

**А.С. Эддингтон**

# **Звезды и атомы**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 004  
ББК 92  
А11

А11 **А.С. Эддингтон**  
Звезды и атомы / А.С. Эддингтон – М.: Книга по Требованию, 2021. – 154 с.

**ISBN 978-5-458-63127-3**

"Правильно замечание переводчика, что книга Эддингтона - редкое событие в научно-популярной литературе; она замечательна со многих точек зрения. Представить читателю неспециалисту целый ряд сложнейших, порою довольно технических вопросов физики и астрофизики представить их так, чтобы он читал книгу с ощущением захватывающего интереса, с сознанием какой-то особой близости и важности этих вопросов— такая задача требует мастерства изложения, которое дано немногим. Эддингтон в этой книге раскрывается не как первоклассный теоретик, каким его знает весь ученый мир, но как замечательный стилист совершенно индивидуальный в своей фразе, в своих образах и словах. Как далеко мы ушли от главного проповеднически-поучительного тона и стиля популярной литературы прежних лет! У Эддингтона каждая страница, каждый оборот характерны и ярки, подчеркнуты и иногда подчеркнуты чрезмерно,— очевидно с той целью, что бы держать своего читателя в выском напряжении и возбуждении, чтобы не давать ему опомниться от града неожиданных сравнений и навсегда запоминаемых образов. "Перевод с английского профессора С. И. Вавилова

**ISBN 978-5-458-63127-3**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



## ПРЕДИСЛОВИЕ ПЕРЕВОДЧИКА

---

Книга Эддингтона — редкое событие в научно-популярной литературе. Содержание ее, основанное главным образом на собственных исследованиях автора, вероятно, будет в некоторых частях новым даже для специалистов. Тема так увлекательна и изложение настолько просто и остроумно, что чтение книги доставит удовольствие, несомненно, очень широкому кругу читателей.

250 лет тому назад Ньютон создавал на основе астрономических фактов теоретическую физику. Сейчас положение изменилось: на фундаменте новой физики вырастает современная теоретическая астрономия — наука о внутреннем строении звезд. Эта наука навсегда останется теоретической, ибо никогда мы не увидим звездных недр, и потому она должна строиться на прочной основе физических законов. Все содержание новой физики — теория квантов, теория относительности, учение о строении вещества, теория электронов, радиоактивность — бросается на завоевание новой области. Теоретическая астрономия в точном смысле слова — прикладная физика. В этом оправдание того, что книга переводилась физиком, а не астрономом.

Многие читатели-специалисты, вероятно, не будут удовлетворены блестящим, но кратким и упрощенным (иногда до шаржа) изложением автора во многих крайне важных положениях книги. Таким лицам надлежит обратиться к большой монографии Эддингтона, цитированной в предисловии автора. До некоторой степени настоящая книга является только популярным конспектом этого большого замечательного сочинения.

Задача о внутреннем строении звезд содержит слишком много неизвестных, чтобы ее можно было считать хотя бы принципиально решенной. Теория Эддингтона — не единственно возможная, и, что самое существенное, в ней есть явные пробелы. Большая монография автора кончается довольно пессимистическим признанием о существовании двух грозных туч на горизонте теории. Эти тучи: 1) вопрос о коэффициенте непрозрачности звездной материи; 2) источники энергии звезд. Может быть, здесь перед нами новые физические факты, остававшиеся доселе неизвестными земному физики и требующие в первую очередь изменения самой физической теории. Во всяком случае теория Эддингтона, как на это указывается и в книге, — только первый, очень увлекательный, но незаконченный опыт.

Мы сочли полезным некоторые важные места текста, изложенные слишком кратко, пояснить примечаниями, материалом для которых во многих случаях послужила большая монография автора.

*С. Вавилов.*

## ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

---

„Звезды и атомы“ — заглавие вечернего чтения во время съезда Британской ассоциации в Оксфорде в августе 1926 г. Обработывая эту тему для печати, я уже не был ограничен временем, и соответственно она вырослась в книгу из трех лекций. До этого я читал курс из трех лекций в Королевском колледже в Лондоне по тому же вопросу; эти лекции послужили материалом для большинства добавлений.

Полное изложение вопроса, включающее и математическую теорию, дано в моей большой книге: „Внутреннее строение звезд“ (The Internal Constitution of the Stars, Cambr. Univ. Press, 1926). Здесь я излагаю только основные идеи и результаты.

Развитие наших знаний об атомах и радиации привело к ряду интересных результатов в астрономии; обратно, изучение материи в предельных условиях звезд и туманностей играло не меньшую роль в прогрессе атомной физики. Это — главная тема лекций. Мы выбрали такие результаты и открытия, которые можно изложить сравнительно элементарно. Но часто в тексте приходится рассчитывать на сосредоточенность читателя, что возместится, надеюсь, увлекательностью предмета. Изложе-

ние скорее эпизодическое, чем систематическое, но от навыков мысли трудно отказаться совсем, некоторая доля системы имеется в книге. В таких проблемах, где мысль непрерывно переходит от крайне большого к крайне малому, от звезды к атому, и обратно, к звезде, характер тем очень разнообразен; если бы не удерживаться, то пришлось бы в полной мере погрузиться во все радости и печали научного исследования во всех фазах.

Температура всюду в тексте дана в градусах Цельсия. Биллион = миллиону миллионов =  $10^{12}$ , триллион =  $10^{18}$ , квадриллион =  $10^{24}$  и т. д.

А. С. Э.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие переводчика	5
Предисловие автора . . .	7
<i>Лекция первая. звёздные недра.</i>	11
Температура внутри звезды . .	15
Ионизация атомов . . . . .	21
Давление радиации и масса .	32
Недра звезды . . . . .	35
Непрозрачность звездной материи .	37
Связь яркости и массы	41
Плотные звезды . . .	46
<i>Лекция вторая. некоторые новые исследо-</i>	
вания.	52
История Алголя . . . . .	52
История Спутника Сириуса . . . . .	59
Неизвестные атомы и толкование спектров .	65
Спектральные серии . . . . .	71
Облака в пространстве .	77
Солнечная хромосфера . .	84
История Бетельгейзе .	92
<i>Лекция третья. возраст звёзд.</i>	101
Пульсирующие звезды . . . . .	102
Цефеиды, как „нормальная свеча“	107
Гипотеза сжатия . .	112
Субатомная энергия	117
Эволюция звезд .	125
Излучение массы. . . . .	134
<i>Добавление. дальнейшие замечания о спут-</i>	
нике Сириуса . . .	144



### *Лекция первая*

## **ЗВЕЗДНЫЕ НЕДРА**

---

Солнце входит в состав системы, насчитывающей приблизительно три миллиарда звезд. Звезды — шары, по величине сравнимые с Солнцем, т. е. их диаметры порядка миллиона км. В их распоряжении огромные свободные пространства. Вообразите тридцать крикетных мячей, разбросанных и блуждающих по всему объему земли; в своих странствованиях во вселенной звезды не более стеснены и не больше подвергаются риску столкновений, чем крикетные мячи. Но, вероятно, этой системой не ограничивается мир. Все больше уверенности в том, что спиральные туманности — новые „острова-вселенные“, расположенные вне нашей звездной системы. Очень может быть, что наши сведения о мире касаются только ничтожной части обширного целого.

В капле воды содержится несколько тысяч триллионов атомов. Диаметр атома составляет около стомиллионной доли см, и мы, естественно, удивляемся этой тонкости и сложности. Но здесь еще не граница. Внутри атомов вращаются по своим орбитам, подобно планетам вокруг Солнца, еще более мелкие электроны, причем размеры

их таковы, что внутри атома им не менее просторно, чем планетам в солнечной системе.

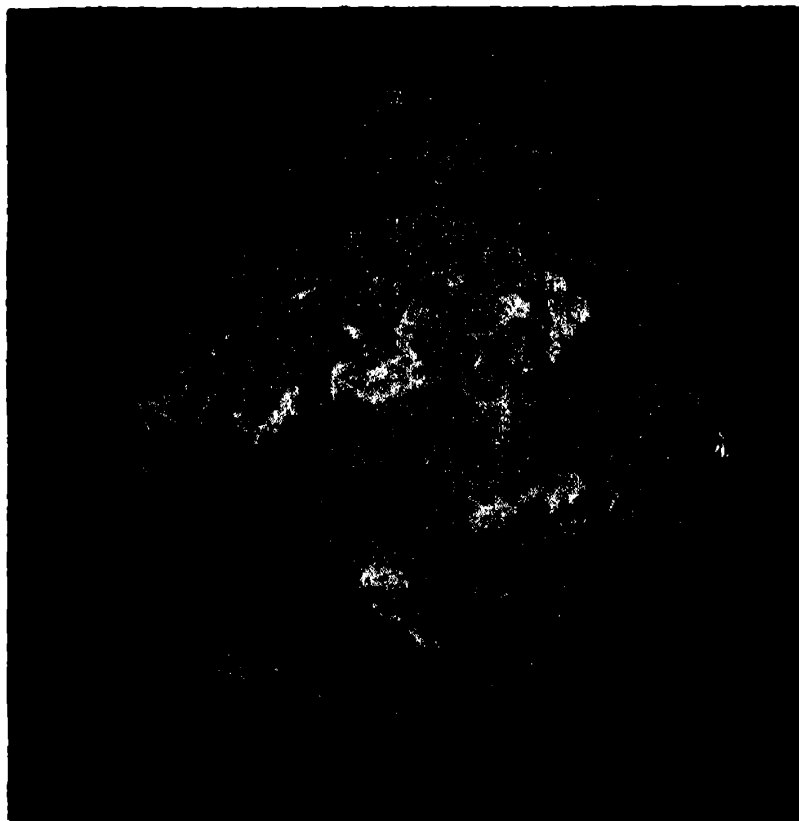
Приблизительно посередине шкалы размеров от атома до звезды находится другая не менее чудесная структура — человеческое тело. Человек несколько ближе к атому, чем к звезде: его тело построено приблизительно из  $10^{27}$  атомов, а  $10^{28}$  человеческих тел составили бы достаточный материал для построения звезды.

Со своего центрального места человек может следить за величайшими проявлениями природы вместе с астрономом или за ее мельчайшими деталями — с физиком. Сегодня я приглашаю вас взглянуть в обе стороны. Ибо путь к познанию звезд идет через атомы, а важнейшие сведения об атомах были получены при изучении звезд.

Самая знакомая для нас звезда — Солнце. Говоря астрономически, оно у нас под рукою. Мы можем измерить его размеры, свесить его, узнать его температуру и т. д. много легче, чем у других звезд. С его поверхности можно получить фотографический снимок, другие же звезды столь далеки, что самые большие телескопы мира не могут дать их увеличенного изображения: они и в телескоп остаются только точками. На рис. 1 и 2 даны современные фотографии поверхности Солнца. Несомненно, что и звезды оказались бы очень похожими на Солнце, если бы мы могли рассмотреть их вблизи.

Я должен, однако, пояснить, что это не обычные фотографии: на простых фотографиях очень хорошо выходят темные прыщи, так называемые солнечные пятна, но в остальном они однородны и мало интересны. Приведенные здесь снимки получены спектрогелиографом, который запечатлевает только свет какой-нибудь опре-

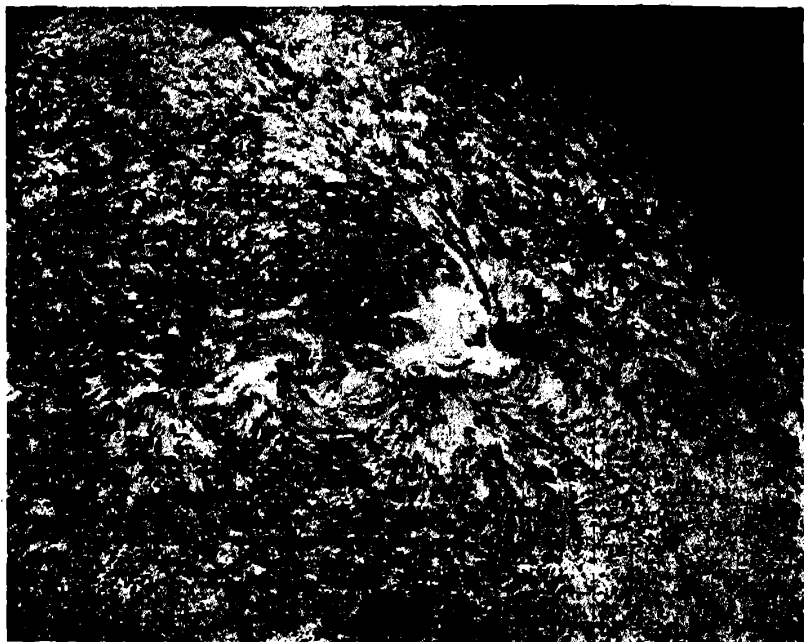
деленной спектральной линии (длины волны) и не реагирует на остальное. В конечном счете, в результате такой фильтрации света, получаются снимки различных



*Рис. 1.* Солнце. Фотография в свете водородной линии, снята Эвершедом в Мадрасе.

высот или уровней солнечной атмосферы и того, что там происходит, на простом же снимке получается смазанная картина сразу всех уровней, налагающихся друг на друга. Рис. 2, соответствующий высокому уровню, дает поразительную картину вихрей, ветров и движений.

Солнечные метеорологи, думается мне, описали бы это смятение знакомыми нам словами: „Можно ждать очень низкого давления со второстепенными депрессиями, вероятно возобновление неустойчивой погоды“. Но, как бы там ни было, относительно Солнца всегда можно сделать



*Рис. 2.* Солнце. Фотография в свете водородной линии, снята на обсерватории Маунт Вильсон в Калифорнии.

правильное предсказание погоды; циклон ли там, или антициклон, температура все равно будет *очень высокой* — около  $6\,000^{\circ}$ .

Но сейчас я не хочу задерживаться на поверхностных слоях солнечной атмосферы. За последнее время по этому вопросу сделано чрезвычайно много нового, интересного и очень существенного для моей темы о звездах