# НАУКА ЗА КАДРОМ

# ИНТЕРСТЕЛЛАР

---

## КИП ТОРН

ПРЕДИСЛОВИЕ КРИСТОФЕРА НОЛАНА

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

# СОДЕРЖАНИЕ

*Предисловие* 7
*Введение* 9

1. Ученый в Голливуде: зарождение замысла «Интерстеллар» 13

## I. ОСНОВЫ

2. Вкратце о Вселенной 29
3. Законы, управляющие Вселенной 39
4. Искривления пространства и времени, приливная гравитация 47
5. Черные дыры 57

## II. ГАРГАНТЮА

6. Анатомия Гаргантюа 69
7. Гравитационные пращи 79
8. Внешний вид Гаргантюа 87
9. Диски и джеты 100
10. Случай — краеугольный камень эволюции 112

## III. ЗЕМЛЯ В БЕДЕ

11. Болезнь растений 117
12. Задыхаясь без кислорода 124
13. Межзвездный перелет 127

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

## IV. ЧЕРВОТОЧИНА

14. Червоточины 139
15. Внешний вид червоточины в «Интерстеллар» 150
16. Обнаружение червоточины: гравитационные волны 158

## V. ИССЛЕДУЕМ ОКРЕСТНОСТИ ГАРГАНТЮА

17. Планета Миллер 173
18. Вибрации Гаргантюа 182
19. Планета Манн 186
20. «Эндюранс» 192

## VI. ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ ФИЗИКА

21. Четвертое и пятое измерения 197
22. Сущности из балка 201
23. Ограничение гравитации 206
24. Гравитационные аномалии 214
25. Уравнение профессора 224
26. Сингулярности и квантовая гравитация 235

## VII. КУЛЬМИНАЦИЯ

27. Кромка кратера 249
28. Внутрь Гаргантюа 258
29. Тессеракт 264
30. Передача сообщений в прошлое 274
31. Эвакуация колоний с Земли 285

*Где узнать больше?* *289*
*Некоторые технические примечания* *303*
*Благодарности* *311*
*Библиография* *313*
*Именной указатель* *317*
*Тематический указатель* *325*

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

2

# Вкратце о Вселенной

Вселенная безбрежна и невероятно прекрасна. Удивительно проста в одних своих проявлениях и невероятно сложна в других. Из всего несметного многообразия понятий, относящихся ко Вселенной, нам сейчас понадобится лишь несколько — о них и поговорим.

## Большой взрыв

Вселенная образовалась 13,7 миллиарда лет тому назад в результате грандиозного взрыва. «Большой взрыв» — это насмешливое название* придумал мой друг, космолог Фред Хойл, который в 1940-е годы принял данную идею в штыки.

Фред ошибался. Мы уже наблюдали излучение от этого взрыва, и лишь за неделю до того, как я пишу эти строки, были получены экспериментальные данные об излучении, испущенном спустя одну триллионную триллионной триллионной доли секунды после его начала!**

---

* Big Bang, дословно — «Большой бабах». *Прим. перев.*

** Введите в поисковике Google «gravitational waves from the big bang» («гравитационные волны большого взрыва») или «CMB polarization» («поляризация реликтового излучения»), чтобы прочитать об этом потрясающем открытии, сделанном в марте 2014 года. Некоторые подробности я раскрою в конце главы 16. *Прим. автора.*



Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

Нам неизвестно, чем был вызван Большой взрыв и существовало ли что-нибудь до него. Так или иначе, в этом взрыве родилась Вселенная — в виде океана сверхгорячего газа, расширяющегося во всех направлениях подобно огненному облаку от взрыва атомной бомбы или газопровода.

Я бы с радостью написал о Большом взрыве целую главу, но героическим усилием воли сдержу свой порыв — до главы 16 мы почти не будем о нем вспоминать.

## Галактики

По мере расширения Вселенной горячий газ, из которого она состояла, охлаждался. В каких-то случайных ее областях плотность газа была немного выше, чем в других. Когда газ становился достаточно холодным, гравитация стягивала каждую из областей высокой плотности внутрь себя, порождая галактики (огромные скопления звезд с их планетами и разреженным газом, заполняющим межзвездное пространство), см. рис. 2.1. Самая первая галактика образовалась, когда Вселенной было несколько сотен миллионов лет.

В наблюдаемой Вселенной приблизительно триллион галактик. Самые большие из них содержат по нескольку триллионов звезд, их поперечный размер — около миллиона световых лет*. Самые маленькие содержат около 10 миллионов звезд, их размер в поперечнике — примерно тысяча световых лет. В центре каждой крупной галактики располагается черная дыра (см. главу 5), которая тяжелее нашего Солнца в миллион или более раз**.

Земля расположена в галактике Млечный Путь. Большинство звезд Млечного Пути сосредоточено в области яркой полосы, которую можно наблюдать на земном небе ясными темными ночами. И почти все видимые на ночном небе огоньки — не только те, что расположены в пределах яркой полосы, — это звезды Млечного Пути.

Ближайшая к нашей крупная галактика называется галактикой Андромеды (рис. 2.2), и находится она на расстоянии 2,5 миллиона световых

---

В марте 2014 года действительно было заявлено о детектировании ненулевых возмущений реликтового излучения, но ряд авторов оспорили результаты эксперимента. Одним из основных контраргументов было игнорирование вклада эффектов межзвездной пыли. *Прим. науч. ред.*

* Световой год — это расстояние, которое свет преодолевает за один год: около ста триллионов километров. *Прим. автора.*

** Выражаясь более научно, ее масса в миллион или более раз превышает солнечную, то есть на некотором фиксированном удалении сила ее гравитационного притяжения эквивалентна силе притяжения миллиона Солнц. *Прим. автора.*

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

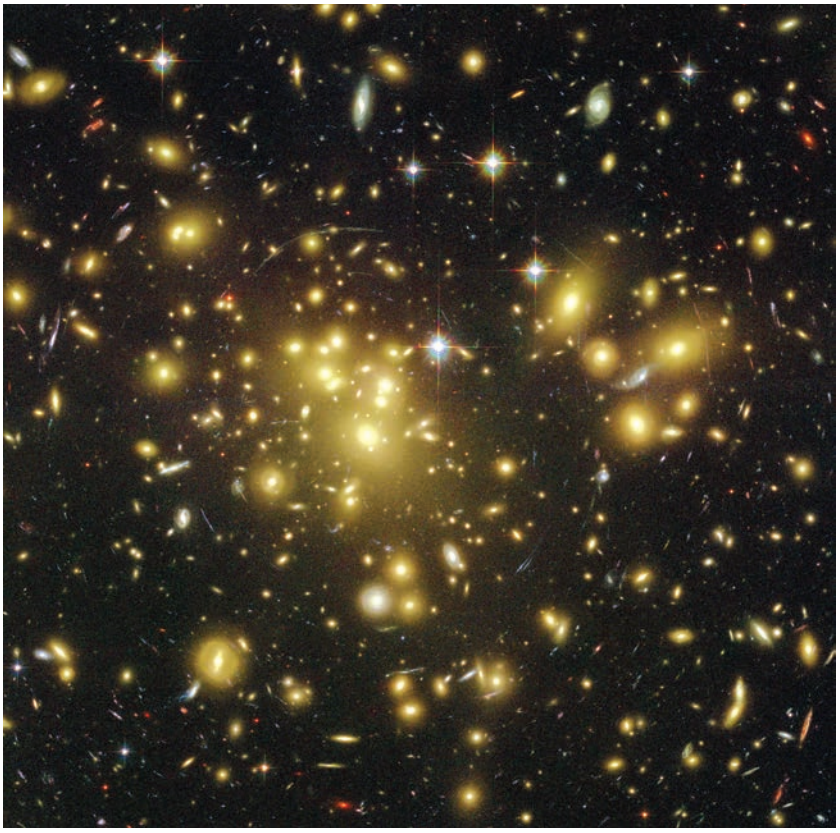

*Рис. 2.1.* Массивное скопление галактик под названием Abell 1689 и множество более отдаленных галактик; сфотографировано космическим телескопом «Хаббл»

лет от Земли. В ней около триллиона звезд, ее поперечный размер — примерно 100 000 световых лет. Млечный Путь и галактика Андромеды в некотором роде близнецы — они схожи по размерам, по форме и по количеству звезд. Если бы на рис. 2.2 был изображен Млечный Путь, Земля находилась бы там, где нарисован желтый ромбик.

В галактике Андромеды есть огромная черная дыра. Она в 100 миллионов раз тяжелее Солнца, а ее поперечный размер примерно равен поперечному размеру орбиты Земли (те же вес* и размер, что и у черной дыры Гаргантюа в «Интерстеллар», см. главу 6). Она находится в центре яркой сферы на рис. 2.2.

## Солнечная система

Звезды — это огромные раскаленные газовые шары, температура которых обычно поддерживается за счет ядерных реакций, протекающих в звездном ядре. Солнце — весьма типичная звезда. Его диаметр — 1,4 миллиона километров, что в сотню раз больше диаметра Земли. Поверхность Солнца покрыта различимыми на вид

* В этой книге я использую слова «масса» и «вес» как синонимы. *Прим. автора.*

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

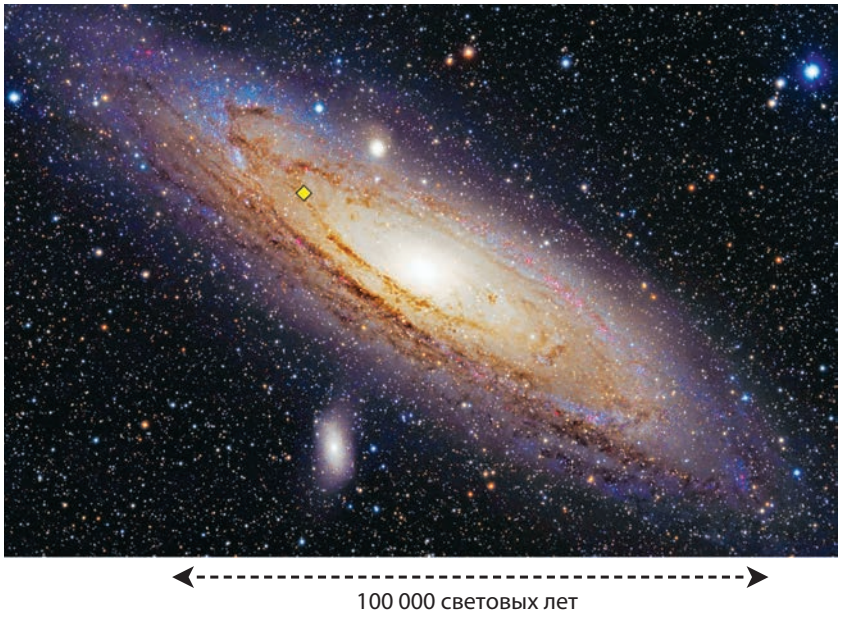


*Рис. 2.2.* Галактика Андромеды

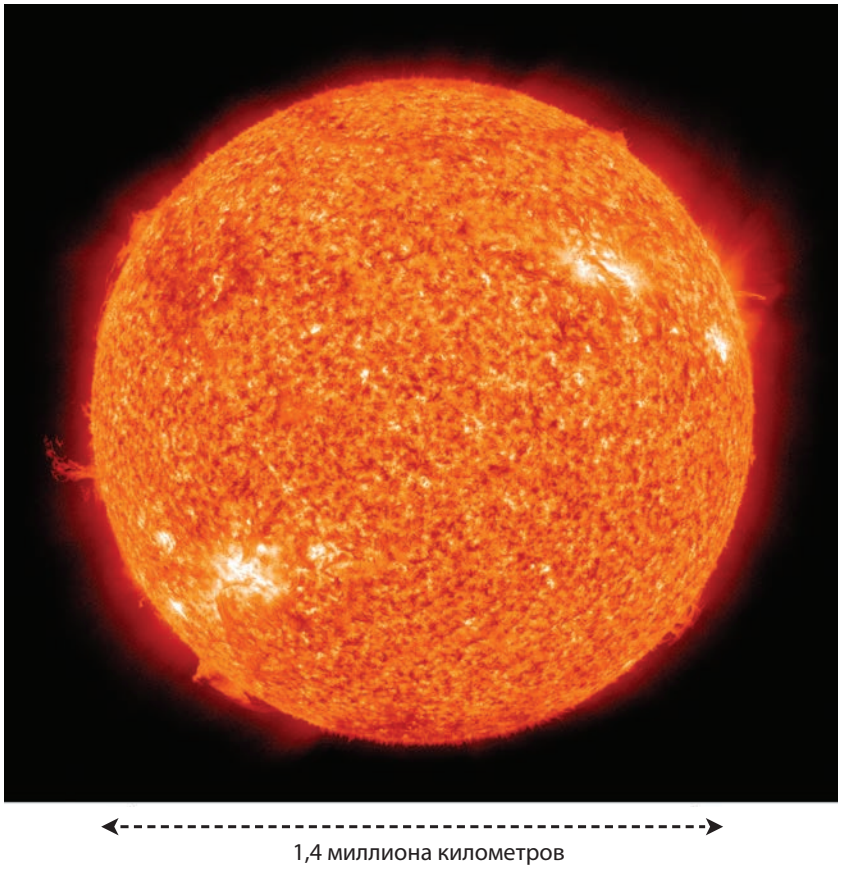


*Рис. 2.3.* Солнце, сфотографированное Обсерваторией солнечной динамики NASA

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

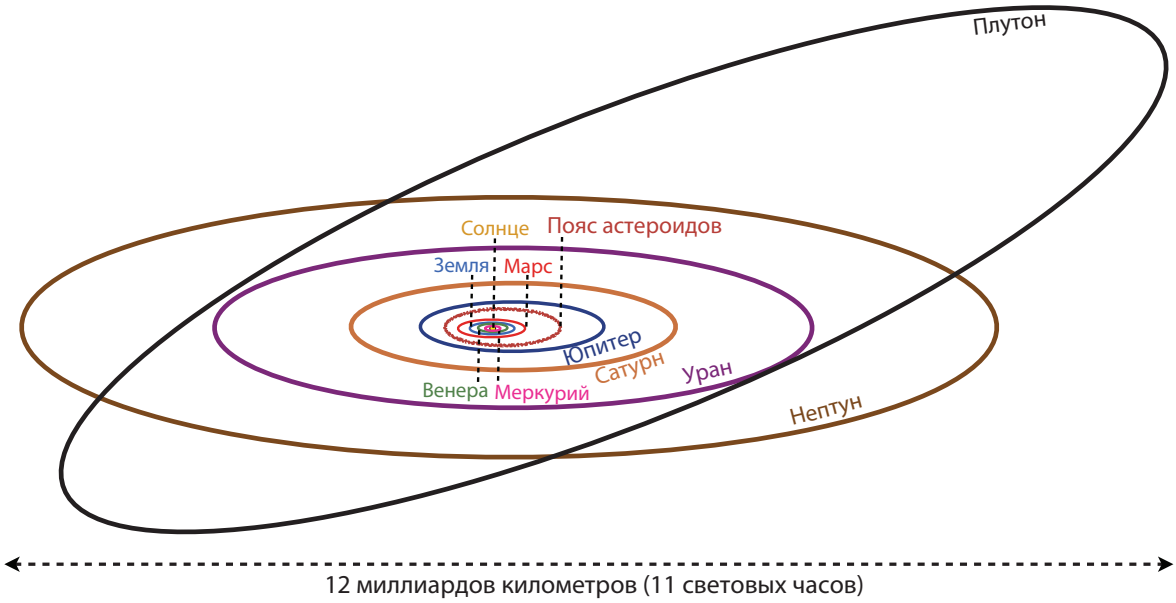


*Рис. 2.4.* Орбиты планет Солнечной системы и Плутона и скопление астероидов

относительно горячими и относительно прохладными областями, а также кое-где встречаются вспышки (протуберанцы), и ее чрезвычайно интересно наблюдать в телескоп (рис. 2.3).

Восемь планет, включая Землю, вращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам вместе со множеством карликовых планет (среди которых наиболее известен Плутон), а также комет и небольших твердых объектов, называемых астероидами и метеороидами (рис. 2.4). Земля — третья планета от Солнца. Сатурн с его роскошными кольцами — шестая планета, и ему в «Интерстеллар» выделена особая роль (см. главу 15).

Солнечная система в тысячу раз больше, чем само Солнце; свету потребуется 11 часов, чтобы пройти от одного ее края до другого.

Расстояние до ближайшей к нам (не считая Солнца) звезды, проксимы Центавра, составляет 4,24 светового года, что в 2500 раз превышает поперечный размер Солнечной системы! В главе 13 мы поговорим об удивительных особенностях межзвездных путешествий.

## Звездная смерть: белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры

Солнцу и Земле около 4,5 миллиарда лет, это примерно треть возраста Вселенной. Спустя примерно еще 6,5 миллиарда лет в солнечном ядре иссякнет ядерное топливо, которое поддерживает жар Солнца. Тогда начнется выгорание топлива в оболочке, окружающей ядро, и поверхность Солнца расширится, поглотив Землю. Когда же топливо

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

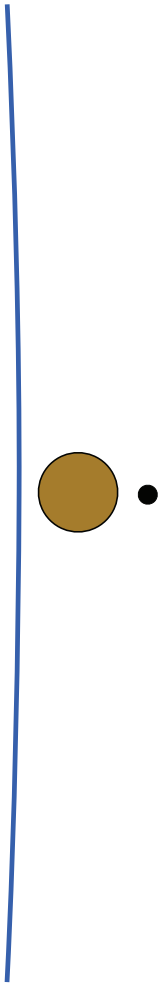

*Рис. 2.5.* Белый карлик (слева), нейтронная звезда (посередине) и черная дыра (справа), которые весят в 1,2 раза больше Солнца. Здесь показана лишь малая часть поверхности белого карлика

в оболочке тоже закончится, а Земля сгорит, Солнце сожмется, превратившись в белый карлик величиной приблизительно с Землю, но в миллионы раз плотнее. Белый карлик постепенно, за десятки миллиардов лет, остынет, сделавшись плотным темным огарком.

Те звезды, что весят гораздо больше Солнца, сжигают свое топливо значительно быстрее, а затем схлопываются, образуя нейтронную звезду или черную дыру.

Масса нейтронной звезды составляет в среднем от одной до трех солнечных масс, диаметр — от 75 до 100 километров (сравнимо с размерами Чикаго), а плотность равна плотности атомного ядра: в сотни триллионов раз выше плотности камня и, соответственно, Земли. Почти целиком нейтронные звезды состоят из ядерной материи — упакованных бок к боку атомных ядер.

Черные дыры же (см. главу 5) целиком и полностью состоят из искривленного пространства и искривленного времени (в главе 4 я поясню это странное утверждение). Таким образом, черная дыра не содержит материи. Однако она имеет поверхность — ее называют «горизонтом событий» или просто «горизонтом», — через которую ничто не способно выйти наружу, даже свет; отсюда и слово «черная» в названии. Диаметр черной дыры пропорционален ее весу*: чем она тяжелее, тем больше.

Если масса черной дыры равна массе типичной нейтронной звезды или белого карлика (скажем, в 1,2 раза тяжелее Солнца), то ее окружность будет равна примерно 22 километрам, что составляет четверть диаметра нейтронной звезды или тысячную часть диаметра белого карлика (см. рис. 2.5).

Поскольку звезды обычно весят не больше 100 Солнц, вес черных дыр, которыми они становятся после смерти, тоже не превышает 100 солнечных масс. Из этого следует, что гигантские черные дыры, которые находятся в ядрах галактик и вес которых составляет от миллиона до 20 миллиардов солнечных масс, не могли образоваться из умирающих звезд. Видимо, они зародились каким-то иным образом — возможно, при объединении множества черных дыр поменьше или в результате схлопывания массивных газовых облаков.

## Магнитные, электрические и гравитационные поля

Силовые линии магнитных полей играют большую роль во Вселенной и очень важны для понимания «Интерстеллар», поэтому стоит поговорить о них, прежде чем углубиться в научные аспекты фильма.

---

* Здесь имеется в виду соотношение между массой черной дыры и ее радиусом Шварцшильда, который характеризует горизонт событий. *Прим. науч. ред.*

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

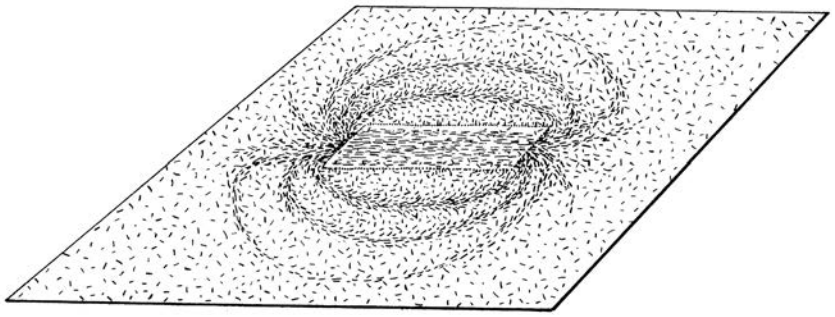

*Рис. 2.6.* Силовые линии магнитного поля вокруг магнитного бруска видны благодаря рассыпанным по листу бумаги железным опилкам (Рисунок Мэтта Зимета по моему наброску; из моей книги «Черные дыры и складки времени: дерзкое наследие Эйнштейна» [Торн 2009].)

Наверное, на уроках физики вам уже приходилось иметь дело с силовыми линиями магнитного поля, когда вы ставили простой, но очень эффектный опыт. Помните, берешь листок бумаги, накрываешь им магнитный брусок и сыпешь сверху железные опилки? Опилки при этом складываются в узор, как на рис. 2.6. Они выстраиваются вдоль силовых линий магнитного поля, которые сами по себе невидимы. Эти линии исходят от одного из полюсов магнита, огибают магнит и достигают другого полюса. Магнитное поле — это совокупность всех магнитных силовых линий.

Если вы возьмете два магнита и поднесете их северными полюсами друг к другу, их силовые линии будут отталкиваться. При этом в пространстве между магнитами вы ничего не увидите, но силу магнитного поля почувствуете. Этот эффект можно использовать для удержания в воздухе намагниченных объектов, каковым может быть даже железнодорожный поезд (рис. 2.7).

*Рис. 2.7.* Первый в мире коммерческий поезд на магнитной подушке в Шанхае, Китай

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

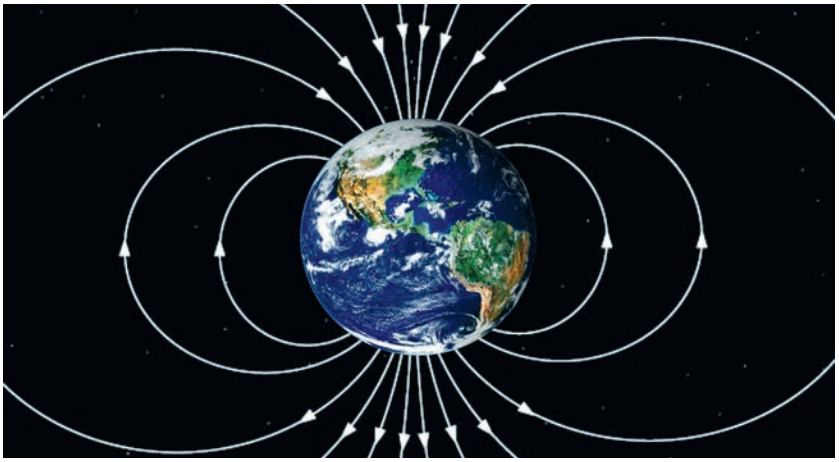

*Рис. 2.8.* Силовые линии магнитного поля Земли

У Земли тоже есть два полюса, Северный и Южный. Силовые линии магнитного поля выходят из Южного полюса, огибают Землю и достигают Северного полюса (рис. 2.8). Эти линии воздействуют на стрелку компаса таким же образом, как и на железные опилки: стрелка не успокоится, пока не встанет вдоль линий настолько точно, насколько это возможно. Таков принцип работы компаса.

Силовые линии магнитного поля Земли можно увидеть, наблюдая полярное (иначе — северное) сияние (рис. 2.9). Силовые линии захватывают летящие от Солнца протоны, и те входят в земную атмосферу.

*Рис. 2.9.* Полярное сияние над Хаммерфестом, Норвегия

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

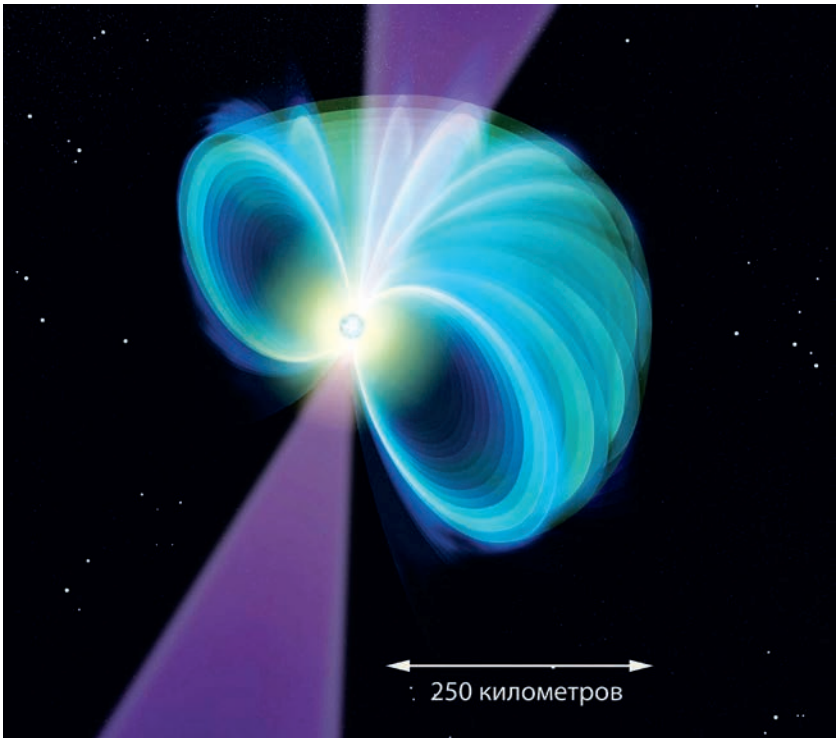


*Рис. 2.10.* Условное изображение нейтронной звезды с магнитным полем в форме пончика и джетами

Там протоны сталкиваются с молекулами кислорода и азота, заставляя их флуоресцировать*. Это свечение и есть полярное сияние.

Магнитное поле нейтронных звезд очень мощное. Его силовые линии, так же как и земные, образуют фигуру, напоминающую пончик. Быстро движущиеся частицы, пойманные в магнитное поле нейтронной звезды, подсвечивают его силовые линии (голубые кольца на рис. 2.10). Некоторые частицы освобождаются и отлетают от полюсов, образуя конусообразные струи — *джеты*** (на рис. 2.10 показаны фиолетовым). Джеты состоят из самых разных излучений: гамма-лучей, рентгеновских лучей, ультрафиолета, видимого излучения, инфракрасного излучения, а также радиоволн. По мере того как звезда вращается, излучающие джеты движутся по небосводу подобно прожекторам. Каждый раз, когда джет поворачивается в сторону Земли, астрономы наблюдают импульс излучения; из-за периодичности импульсов такие звезды и прозвали пульсарами.

Во Вселенной есть и другие поля (совокупности силовых линий) помимо магнитных. Это среди прочих электрические поля

---

* Механизм верно описан для полярного сияния на Земле. Для других планет наиболее яркие линии в спектре излучения определяются составом атмосферы. Так, для Юпитера наиболее яркой будет линия излучения водорода в ультрафиолетовом спектре. *Прим. науч. ред.*

** Среди российских физиков бытует термин «релятивистская струя». *Прим. перев.*

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

(совокупности силовых линий, благодаря которым электрический ток движется по проводам). Еще один пример — гравитационные поля (совокупности силовых линий, которые, в частности, притягивают нас к земной поверхности).

Силовые линии гравитационного поля Земли направлены радиально, к ее центру, и притягивают объекты к Земле. Сила гравитационного притяжения пропорциональна плотности силовых линий (количеству линий, которые проходят через заданную площадь). По мере того как линии приближаются к Земле и проходят через воображаемые сферы все меньшей и меньшей площади (окружности из красного пунктира на рис. 2.11), плотность линий увеличивается обратно пропорционально площади сфер, а следовательно, гравитация возрастает по мере приближения к Земле — обратно пропорционально площади воображаемой сферы. Поскольку площадь каждой сферы пропорциональна квадрату ее удаленности от центра Земли $r$, сила притяжения Земли возрастает как $1/r^2$. Это ньютоновский закон обратных квадратов для гравитации — один из фундаментальных законов физики, которыми так страстно увлечен профессор Брэнд и знакомство с которыми — наша следующая веха на пути освоения научных аспектов «Интерстеллар».

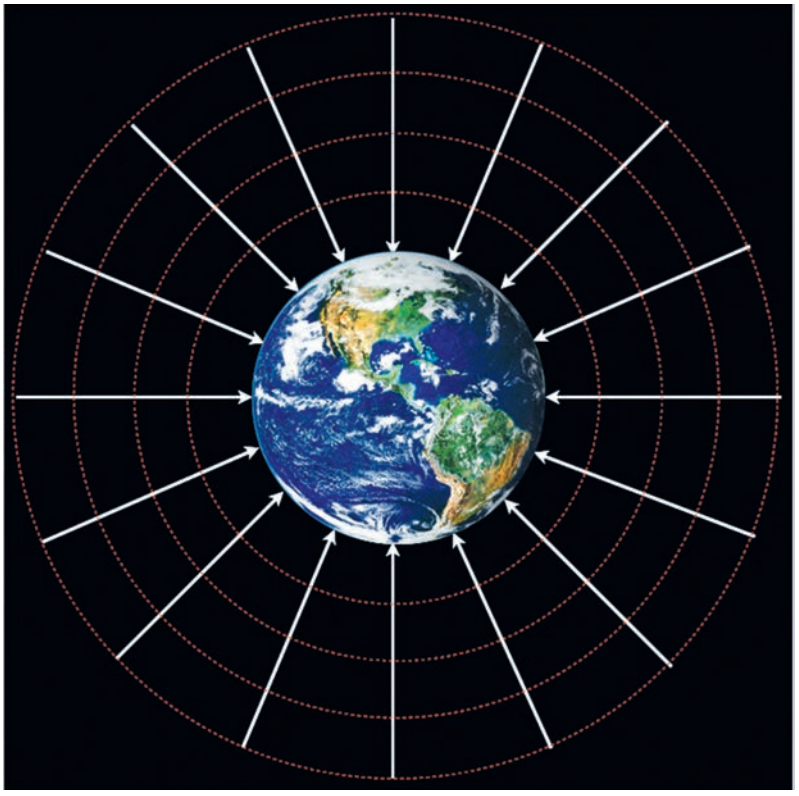

*Рис. 2.11.* Силовые линии гравитационного поля Земли

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

3

# Законы, управляющие Вселенной

## Эпоха великих негеографических открытий

С XVII века и по сей день ученые бьются над разгадкой физических законов, которые управляют Вселенной и формируют ее. Это напоминает то, как европейские путешественники-первооткрыватели самоотверженно исследовали земную географию (рис. 3.1).

В 1506 году кругозор картографов ограничивался Евразией и лишь где-то вдалеке брезжили берега Южной Америки. К 1570 году обе Америки были открыты, но никто и не подозревал о существовании Австралии. К 1744 году была открыта и Австралия, но Антарктика оставалась на карте белым пятном.

Подобно этому (рис. 3.2) к 1690 году были открыты ньютоновские законы физики. С помощью таких понятий, как сила, масса и ускорение, а также уравнений, которые их связывают (например, $F = ma$), законы Ньютона точно описывают движение Луны вокруг Земли и движение Земли вокруг Солнца, полет самолета, распределение нагрузки в конструкции моста и соударение бильярдных шаров, и многие-многие прочие явления. В главе 2 мы уже сталкивались с одним из ньютоновских законов — законом обратных квадратов для гравитации.



Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

Мартин Вальдземюллер, 1506

Абрахам Ортелий, 1570

*Рис. 3.1.* Карты мира

Эмануэль Боуэн, 1744

К 1915 году Эйнштейн и другие ученые доказали, что законы Ньютона не работают в случае очень высоких скоростей (для объектов, которые движутся со скоростью, близкой к скорости света), очень больших расстояний (масштаб Вселенной) и в случае высокой гравитации (например, для черных дыр). Чтобы устранить этот недостаток, Эйнштейн сформулировал свою революционную теорию относительности (рис. 3.2). Используя понятия искривленного времени и искривленного пространства (о которых пойдет речь в следующей главе), законы теории относительности предсказали и объяснили такие феномены, как расширение Вселенной, черные дыры, нейтронные звезды и червоточины.

К 1924 году стало ясно, что законы Ньютона не работают также и для сверхмалых размеров (молекулы, атомы и фундаментальные частицы). Чтобы разобраться с этим, Нильс Бор, Вернер Гейзенберг,

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

*Рис. 3.2.* Законы физики, управляющие Вселенной

Эрвин Шрёдингер и другие ученые вывели законы квантовой физики (рис. 3.2). Взяв за основу, что всё вокруг хотя бы в небольшой мере подвержено случайным колебаниям — флуктуациям (об этом в главе 26) и что эти флуктуации могут порождать новые частицы и излучения «из ничего»*, квантовая физика подарила нам лазеры, ядерную энергию, светодиоды и более глубокое понимание химических процессов.

К 1957 году стало очевидно, что теория относительности и квантовая физика принципиально несовместимы. Их прогнозы коренным образом расходятся в тех случаях, когда велики силы гравитации и квантовые флуктуации**. Например, когда речь идет о рождении Вселенной в Большом взрыве (см. главу 2); о ядрах черных дыр, подобных Гаргантюа (см. главы 26 и 28); или о путеше-

* Современная наука предполагает, что вакуум представляет собой не полное отсутствие каких-либо объектов (частиц, излучений и т. д.), а сложную структуру, и частицы понимаются как некие возбуждения над вакуумом. *Прим. науч. ред.*

** Скажем, если энергия световых волн подвержена сильнейшим квантовым флуктуациям, которые настолько значительны, что случайным образом чрезвычайно сильно искривляют пространство и время. Такие искривления выходят за рамки законов относительности Эйнштейна, а их влияние на световые волны лежит за рамками квантовой теории света. *Прим. автора.*

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

ствиях назад во времени (см. главу 30). «Пылкий брак»* законов теории относительности и квантовой физики положил начало новым законам квантовой гравитации.

Мы пока еще не знаем законов квантовой гравитации, но стараниями величайших физиков XXI столетия на этот счет выдвинуты некоторые очень интересные гипотезы, включая теорию суперструн (см. главу 21). Тем не менее квантовая гравитация остается почти неизведанной территорией, и это оставляет простор для научной фантастики — простор, которым Кристофер Нолан так искусно воспользовался в «Интерстеллар» (см. главы 28–31).

## Научные истины, обоснованные предположения и домыслы

В «Интерстеллар» задействованы все четыре «континента»: ньютоновская физика, теория относительности, квантовая физика и квантовая гравитация. Часть происходящего в фильме соответствует научным истинам, часть — относится к обоснованным предположениям, а остальное — домыслы.

Чтобы называться истиной, научное знание должно основываться на признанных законах физики (ньютоновских, релятивистских или квантовых) и быть подкреплено достаточным количеством наблюдений.

В этом смысле нейтронные звезды и их магнитные поля, описанные в главе 2, являются научной истиной. Почему? Во-первых, существование нейтронных звезд было предсказано на основании теории относительности и квантовых законов. Во-вторых, астрономы в мельчайших подробностях изучили пульсирующее излучение нейтронных звезд (импульсы света, рентгеновского излучения и радиоволн, описанные в главе 2). Этим наблюдениям, если принять, что пульсары — это вращающиеся нейтронные звезды, найдено полное объяснение с точки зрения теории относительности и квантовых законов; других же объяснений на этот счет найдено не было. В-третьих, было предсказано, что нейтронные звезды образуются при астрономических взрывах (так называемые «вспышки сверхновых»), а пульсары наблюдаются как раз в центре

* Выражение «пылкий брак» пустил в ход мой научный руководитель Джон Уилер, настоящий мастер по части метких названий. Кроме того, Джону принадлежат выражения «черная дыра» и «червоточина», а также фраза: «У черных дыр нет волос» (см. главу 6). Однажды он рассказал мне, что часами лежит в теплой ванне, воспаряя разумом в поисках подходящего слова. *Прим. автора.*

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

больших расширяющихся газовых облаков — следов таких вспышек. Поэтому у нас, астрофизиков, нет сомнений, что нейтронные звезды действительно существуют и действительно являются источниками наблюдаемых пульсирующих излучений.

Еще один пример научной истины — то, как черная дыра Гаргантюа искривляет лучи света, искажая вид звездного неба (рис. 3.3). Физики называют такое искажение «гравитационным линзированием», поскольку оно изменяет изображение подобно линзе (ну, или кривому зеркалу в парке аттракционов).

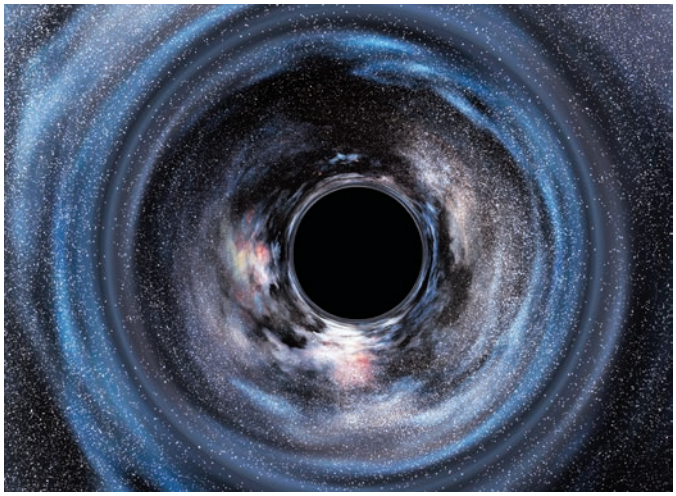

*Рис. 3.3.* Звезды вблизи тени Гаргантюа. Гаргантюа искривляет лучи света, идущие от каждой из звезд, чудовищно искажая облик своей галактики — «гравитационно линзируя» ее (Компьютерная модель, сделанная для этой книги командой по созданию визуальных эффектов студии Double Negative.)

Теория относительности Эйнштейна однозначно предсказывает все свойства черных дыр, которые проявляются снаружи их поверхности, включая гравитационное линзирование (рис. 3.3). У астрономов есть твердое, основанное на наблюдениях, убеждение, что черные дыры (включая и гигантские черные дыры вроде Гаргантюа) существуют во Вселенной. Астрономы уже наблюдали гравитационные линзы, образованные пусть не черными дырами, но другими объектами (например, см. рис. 24.3), и эти наблюдения в точности соответствуют предсказаниям теории относительности Эйнштейна. На мой взгляд, этого достаточно. Гравитационное линзирование Гаргантюа, смоделированное командой Пола Франклина в студии

*Рис. 3.4.* Сожжение зараженной кукурузы (Кадр из «Интерстеллар», с разрешения «Уорнер Бразерс».)

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

Double Negative с помощью релятивистских уравнений, которые я для этого составил, соответствует научной истине. Именно так все и выглядело бы в реальности.

А вот болезнь растений, которая в «Интерстеллар» угрожает жизни людей на Земле (см. рис. 3.4 и главу 11), с одной стороны, относится к обоснованным предположениям, а с другой — к домыслам. Сейчас поясню.

В течение всей документированной истории человечество периодически переживало эпифитии — массовые заражения культивируемых растений. Биологические процессы, происходящие при заболевании, зависят от химических процессов, которые, в свою очередь, подчиняются законам квантовой физики. Ученые могут объяснить квантовыми законами многие химические процессы, но до сих пор не все, а также не могут объяснить через химические процессы все биологические. Тем не менее биологи многое узнали о болезнях растений благодаря наблюдениям и экспериментам. Случаи, когда заболевание передавалось от одного вида растений к другому настолько стремительно, чтобы это угрожало жизни людей, неизвестны. Однако нет у нас и гарантий, что этого не может быть. Возможность такого заражения — обоснованное предположение. А допущение, что однажды оно может произойти, — домысел, который большинство биологов относят к области крайне маловероятных событий.

Гравитационные аномалии (см. главы 24 и 25), например, когда Купер бросает монетку, а она устремляется к полу по невообразимой траектории, — домыслы. То же относится и к использованию аномалий для эвакуации человечества с Земли (см. главу 31).

Хотя физики-экспериментаторы, измеряя гравитацию, старательно искали аномалии, которые необъяснимы с точки зрения законов Ньютона или теории относительности, на Земле таких феноменов ни разу зафиксировано не было.

Однако исследования в области квантовой гравитации позволяют предположить, что наша Вселенная — это мембрана (физики укорачивают до «брана»), находящаяся в многомерном

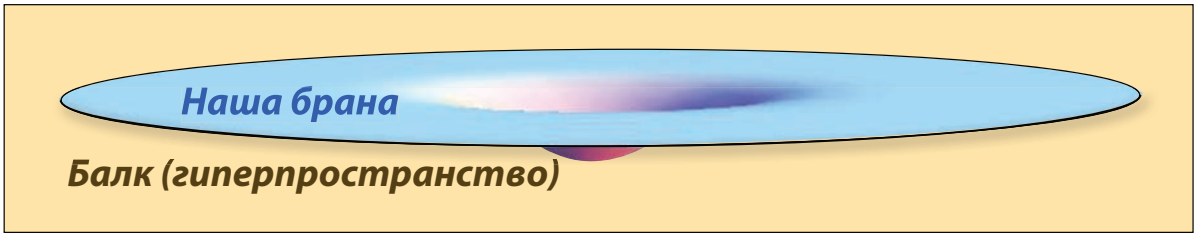


*Рис. 3.5.* Наша Вселенная в окрестности Солнца, изображенная как двумерная поверхность (или брана), находящаяся в трехмерном балке. В действительности наша брана обладает тремя пространственными измерениями, а балк — четырьмя. Эта схема будет рассмотрена подробнее в главе 4, см. в особенности рис. 4.4

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

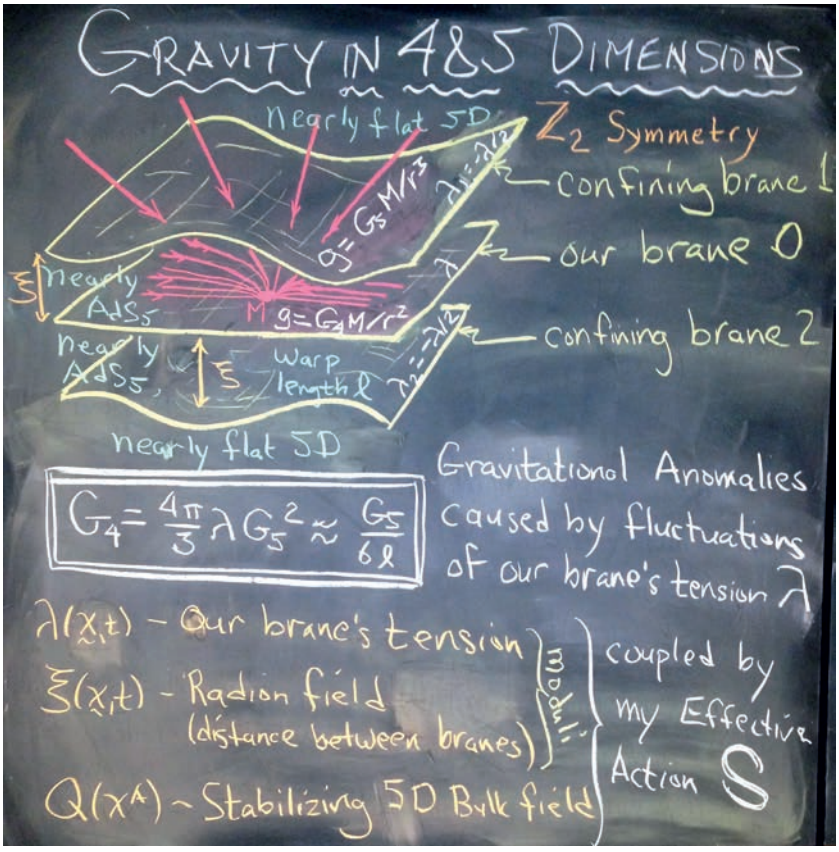


*Рис. 3.6.* Релятивистские уравнения на доске профессора Брэнда, описывающие возможные обоснования гравитационных аномалий. Подробнее см. в главе 25

«гиперпространстве», которое физики называют словом «балк» (см. рис. 3.5 и главы 4 и 21). Когда физики применяют теорию относительности Эйнштейна к балку (этому посвящены записи на досках в кабинете профессора Брэнда (рис. 3.6)), они отмечают возможность гравитационных аномалий, вызванных действующими в балке физическими полями.

Мы далеки от уверенности, что балк действительно существует. И даже если это так, применимость теории относительности к балку — обоснованное, но предположение. Также мы понятия не имеем, действительно ли в балке, если он существует, действуют поля, способные вызвать гравитационные аномалии, а если и так, то возможно ли эти аномалии использовать. Аномалии и их использование — очень вольные домыслы. Однако домыслы эти основаны на научных идеях, которые мы с некоторыми моими друзьями-физиками охотно поддерживаем — по крайней мере, когда беседуем вечерком под пиво. Поэтому они удовлетворяют моим правилам для «Интерстеллар»: «Домыслы… должны быть научно подкреплены, то есть основаны на идеях, которые принимают хотя бы некоторые из уважаемых ученых» (см. главу 1).

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

Рассказывая по ходу этой книги о каком-либо явлении в «Интерстеллар», я указываю его статус (научная истина, обоснованное предположение или домысел), помещая в начале главы или параграфа один из значков:

истина
обоснованное предположение
домысел

Разумеется, статус может меняться; подобные перемены встречаются и в фильме, и в книге. Для Купера балк — обоснованное предположение, которое становится истиной, когда он попадает в балк с помощью тессеракта (см. главу 29). Законы квантовой гравитации — домысел до тех пор, пока TARS не добывает информацию о них в черной дыре, после чего для Купера и Мёрф они становятся истиной (см. главы 28 и 30).

Для физиков XIX века ньютоновский закон обратных квадратов для гравитации был непреложной истиной. Однако примерно в 1980 году произошел революционный переворот из-за обнаружения крошечной аномалии орбиты Меркурия вблизи Солнца (см. главу 24). Закон Ньютона выполняется в нашей Солнечной системе почти всегда — и все же почти. В XX веке аномалия Меркурия расчистила дорогу для эйнштейновской теории относительности, которая сначала была домыслом, затем, когда стали накапливаться данные наблюдений, перешла в разряд обоснованных предположений и наконец к 1980 году, по мере получения все более точных данных, превратилась в научную истину (см. главу 4).

Революции, которые переворачивают устоявшиеся научные истины с ног на голову, случаются крайне редко. Но когда это происходит, последствия для науки и техники трудно переоценить.

Помните ли вы примеры из собственной жизни, когда ваши домыслы становились обоснованными предположениями, а затем — истиной? Случалось ли хоть раз так, что привычные для вас истины рушились, отчего в вашей жизни происходили кардинальные перемены?

Почитать описание, рецензии и купить на сайте МИФа

**Почитать описание и заказать в МИФе**

Смотреть книгу

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:

Взрослые книги: Проза: Детские книги:

МИФ