни уж тем более галактики, а значит, мы по-прежнему не можем проводить эксперименты над астрономическими объектами². Но в основе астрономической науки лежит один важный принцип: фундаментальные законы физики одинаковы во всей Вселенной. Астрофизики — близкие коллеги космологов и астрономов — используют эти законы, чтобы расшифровывать поведение звезд и галактик. Поскольку пока нет возможности отправлять космические зонды в дальние уголки Вселенной, мы (по крайней мере, до тех пор, пока жива наша цивилизация) полагаемся на свет и иные источники информации, сообщающие о том, что там происходит. На самом деле один из величайших триумфов науки состоит именно в том, как много мы смогли узнать о космосе, не сходя с места и опираясь лишь на знание того, что законы природы в известном нам виде действуют повсюду. И все же вопрос, *до какой степени* законы физики применимы ко всей Вселенной, пока остается открытым.

В настоящее время космологи пытаются реконструировать эволюцию Вселенной, используя тот же подход, что астрономы и астрофизики: при помощи компьютера или простого листа бумаги мы применяем математические формулировки известных нам законов физики, чтобы построить модель изучаемой нами системы, а затем проверяем, соответствуют ли вычисления полученным наблюдениям. Такой системой может быть как скопление галактик, так и вся Вселенная. Если выстроенная нами модель согласуется с данными наблюдений, мы идем пить пиво.

² Не так давно был подтвержден феномен, названный астрофизиками эффектом Шапиро (эффектом ОТО). Замедление времени в гравитационном поле Луны было доказано с помощью специальной системы отражения лазерного луча: угольковые отражатели на Луне позволили уточнить ряд физических характеристик системы Земля-Луна. Таким образом, сегодня человечество уже научилось использовать для экспериментальных исследований планетные системы и готовится работать со звездами. — Прим. ред.

Если нет — ищем математические ошибки. Если математических ошибок не обнаружено, мы ищем ошибки концептуальные, а если модель и после этого не согласуется с наблюдениями, добавляем в нее новые явления и в том случае, если они улучшают результат, просим наших коллег-наблюдателей приступить к их поиску.

Ученый обязан стремиться избегать добавления новых сущностей для объяснения тех или иных явлений, пока не исчерпаны возможности существующей теории. А уж размышляя о первых мгновениях после Большого взрыва, хм...

* * *

Размышляя о самых первых мгновениях, последовавших за Большим взрывом и возникновением Вселенной, читатель может задаться вопросом, где именно астрономия и астрофизика уступают место космологии. Правда в том, что четких границ здесь нет. Как правило, ученый, занимающийся исследованиями в одной из этих трех областей, и в остальных двух будет разбираться неплохо. Разница между ними по большей части в *масштабах*. Астрономы и астрофизики традиционно изучают поведение звезд, планет и галактик. Не так давно они обратили внимание на скопления и сверхскопления галактик. Космологи, в свою очередь, наблюдают самую широкую картину из возможных: они пытаются понять, как область, размерами напоминающая сверхскопление, стала похожа на Вселенную в том виде, в каком мы ее знаем.

Несмотря на то что поведение галактик обусловлено теми же законами физики, что и поведение звезд, эта книга не рассказывает ни о галактиках, ни о звездах, ни о планетах. Также в ней почти не затрагивается тема черных дыр, ведь, при всей своей увлекательности, с космологической точки зрения они слишком малы, чтобы на них останавливаться.

Для любого космолога крайне важно и полезно учитывать наличие разных астрономических масштабов, поэтому на протяжении всей книги я буду использовать стандартную астрономическую практику: обозначать расстояния в единицах измерения времени, требующегося свету, чтобы пройти эти расстояния.

Вы наверняка знаете, что свету требуется около восьми минут, чтобы пройти путь от Солнца до Земли. Округлим до десяти. Таким образом, мы можем сказать, что Земля находится на расстоянии примерно десяти световых минут от Солнца. Аналогично световой год — это расстояние, которое свет преодолевает за один год. Астрономы никогда не переводят световые годы в мили или километры, а значит, и вам не стоит. Лучше постарайтесь приучить себя к мысли, что масштабы во Вселенной могут быть очень разными.

Расстояние от Земли до ближайшей звезды за пределами Солнечной системы — четыре световых года.

Диаметр нашей галактики — Млечного Пути — около ста тысяч световых лет.

Расстояние между скоплениями галактик — миллионы световых лет.

Размер сверхскопления галактик — сотни миллионов световых лет.

Размер наблюдаемой Вселенной — более миллиарда световых лет.

* * *

Таковы в общем виде масштабы, с которыми мы будем работать в этой книге.

**Кто-то еще хочет получить от меня совет по поводу теней и туши для ресниц?
Сомневаюсь.**



ГРАВИТАЦИЯ, ТЫКВЫ И КОСМОЛОГИЯ

Космология — это наука о том, как гравитация определяет эволюцию всей Вселенной. Следовательно, чтобы разобраться в космологии, мы должны разобраться в гравитации.

Гравитация — самое слабое из известных человеку природных взаимодействий. Взаимодействие же с точки зрения физики — это всего лишь отталкивание или притяжение, оказываемые на объект. Здесь нет никаких подводных камней. Одна из главных причин, по которым физике принято считать самой фундаментальной наукой, заключается в том, что именно представители этой области доказали: в природе существует лишь четыре фундаментальные силы. Одна из них, называемая *сильным взаимодействием* и действующая в ядре атома, является самой мощной и удерживает вместе элементарные частицы. Любое атомное ядро состоит из нейтронов и протонов, и если бы не сила, которая их связывает, электрическое

отталкивание, возникающее между положительно заряженными протонами, заставило бы его разлететься на части. Энергия, связанная с сильным взаимодействием, высвобождается, например, в момент ядерного взрыва. Однако этот тип силы действует только в атомном ядре, которое, в масштабах космологии, чрезвычайно мало.

Вторая фундаментальная сила — это *слабое взаимодействие*. В миллиарды раз более слабая, она управляет некоторыми формами радиоактивного распада. Например, она определяет скорость распада трития, тяжелого изотопа водорода, который после распада превращается в изотоп гелия. Как и сильное, слабое взаимодействие работает лишь в пределах атомного ядра, незначительного в масштабах космологии.

Наиболее важными в нашей повседневной жизни являются электрическое и магнитное поля, представляющие собой две стороны *электромагнитного взаимодействия*. Оно работает во всех химических соединениях и движет всеми электромагнитными устройствами — тостерами, смартфонами и вообще всем, что давно стало привычной частью нашей жизни. Несмотря на то что электромагнитное взаимодействие является основой современной цивилизации, для его создания требуется электрический заряд, а поскольку такие астрономические тела, как планеты, его не имеют, они не могут оказывать друг на друга электрическое и магнитное воздействие.

Все объекты оказывают друг на друга *гравитационное воздействие*. Тем не менее сама гравитация (четвертая сила) слаба по сравнению с другими видами взаимодействия — тот факт, что гравитационное притяжение всей Земли не может сдвинуть с места даже магнит на холодильнике, показывает, насколько гравитационная сила слабее по сравнению с электромагнитной. Физики склонны считать, что гравитационное притяжение между двумя ядрами водорода, протонами,

примерно на тридцать шесть порядков величины³ меньше, чем электрическое отталкивание между ними. Инженеры, к примеру, вообще не учитывают гравитацию, разрабатывая электрические приборы.

И все же, поскольку ядерные силы действуют только в пределах атомного ядра, а астрономические тела электрически нейтральны, получается, что судьба Вселенной в руках самой слабой из всех сил в природе.

* * *

Современная теория гравитации представляет собой общую теорию относительности Эйнштейна, которую часто и справедливо называют самой красивой научной теорией.

На первый взгляд может показаться, что общая теория относительности — это всего лишь доработка теории тяготения Ньютона, разработанной последним почти четыреста лет назад. Вся теория состоит из одного уравнения, объясняющего, каким образом сила гравитации между двумя объектами зависит от их масс и расстояния, которое их разделяет. Нам даже не нужно записывать это уравнение, чтобы понять его смысл: зная массы объектов и расстояние между ними, мы можем точно определить силу гравитации, действующую между ними⁴.

Выше я уже говорил, что сила в физике — это на самом деле отталкивание или притяжение. Она заставляет объект менять свою скорость, или,

³ Порядок величины — это понятие, используемое для определения относительной величины или малости физического параметра. Если одно число на порядок больше другого, то, значит, первое в 10 раз больше второго, то есть за величину масштабирования обычно берут 10. Порядок величины чаще всего применяют для приблизительных сравнений, отражая серьезные отличия. — Прим. ред.

⁴ В рамках закона Ньютона сила гравитации (F) действует между двумя массами, m_1 и m_2 , и выражается формулой $F = Gm_1m_2 / r^2$, где r — расстояние между массами, а G — гравитационная постоянная, ее значение может быть измерено в лаборатории. — Здесь и далее прим. авт.

другими словами, ускоряться. Если пианино движется, ускоряясь и замедляясь, на него действует сила. Если скорость движения пианино неизменна, оно не находится под действием силы.

Согласно теории Ньютона, если мы знаем, какие силы действуют на объект, мы можем вычислить величину его ускорения и таким образом спрогнозировать его поведение в будущем. Это значит, что если бы нам были известны массы всех звезд во Вселенной и актуальные расстояния между ними, мы бы знали все как о ее прошлом, так и о ее будущем. Именно поэтому Вселенную Ньютона часто сравнивают с часовым механизмом. По большей части это сравнение справедливо.

* * *

Ньютоновская теория тяготения так хорошо показала себя в стандартных условиях работы, что в течение еще двух столетий астрономы были уверены, будто она может объяснить абсолютно все перемещения, наблюдаемые в Солнечной системе. Лишь к середине XIX века они начали догадываться, что могли заблуждаться. Как и все планеты, Меркурий движется вокруг Солнца по эллиптической орбите. В случае если бы Меркурий и Солнце были единственными небесными телами в Солнечной системе, точка, в которой расстояние между ними минимально, называемая *перигелием*, всегда оставалась бы неподвижной. Но астрономы заметили, что перигелию свойственно постепенно менять свое местоположение. Результаты расчетов показали, что в значительной степени эти перемещения вызваны гравитационным притяжением со стороны других планет Солнечной системы, однако это не объясняло всего смещения. И это загадочное отклонение ученые пытались объяснить в течение почти полувека, выдвигая самые разные теории.

Когда в начале XX века Эйнштейн начал разрабатывать общую теорию относительности, сме-

Научно-популярное издание / Танымал ғылыми басылым

Научный интерес

Ротман Тони

Маленькая книга о Большом взрыве

Ответственный редактор *Арина Миронова*
Научный редактор *Мильда Соколова*
Дизайнер обложки *Михаил Левыкин*
Верстальщик *Ксения Кочурина*
Технический редактор *Ксения Кочурина*
Корректоры *Оксана Другова, Светлана Луконина*

Подписано в печать / Баспаға қол қойылды 02.12.2024.

Формат 84×108 1/32. Гарнитурa «Sitka».

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,6. Тираж 2000 экз.

W-SCI-32780-01-R. Заказ №

Изготовитель:	Өндіруші:
ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» – обладатель товарного знака «КоЛибри» 115093, Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Даниловский, пер. Партийный, д. 1, к. 25 Тел. (495) 933-76-01, факс (495) 933-76-19 E-mail: sales@atticus-group.ru	«Издательская Группа «Азбука-Аттикус» ЖШҚ – «КоЛибри» тауар белгісінің иесі 115093, Мәскеу, қ. іш. аум. Даниловский муниципалдық округі, Партийный т.ш., 1-үй, к. 25 Тел. (495) 933-76-01, факс (495) 933-76-19 Эл. поштасы: sales@atticus-group.ru
Филиал ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» в г. Санкт-Петербурге 191024, Санкт-Петербург, Херсонская ул., д. 12–14, лит. А Тел. (812) 327-04-55 E-mail: trade@azbooka.spb.ru www.azbooka.ru; www.atticus-group.ru	Санкт-Петербург қаласындағы «Азбука-Аттикус» Баспа Тобы» ЖШҚ филиалы 191024, Санкт-Петербург, Херсон көшесі, 12–14 үй, лит. А Тел. (812) 327-04-55 Эл. поштасы: trade@azbooka.spb.ru www.azbooka.ru; www.atticus-group.ru
Отпечатано в России.	Ресейде басып шығарылған.

Техникалық реттеу туралы РФ заңнамасына сай басылымның сәйкестігін
растау туралы мәліметтерді мына адрес бойынша алуға болады:
<http://atticus-group.ru/certification/>.

Знак информационной продукции (Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г.)
Ақпараттық өнім белгісі (29.12.2010 ж. № 436-ФЗ Федералдық заң)



Федеральный закон № 436-ФЗ «О защите детей от информации,
причиняющей вред их здоровью и развитию»
от 29.12.2010 г. не распространяется.

«Балаларды денсаулығы мен дамуына зиян келтіретін ақпараттан қорғау туралы»
29.12.2010 ж. № 436-ФЗ Федералдық заңы қолданылмайды.