



Олег Фейгин

**КВАНТОВЫЕ МИРЫ  
СТИВЕНА  
ХОКИНГА**

Э В О Л Ю Ц И Я . Р А З У М . А Н Т Р О П О Л О Г И Я

Эволюция. Разум. Антропология

Олег Фейгин

**Квантовые миры Стивена Хокинга**

«Страта»

2019

УДК 524  
ББК 22.6

**Фейгин О. О.**

Квантовые миры Стивена Хокинга / О. О. Фейгин — «Страта»,  
2019 — (Эволюция. Разум. Антропология)

ISBN 978-5-907127-32-6

Стивен Хокинг – один из самых известных физиков современности. Ему принадлежало множество работ по теории черных дыр, квантовой космологии и теории относительности. Широкой общественности он был хорошо известен как блестящий популяризатор науки. Кроме того, британский ученый являл собой пример личного мужества, полстолетия сражаясь с ужасным недугом, парализовавшим все тело. Весной 2018 года выдающийся ученый навсегда покинул нашу планету, затерявшись где-то в бесконечных измерениях так любимого им многомирья Мультиверса. Олег Фейгин, физик и автор множества популярных книг, тепло и вдохновенно представляет научное творчество великого теоретика современности. В формате a4.pdf сохранен издательский макет.

УДК 524

ББК 22.6

ISBN 978-5-907127-32-6

© Фейгин О. О., 2019

© Страта, 2019

# Содержание

От автора	6
Введение	8
Глава 1. Лекции кембриджского киборга	10
Глава 2. Происхождение и судьба нашего мира	17
Глава 3. Тайны застывших звезд	21
Конец ознакомительного фрагмента.	23

# Олег Фейгин

## Квантовые миры Стивена Хокинга

© Фейгин О. О., текст, 2019

© ООО «Страта», 2019

\* \* \*

*За исключением детей... мало кто ломает голову над тем, почему природа такова, какова она есть, откуда появился космос и не существовал ли он всегда? Не может ли время однажды повернуть вспять, так, что следствие будет предшествовать причине? Есть ли непреодолимый предел человеческого познания? Бывают даже такие дети (я их встречал), которым хочется знать, как выглядит черная дыра, какова самая маленькая частичка вещества? Почему мы помним прошлое и не помним будущее? Если раньше и правда был хаос, то как получилось, что теперь установился видимый порядок? и почему Вселенная вообще существует?*

*С. Хокинг.*

*Краткая история времени от Большого взрыва до черных дыр*

## От автора

Несколько лет назад я получил редакционное задание рассказать об одном из самых ярких, необычных и загадочных ученых современности – Стивене Уильяме Хокинге. К сожалению, к тому времени тяжелая форма хронического заболевания центральной нервной системы – бокового амиотрофического склероза – практически полностью сковала тело профессора, и он был вынужден резко ограничить свой круг общения. Фактически этот выдающийся британский физик-теоретик, космолог и астрофизик поддерживал связь с внешним миром только через узкий круг знакомых.

Все это я узнал из электронной переписки со студентами-волонтерами и уже смирился с неудачей, когда пришло новое сообщение. Возможно, британского ученого заинтересовали мои исследования квантовой физики времени, а может быть, ему просто захотелось еще раз рассказать о своих идеях новой аудитории энтузиастов научной популяризации. Та к или иначе, но у нас завязалась неспешная переписка, и эти виртуальные встречи с блестящим теоретиком легли в основу книги «Стивен Хокинг. Гений черных дыр».

Затем последовали открытия хиггсона – «частицы бога» – на Большом адронном коллайдере, круговорота гигантских черных дыр в центре Млечного пути и волн гравитации. Все это было когда-то предсказано профессором Хокингом. Так родились книги «Теория Всего», «Параллельные вселенные», «Взрыв Мироздания», «Механика машины времени» и «Квантовые чудеса». К сожалению, вскоре наши виртуальные беседы прервались...

В научной среде профессор Хокинг был большим авторитетом по гравитационным коллапсам – черным дырам, кроме того он внес много нового в квантовую космологию и теорию квантового времени. Хокинг не только проводил научные исследования и читал лекции, но и вел активную просветительскую и общественную деятельность. Как в свое время Карл Саган, а ныне Мичио Каку, Хокинг активно выступал против ядерного оружия и других вызовов современности. Были у Хокинга и оригинальные эсхатологические прогнозы, не только предупреждающие глобальные катастрофы, но и указывающие путь спасения человечества.

Широкая известность пришла к Хокингу в 1988 году, когда увидела свет его книга «Краткая история времени от Большого взрыва до черных дыр», которой было суждено стать одной из самых успешных научных популяризаций в истории. Известность Хокинга еще более возросла после участия в ряде передач на телеканалах *Discovery*, *National Geographic* и *BBC*. Он вел ток-шоу, о нем снимали фильмы и сериалы вроде мегапроекта «Теория Большого взрыва», писали книги, он даже стал персонажем комиксов.

Тут надо заметить, что Хокинг всегда был убежденным атеистом и входил в «клуб научных скептиков». Он очень огорчался и категорически возражал, когда достижения современной физики бессовестно эксплуатировались самыми различными жуликами и шарлатанами. Хокинг всегда считал, что никаких паранормальных чудес в нашей реальности не существует.

Чудовищные заблуждения на этот счет он объяснял непрерывной пропагандой СМИ, потчующих нас всевозможными «явлениями» телепатии, телекинеза, ясновидения, НЛЮ, пришельцами из прошлого и будущего и пр. К сожалению (ибо ученые тоже любят научную фантастику), все подобные ложные сенсации связаны лишь с непорядочностью и нарушениями психики «очевидцев». Большую роль играет и недобросовестность репортеров, раздувающих мыльные пузыри подобных газетных уток. Ведь труднообразимое количество самых тщательных физических экспериментов не обнаружило абсолютно никаких нарушений причинности событий в нашем Мире. При наблюдении грандиозных космических явлений эстафету у физиков перенимают астрономы и космологи, которые также полностью отрицают наличие каких-либо чудес в нашей Метагалактике...

Некогда великий Эйнштейн ушел из жизни со словами «Ну теперь-то я узнаю, как все это устроено...». К сожалению, мы никогда не прочтем последние мысли выдающегося теоретика нашего времени. Известно лишь, что Хокинг страстно мечтал слетать в космос туристом, найти радиосигналы инопланетян и отправить в звездную систему Альфа Центавра флотилию нанозондов. А еще он верил, где-то в параллельных вселенных существуют мириады его двойников, и у каждого из них своя судьба...

## Введение

*Если не считать того, что я заболел боковым амиотрофическим склерозом, то почти во всем остальном мне сопутствовала удача. Помощь и поддержка, которые мне оказывали моя жена Джейн и дети Роберт, Люси и Тимоти, обеспечили мне возможность вести довольно-таки нормальный образ жизни и добиться успехов в работе. Мне повезло и в том, что я выбрал теоретическую физику, ибо она вся вмещается в голове. Поэтому моя физическая немощь не стала серьезным минусом. Мои научные коллеги, все без исключения, всегда оказывали мне максимальное содействие.*

*С. Хокинг.*

*Краткая история времени от Большого взрыва до черных дыр*

Рассказывая о себе, Стивен Хокинг всегда с гордостью упоминал, что ему выпала честь родиться 8 января 1942 года, ровно через триста лет после смерти величайшего классика физической науки Галилео Галилея (1564–1642).

При этом ученый скромно подчеркивал, что, хотя в тот же год на просторах Британской империи появилось еще двести тысяч младенцев, лишь один из них глубоко заинтересовался астрономией. Причем его интерес был столь серьезным, что ему даже удалось создать новую теорию «всепожирающих космических монстров», которых называют черными дырами.

Место появления на свет младенца Стивена – Оксфорд. Оно связано с довольно любопытными обстоятельствами. Дело в том, что между военно-воздушными силами Союзников и Германии в глубоком секрете существовало негласное соглашение – не бомбить центры европейской науки: Оксфорд, Кембридж и Гейдельберг с Гёттингеном. Поэтому, когда налеты Люфтваффе на Лондон стали особенно яростными, родители Стивена перебрались под защиту академических стен.

Отец Стивена был родом из Йоркшира, а обучался медицине в Оксфорде. Позже он занялся исследованиями в области тропических болезней и в 1937 году уехал в Восточную Африку. С началом Второй мировой войны вернулся в Англию.

Мать Стивена родилась в Глазго, в семье врача, где была вторым ребенком из семерых. Когда ей было двенадцать лет, ее семья в поисках лучшей доли перебралась на самый юг Англии, в Девоншир, но и там их жизнь была довольно далека от процветания. Тем не менее они ценой героических усилий смогли послать дочь в Оксфорд.

По окончании Оксфорда мать Стивена сменила несколько профессий, пока не встретила молодого доктора Хокинга, закупающего медицинские препараты для очередной африканской экспедиции.

В пятидесятых годах отец Стивена поступил на работу в заново построенный Национальный институт медицинских исследований на северной окраине Лондона. Для удобства сообщения родители Стивена приобрели недорогой старинный дом викторианской эпохи в городке Сент-Олбанс, в двадцати милях от самого Лондона.

После окончания школы Стивен, несмотря на посредственную подготовку, смело отправился держать экзамены в Оксфорд. И к своему изумлению осенью 1959 года он оказался зачисленным в студенты.

Когда Стивену Хокингу исполнился 21 год, он заболел неизлечимой болезнью – рассеянным склерозом. Врачи оставляли ему 2–2,5 года жизни...

Однако Хокинг не только опроверг прогнозы врачей, но нашел в себе силы бороться со страшной болезнью и победил. Как он сам о себе рассказывал, – от уныния его спасла помолвка с девушкой по имени Джейн Уайлд. Он полюбил ее, любовь оказалась взаимной. Джейн вышла

замуж за Стивена, зная о жестоком приговоре врачей... У него появился огромный стимул для продолжения жизни во что бы то ни стало!

Многообещающего выпускника одного из престижнейших университетов в то время привлекали две фундаментальные области теоретической физики. Прежде всего это была наука об обширнейшем предмете природы – Вселенной в целом – космология. Именно поэтому для «уравновешивания» своих научных интересов Хокинг выбрал еще и теоретические исследования в области элементарных частиц, лежащих в масштабе бесконечно малого. При этом элементарные частицы казались вчерашнему студенту все же менее привлекательными, потому что для них не было соответствующей теории, несмотря на то, что ученые все время находили множество новых частиц.

Исследователи просто разбивали их на семейства, как в ботанике. Но в Оксфорде тогда никто не занимался космологией, а в Кембридже работал Фред Хойл – выдающийся астроном и автор будущих фантастических бестселлеров «Черное облако» и «Андромеда». Хокинг подал заявку, чтобы работать над диссертацией у самого Хойла. Заявка была принята, так как у Стива был довольно высок суммарный бал выпускных оценок, но амбициозного ассистента сильно опечалило, что его руководителем стал не Хойл, а доктор Денис Сиама. Однако впоследствии все устроилось самым лучшим образом, ведь профессор Хойл проводил много времени в различных заграничных лекционных турне, на конференциях, симпозиумах и конгрессах, в то время как блестящий педагог доктор Сиама, впоследствии написавший широко известную книгу «Физические принципы теории относительности», был всегда на месте, подстегивая увлекающегося аспиранта.

На собственную свадьбу Хокинг пришел с тростью. Через два года, когда родился его сын, Стивен уже ходил на костылях. Неумолимая и жестокая болезнь подступала. Еще через три года, когда родилась дочь, он передвигался в инвалидной коляске.

До тридцатилетнего рубежа своей жизни Хокинг мог самостоятельно выполнять многое: передвигаться, подниматься по лестнице, есть, вставать. Однако затем его тело постепенно практически полностью потеряло подвижность... Вдобавок ко всему он заболел воспалением легких и долгое время был подключен к аппарату искусственного дыхания. Врачи убеждали близких, что надежды нет и надо принять решение об отключении медицинского оборудования, но Джейн настояла на продолжении лечения, и Стивен выжил. Правда, в результате операции на гортани он потерял речь...

## Глава 1. Лекции кембриджского киборга

*Мы еще очень многого не знаем о Вселенной, многого не понимаем. Но уже достигнутый прогресс, в частности за последние сто лет, должен воодушевить нас и придать уверенности в том, что полное понимание – в границах возможного. Думаю, мы не обречены вечно бродить на ощупь в темноте. Совершив рывок к созданию полной теории Вселенной, мы станем ее истинными хозяевами.*

*С. Хокинг.*

*Черные дыры и молодые вселенные*

Серым пасмурным утром, которые нередки ранней осенью над туманным Альбионом, к одному из старинных корпусов Кембриджа движется странная процессия. Впереди катится, жужжа и попискивая электронными сигналами, необычная коляска, своей кибернетической начинкой больше напоминающая очередную модель марсохода, рядом шагают несколько юношей и девушек, заботливо прикрывающих коляску зонтами, а сбоку миловидная женщина в блестящем дождевике, наброшенном на белый халат, озабоченно поглядывает на цифры и кривые, бегущие по дисплею, встроенному в подголовник экипажа. В коляске – иссохший пожилой человек с острыми чертами лица, несколько смягченными застывшей полуулыбкой и необыкновенным взглядом больших серых глаз, прикрытых очками.

Каждый в Кембридже знает, что это спешит на свое рабочее место заведующий кафедрой прикладной математики и теоретической физики (той самой, которую когда-то занимал великий Ньютон) доктор, профессор и академик Стивен Хокинг. Окруженный своими студентами и аспирантами, а также заботливо поддерживаемый очередным парамедиком, раскрепощенный дух в плененном теле, как назвала его однажды газета *Guardian*, легко въезжает по специальному пандусу в широко открытые столетние резные двери физического корпуса.

Сегодня у профессора Хокинга обзорная лекция перед третьекурсниками, которую он назвал «История нашего мира», и он прекрасно знает, что вместе со студентами в переполненную аудиторию соберется много его друзей и коллег со всех факультетов. Как однажды написала газета *Sunday Times*, «побывать на любой лекции у профессора Хокинга становится своеобразной визитной карточкой в ученом разговоре».

Медленно меркнет свет, со скрипом опускаются старые механические жалюзи, и за скрюченной фигуркой в кресле оживает полотнище экрана, наискось перечеркнутое изображением спиральной галактики. Тут же включается синтезатор звука, подаренный Хокингу американским программистом, и механический голос начинает рассказ о том, как ученые пришли к современному научному сценарию происхождения нашего Мира.

В начале лектор кратко рассказывает о своей главной специальности – физической космологии. Это удивительный раздел астрономической науки, изучающий Вселенную как единое целое. Космология во многом является синтетической наукой, включающей в себя астрономию, физику и математику. В то же время от других наук ее отличает специфическая структура, как в значительной степени умозрительной и гипотетической дисциплины. Развитие современной космологии основывается на положении, по которому все законы природы, установленные на нашей планете и в ближайшем космическом окружении, безусловно, распространяются на всю видимую Вселенную – Метагалактику. Это, конечно же, не означает, что где-то в глубинах космоса ученые не смогут открыть новые поразительные физические закономерности, но они никогда не отменят уже открытые законы природы в пространстве и времени, а будут расширять и развивать их на новом уровне.

Затем Хокинг проводит исторический экскурс, приводя примеры, как на протяжении веков величайшие умы человечества – Коперник, Кеплер, Галилей и Ньютон – считали окру-

жающий Мир однородным и неизменным. На эти же свойства Вселенной изначально опирался в своих построениях Эйнштейн. Создатель теории относительности считал, что Вселенная в космических масштабах практически не эволюционирует, в общем-то пребывая в неизменном состоянии, не подвластном течению времени. При этом, разумеется, в разных частях Метагалактики возникают и гаснут звезды, распадаются и возникают вновь целые галактики, но общая картина Мира остается в принципе неизменной. Тем неожиданней было теоретическое и практическое (в астрономических наблюдениях) открытие поразительного факта, что реальная Вселенная непрерывно пребывает в динамичном состоянии стремительного разлета, а все грандиозные галактические структуры напоминают разлетающиеся (в настоящий момент еще и ускоренно!) осколки вселенской супербомбы.

После лекционного вступления Хокинг ставит риторический вопрос, возникший после открытия расширяющейся Вселенной: а что будет, если проследить эволюцию Метагалактики обратно во времени?

Уже в простейших космологических моделях при попытках «вернуть вспять» историю Вселенной возникает образ очень загадочной точки вселенского сжатия, лежащей у истоков нашего Мира и носящей название космологическая сингулярность. Эта во многом мнимая точка (ведь указать ее координаты просто невозможно – нет подходящей системы отсчета!) и будет являться моментом «начала начал» расширения нашей Вселенной. Сам астрономический термин «сингулярность» можно перевести как особенность, необычность или исключительность, ведь начальное состояние материи характеризовалось совершенно непонятными плотностями материи и энергии, стремящимися к бесконечности.

Понятие космологической сингулярности тесно связано с кривизной окружающего нас трехмерного пространства, которое может быть как замкнутым, так и разомкнутым. Вопрос о том, в каком Мире мы живем, на самом деле определяется всего лишь одним-единственным параметром: плотностью окружающего нас Космоса. К примеру, если плотность Метагалактики будет ниже некоей критической отметки, то наш Мир окажется открытым и будет расширяться практически до бесконечности. Правда, некоторые современные космологические сценарии предрекают, что в этом случае само пространство-время не выдержит бесконечного «растяжения», и произойдет Большой разрыв. В подобной модели фантастический космический корабль, летящий с субсветовой скоростью не меняя курса, никогда не вернется назад.

Если же плотность вселенской материи превысит данное критическое значение, то пространство окажется замкнутым, и на определенном этапе расширение нашего Мира сменится сжатием. В принципе он может то расширяться, то сжиматься, не выходя в максимуме и минимуме за некоторые пространственно-временные пределы. Наглядно это можно представить в виде резинового шара, который то надувается, то спускается. Понятно, что невозможно раздуть шар больше определенного размера, за которым последует нечто критическое. Это гипотетическая вселенская катастрофа так и называется – Большой разрыв. В подобном замкнутом пространстве наш космолет, не меняя направления полета, может облететь всю Вселенную и вернуться с противоположной стороны Метагалактики.

После создания теории относительности, в двадцатых годах прошлого века, замечательный петербургский математик Александр Александрович Фридман одним из первых получил оригинальные решения уравнений общей теории относительности для всей Вселенной в целом. Анализируя полученные результаты и применяя их к новой теории гравитации Эйнштейна, профессор Фридман сделал сенсационное открытие, обнаружив, что решения уравнений эйнштейновской гравитации предполагают наличие полностью замкнутой Вселенной. А еще из их анализа получалось, что под действием гравитации в отдельных участках космоса материя может как бы «схлопнуться», образовав необычное пространство, замкнутое само на себя. Далее ученый получил еще более неожиданный результат, показывающий, что если наш Мир заполнить тяготеющим веществом, он неуклонно будет либо расширяться, либо сжиматься.

Эти решения Фридмана для развивающейся и увеличивающейся Вселенной лежат в основе всей современной космологии.

Как же можно представить себе Мир Фридмана? Здесь Хокинг предлагает оригинальную аналогию в виде глобуса, населенного ползающими по его поверхности «плоскунами». Эти двумерные сущности в силу своего двумерного замкнутого мира даже не подозревают о существовании третьего измерения.

– Давайте представим, – продолжает Хокинг, – что плоскуны решили опытным путем определить границы своего мира. Приступив к измерению длины окружности сферы, они вскоре пришли бы в большое удивление, увидев, что длина окружности, неуклонно возрастая до определенного момента, по мере удаления от начальной точки наблюдений, достигла бы максимума, а затем начала бы также неуклонно уменьшаться, вплоть до нулевой отметки. Это однозначно продемонстрировало бы плоскунам, что их мир замкнут. Надо сказать, что в таком плоско-замкнутом мире должны были бы происходить удивительные вещи....

Тут профессор выдерживает эффектную паузу и продолжает:

– Там действовали бы совершенно иные физические законы, а сила взаимодействия между двумя зарядами изменялась бы совсем иначе, чем в нашей Вселенной. Двумерные сущности могли бы никогда не узнать, что находится внутри искривленной поверхности сферы, центральная и внешняя часть трехмерного пространства которой по идее должна быть совершенно недоступна для наблюдения с помощью двумерных приборов. Мир плоскунов был бы для них безграничен, но для стороннего наблюдателя казался бы лишь ничтожной частью «внешней» Вселенной.

Разумеется, рассказ Хокинга касается и подпространственных перемещений. В научно-фантастических произведениях зачастую это выглядит как нечто таинственное и непонятное. И тем не менее фантасты часто бывают не столь уж далеки от истины.

– Представим себе двухмерный мир, – за спиной лектора появляется следующий слайд, – как бесконечно тонкий лист бумаги, у которого две стороны слились в одну. В таком мире, так же, как и в нашем, любые две отстоящие друг от друга точки соединяет множество тропинок, но среди них всегда есть самая короткая, и, если мы хотим попасть в другую точку как можно скорее, нам следует воспользоваться именно этой дорожкой.

Если же в начале и в конце пути изогнуть, продавить пространство, образовав воронки и соединив их трубкой-каналом, мы получим мгновенный переход между двумя удаленными точками двухмерного мира. Вот такой канал мы вправе назвать проколом пространства, нуль-транспортровкой и другими терминами, придуманными писателями-фантастами. При этом подобные подпространственные переходы нигде не будут выходить за пределы своей двухмерной вселенной, поскольку все точки – и на листе, и в канале, и на склонах воронок – принадлежат одной и той же двумерной поверхности. Если свернуть такой лист в цилиндр, то канал перехода будет напоминать ручку чашки. В трехмерном пространстве он существует сам по себе, независимо от того, есть обнимающее его трехмерное пространство или же его вообще нет в природе.

Рассказывая о мире плоскунов, Хокинг не забывает подчеркнуть важную особенность – такой плоский двумерный мир может иметь одну пространственную, а вторую временную координату. Тогда проколы из пространственных превратятся в пространственно-временные, соединяя точки с разными временами и служа тоннелями для путешествий в иную историческую реальность.

Несмотря на кажущуюся мистичность, многие физики уверены в осуществимости таких проектов, поскольку они основываются на принципах квантовой теории. Трудно пока еще говорить о конкретных деталях строения «подпространственного метро» будущего, но реальность его осуществления в том или ином варианте практически не вызывает сомнений.

Когда речь идет о поиске подпространственных червоточин, первое, что обращает на себя внимание, – это бездонные провалы сколлапсировавших «застывших звезд». Астрофизики считают, что многие свойства коллапсаров говорят о том, что воронки замерзших звезд вполне могут быть входными порталами червоточин пространства-времени. Если это так, то можно (пока еще чисто умозрительно) попытаться приспособить их для путешествий в пространстве и времени, ведь время в их окрестностях останавливается лишь для внешнего наблюдателя, а для космонавтов, устремившихся в жерло черной дыры, все будет идти своим чередом, и никакого замирания процессов они не заметят.

Некоторое время после создания модели Фридмана нестационарный непрерывно расширяющийся мир казался многим ученым нереальным. Однако соответствующие решения Фридмана были не только признаны автором теории относительности, но и получили практическое подтверждение в наблюдениях знаменитого американского астронома Эдвина Хаббла.

В 20-х годах прошлого века, после внушительной серии астрономических исследований дальних галактик, он пришел к выводу, что галактические объекты удаляются от нас со скоростью, пропорциональной этой удаленности. Следовательно, чем дальше от нас галактика, тем выше скорость ее удаления. Соответствующий коэффициент пропорциональности является важнейшей космологической величиной, получившей название постоянной Хаббла.

Свое открытие Хаббл сделал на основании астрономического приложения хорошо известного физического эффекта Доплера, состоящего в увеличении длин волн в спектре излучения источника в сторону красной части спектра для удаляющихся галактик. (Хокинг всегда использовал на лекциях простые запоминающиеся аналогии и рассказывал, как в детстве, стоя на железнодорожной насыпи, поражался изменениям гудка проходящего мимо локомотива: его сигнал перерастал из свистка в басовитое гудение.) Данное явление изменения воспринимаемой частоты колебаний при движении источника или приемника волн впервые исследовал немецкий акустик Кристиан Доплер.

Наблюдение доплеровского сдвига в инфракрасную часть спектра для удаленных галактик и получило название «красного смещения», свидетельствуя о том, что все достаточно далекие звездные системы удаляются от нас со скоростями, возрастающими с расстоянием. Вопрос о физических причинах красного смещения до сих пор бурно дебатировался в астрономических и особенно околоастрономических кругах, хотя подавляющее большинство ученых склоняются во мнениях к тому, что смещение линий в спектрах далеких галактик вызвано именно расширением Вселенной.

Здесь Хокинг всегда останавливается на принципиальном вопросе, в котором часто путаются не только студенты, но и многие преподаватели. Дело в том, что широко бытует ошибочное мнение, что поскольку все далекие скопления галактик удаляются от нас, то именно Солнечная система лежит в самом центре Большого взрыва. На самом деле это своеобразная космическая иллюзия, и центр расширения у наблюдаемой части Вселенной просто отсутствует. Иначе говоря, в какую бы точку Метагалактики мы ни попали, картина расширения будет представляться, исключая мелкие детали, той же самой, что и с земной поверхности.

Вслушиваясь в такой знакомый и в то же время чужой «электронный» тембр своей речи, многие годы заменяющий ему собственную речь, ученый и сам с интересом начинает воспринимать рассказ своего «Альтер эго». Суть его сводится к тому, что теоретики всего мира уже без малого столетие бьются над вопросом о том, как же представить окружающую Вселенную с единой точки зрения. Эта научная мечта, получившая название «Теория Всего», или Великое объединение, является своеобразным Граалем физики, который ученые наподобие рыцарей круглого стола короля Артура ищут не покладая рук. Грааль, по образному выражению Марка Твена из романа «Янки при дворе короля Артура», одним из первых начал еще сам Альберт Эйнштейн. Почти половину жизни он посвятил созданию «единой теории поля». Это

удивительное творение самого гениального разума прошлого века так и не приобрело окончательной формы, еще при жизни великого физика породив множество слухов и домыслов.

Так, по одной забавной городской легенде, руководствуясь некими формулами Эйнштейна, выдающийся изобретатель Никола Тесла построил фантастический «генератор невидимости». Осенью 1943 года в филиладельфийских доках начались эксперименты на эсминце «Элдридж», в ходе которых он то окутывался «зеленоватым коконом свернутых полей», то вообще «телепортировался в Норфолк». Все это дало обильный материал фантастам, конспирологам и уфологам, до сих пор пишущих про «тайну Филадельфийского эксперимента» и периодически обвиняющих правительство США в сокрытии важной информации от общественности.

Когда-то в погоню за неуловимыми формулами Великого объединения вслед за великим физиком пустился и аспирант Хокинг. С тех пор уже прошло без малого столетие, но он все еще упорно пытается понять, как же связать воедино все такие разные силы, управляющие судьбой Мироздания.

В этом месте лекции Хокингу вспоминается его друг и коллега, нобелевский лауреат Стивен Вайнберг. Как в свое время они азартно обсуждали его книгу «Первые три минуты»! Тогда у него еще был голос, шевелились пальцы...

Покачивая крупной седовласой головой, профессор Вайнберг с молодым азартом доказывал, что когда-нибудь физики обязательно построят сверхмощный ускоритель элементарных частиц. На этом потомке Большого адронного коллайдера они смогут достоверно воспроизвести условия, царившие в первые доли мгновения после рождения Вселенной в невообразимой пучине Большого взрыва. В этот великий момент истории человечества станет ясно, что же представляет собой в истинном своем виде исходное «сверхсиловое взаимодействие».

Расположив перед креслом своего коллеги громадный планшет с перекидными листами и цветными фломастерами, сэр Вайнберг, удостоенный дворянского звания за выдающиеся научные достижения (как впоследствии и сам Хокинг), быстро покрывал листы строчками формул.

– Стив, пойми, – взгляд Вайнберга мечтательно устремился в сизую муть зимнего кембриджского тумана за окном. – Когда-нибудь наши шалопаистуденты, ну, хорошо – пусть не наши, а их потомки, в ближайшие полвека сумеют создать теорию, объединяющую все, что нам известно об этом Мире.

– Отлично! – Хокинг с трудом оторвал взгляд от россыпи формул и с грустной улыбкой взглянул на друга. – Тебе обязательно надо написать об этом статью, нет – лучше обширный обзор, который так и назови: «Единая физика к 2050 году»! Я бы и сам с радостью поучаствовал в этом проекте, да вот никак не могу закончить новую модель моих испаряющихся черных дыр. Представляешь, вроде бы получается, что эти черные дыры должны просто шипеть и брызгать информацией, как жирный ростбиф на раскаленной сковородке пространства-времени! Но я обязательно когда-нибудь тоже напишу что-то существенное об эйнштейновской единой теории поля и назову это «Теория Всего».

...Незаметно проходит лекционное время, и жужжащая коляска направляется в кабинет Хокинга. Там его уже ждут самые любознательные студенты и коллеги, спешащие задать вопросы живому гению:

– Профессор Хокинг, а как вы видите будущее Мироздания?

– Здесь я придерживаюсь несколько необычного сценария «циклической Вселенной». В нем, если плотность Вселенной превысит некоторую критическую величину, гравитационное притяжение, в конце концов, остановит расширение и снова заставит Вселенную сжиматься. Произойдет Большое сжатие. Это будет подобно Большому взрыву «наоборот», с которого Вселенная началась. Затем все повторится снова и снова.

– Ну, а как сложится жизненный путь нашего светила?

– Еще через пять миллиардов лет у Солнца иссякнет ядерное топливо, оно раздуется, образуя так называемый красный гигант, и поглотит Землю с ближайшими планетами. Потом оно придет в состояние белого карлика диаметром в несколько тысяч миль. Так я предсказываю конец света, но он наступит еще не сейчас. Не думаю, что мое пророчество вызовет большую депрессию на фондовом рынке. На горизонте видны более насущные проблемы. Во всяком случае, к тому времени, когда Солнце раздуется, нам нужно освоить искусство межзвездных путешествий, если мы еще не уничтожим себя сами.

– Судьбу Солнца повторит и его звездное окружение?

– Примерно через миллиард лет большинство звезд во Вселенной сторит. Звезды с массой вроде нашего Солнца станут или белыми карликами, или нейтронными звездами, которые еще меньше и плотнее. Более массивные звезды превратятся в черные дыры, которые имеют такое сильное гравитационное поле, что даже свет не может его преодолеть. Однако эти остатки будут по-прежнему вращаться вокруг центра Галактики с периодом около ста миллионов лет. Столкновения между остатками вытолкнут некоторые из них прочь из Галактики. Остальные установятся на более близких к центру орбитах и в конце концов соберутся вместе, образовав в центре Галактики гигантскую черную дыру. Чем бы ни была темная материя в галактиках и их скоплениях, она тоже, видимо, упадет в эти большие черные дыры.

– Ни вечное расширение, ни сжатие через сто миллиардов лет не являются такой уж интересной перспективой. Нет ли чего-нибудь такого, что сделало бы будущее более привлекательным?

– Одним из несомненно интересных путей была бы возможность попасть в черную дыру. Это должна быть довольно большая черная дыра, по массе более чем в миллион раз превышающая Солнце. Но есть шанс, что в центре Галактики есть дыра таких размеров. Если бы путешествие через черные дыры было возможно, то, похоже, ничто не помешало бы вам вернуться назад еще до того, как вы оттуда отбыли. Тогда вы сможете совершить что-нибудь, что помешает вам родиться, и Мир будет выглядеть несколько иначе.

– Как же избежать запутанных петель времени?

– Возможно, к счастью для нашего выживания, физические законы не позволяют таких путешествий во времени. Похоже, существует какое-то агентство защиты хронологии, не пускающее путешественников в прошлое и тем самым делающее мир безопасным для историков. Вот что может произойти, если кто-то проникнет в прошлое: под действием принципа неопределенности это произведет большое количество излучения; полученное излучение или так искривит пространство-время, что будет невозможно вернуться во времени, или пространство-время закончится в сингулярности наподобие Большого взрыва или Большого сжатия. В любом случае наше прошлое будет защищено от злоумышленников. Гипотеза о защите хронологии поддерживается некоторыми недавними расчетами, проделанными мною и другими людьми. Но лучшим свидетельством того, что путешествия во времени невозможны и никогда не будут возможны, является тот факт, что к нам не вторгаются орды туристов из будущего.

– А что нужно сделать для выживания человечества в условиях атомной угрозы?

– Очень важно, чтобы люди осознали эту опасность и оказали давление на свои правительства, заставляя их согласиться на значительное разоружение. Вероятно, полностью уничтожить ядерное оружие нереально, но и путем снижения его количества мы можем уменьшить угрозу вой ны. Даже если нам удастся избежать ядерной войны, все равно остаются опасности,

способные уничтожить нас всех. Известна мрачная шутка: мы якобы не входим в контакт с иными цивилизациями потому, что они имеют тенденцию самоуничтожаться, когда достигают нашего нынешнего уровня. Но я верю в здравый смысл людей и надеюсь: мы докажем, что это не так.

...Наконец кабинет опустел и, отключившись от повседневных дел, Хокинг снова погружается в лавину мыслей, родившихся от воспоминаний той давней беседы с Вайнбергом. Неожиданно приходит решение одной давней задачи – и по экрану встроенного монитора бегут строчки букв и формул. Разум «кембриджского киборга» продолжает мыслить и творить...

## Глава 2. Происхождение и судьба нашего мира

*Если мы все-таки создадим полную теорию, со временем ее основные принципы должны стать понятны каждому, а не только нескольким ученым. Тогда мы все – философы, ученые и обычные люди – сможем обсуждать вопрос, почему существуем мы сами и наша Вселенная. Если мы найдем ответ, это будет окончательным триумфом человеческого разума, ибо тогда нам откроется божественный замысел.*

*С. Хокинг, Л. Млодинов.*  
*Кратчайшая история времени*

Экспромтом беседовать со Стивеном Хокингом затруднительно, но, тем не менее, живое общение вполне возможно в виде коротких фраз, произносимых синтезатором, разделенных паузами на составление ответов. Сообщения, доклады и даже диалоги по определенной тематике профессор Хокинг обычно готовит заранее с помощью своей дочери Люси, исполняющей обязанности секретаря-референта. Особые программы компьютера позволяют превращать легкие сокращения лицевой мышцы в набор управляющих посылок: развернуть кресло, двигаться в определенном направлении, открыть дверь. Впрочем, Люси Хокинг подтверждает, что понимает мысли своего отца без всякого компьютера...

Скользя взглядом по маленькой, застывшей в инвалидном кресле фигуре с остановившимся взглядом за стеклами очков, кажущихся громадными на неподвижном высохшем лице, с бессильно лежащими на коленях руками, трудно даже представить, что в этом человеке бурлит страсть исследователя самых интригующих загадок Вселенной. Его интеллект, оптимизм и чувство юмора начинаешь ценить с первых же строчек, бегущих по экрану, и последующих фраз с забавным «металлическим» акцентом.

Как-то раз профессор Хокинг получил очередное предложение от своего литературного агента, побывавшего на лекции «История нашего Мира», написать научно-популярную книгу под названием «Происхождение и судьба Вселенной». Он тут же придумал эффектное вступление, рассказывающее о древней античной философии. В нем Хокинг попытался воссоздать умозрительные теории первых ученых в истории человечества – натурфилософов-метафизиков. Их творчество во многом напоминало решение запутанных головоломок. Главное, что, следуя традициям того времени, запрещалось отстаивать свои теории с помощью немотивированных и сверхъестественных объяснений. Так появлялись удивительные по красоте и логической стройности сценарии возникновения единого Мироздания.

Считалось, что в своей основе Мироздание никак не могло родиться из «ничего», иначе это следовало бы принять как чудо. Следовательно, наша Вселенная должна была возникнуть только из какого-то другого мира. Между этими мирами должно было существовать какое-то общее начало, связывающее старый мир и возникающий из него новый. Это единое начало должно быть максимально универсальным и в то же время наипростейшим. Вот и получалось, что прав мудрец Фалес, и если вдуматься, то из окружающих элементов трудно подобрать более универсальную первооснову всего сущего, чем обычная вода.

Идею будущей книги Хокинг решил обсудить на одном из своих семинаров. Их история началась еще в те времена, когда на кафедре математики Тринити-колледжа появился с трудом передвигающийся молодой ассистент, вокруг которого сразу же возник кружок единомышленников, мечтающих узнать как можно больше о возникновении окружающего Мира. Наверное, именно тогда у ученого и родился план занятий, на которых в неформальной обстановке можно было бы обсуждать актуальные проблемы космологии.

Первый фрагмент из будущей книги Хокинг посвятил истории возникновения и крушения одного из самых загадочных в истории науки понятий – «пятого эфирного элемента».

Обращаясь к любимой теме рождения современной науки в смутных проблесках античной метафизики, профессор Хокинг подробно объяснял, какое значение имел термин «эфир» в той же греческой мифологии, часто обозначая всего лишь «божественно чистый свежий воздух». Именно богам-олимпийцам, парящим в заоблачной выси, и предназначался «небесный эфир» для дыхания, подобно амброзии (цветочной пыльце с нектаром) для питания, в отличие от обыкновенного воздуха и пищи простых смертных. Древние греки ассоциировали эфир с одноименным божеством, сыном богини ночи Никс и ее брата – бога тьмы Эребуса.

Позднее Аристотель ввел эфир как пятый элемент – квинтэссенцию – в систему классических элементов: земли, воздуха, воды и огня, изобретенную Ионической философской школой. Он мотивировал свое нововведение тем, что четыре земных элемента находятся в непрерывном изменении и могут перемещаться по прямым линиям, тогда как небесные тела казались ему вечными и неизменными и двигались исключительно по округленным траекториям. Таким образом, эфир в представлении Аристотеля не имел обычных физических свойств и какой-либо внутренней структуры, не был подвержен изменениям и в своем движении вращался исключительно по идеальным окружностям.

Впоследствии эта таинственная гипотетическая субстанция послужила основой для теории распространения света, став «светоносным мировым эфиром». Невидимо пронизывая всю Вселенную, «мировой эфир» определял распространение электромагнитных волн. Он господствовал в физике более двух тысячелетий, вплоть до 1905 года, когда Альберт Эйнштейн опубликовал свою первую работу по теории относительности. Из теории Эйнштейна следовало, что эфир не является необходимой природной сущностью (что со всей определенностью подтвердили эксперименты Майкельсона – Морли, не выявившие каких-либо проявлений эфира при движении в нем Земли).

Таким образом, все теории, которые базировались на гипотетическом «пятом элементе», заняли свое место в паноптикуме науки рядом с теплородом и флогистоном. При этом они постепенно переключались со страниц серьезных научных изданий в труды непризнанных гениев-мистиков и разномастных эзотериков, где и деградировали окончательно.

Вот тут профессор Хокинг и поразил всех неожиданной ассоциацией, сопоставляя устаревший эфир и наисовременнейшую идею невидимой темной энергии. Эта всепроникающая субстанция наполняет Вселенную, «расталкивая» материю и заставляя ускоренно разлетаться скопления галактик. По словам Хокинга, еще древним грекам представлялось самоочевидным, что существует некая преимущественная скорость, которую приобретают все частицы, не подверженные действию внешних сил. Наличие этой преимущественной скорости приводит к концепции «абсолютного пространства». Лишь в конце XVI века Галилео Галилей показал ошибочность этих представлений. Идеи и наблюдения Галилея были систематизированы Исааком Ньютоном в законах механики. Кроме того, великий физик создал свой бессмертный труд «Оптика», где попытался связать воедино эффекты влияния гравитации и вещества на свет. Согласно Ньютону, изменение скорости света (ведь скорость света постоянна только в вакууме) объясняется соответствующими изменениями плотности мирового светоносного эфира. Ньютоновские частицы света отклоняются в сторону более высокой плотности или в сторону более сильно притягивающей массы.

Галилей и Ньютон сохранили концепцию «абсолютного времени». Оно могло измеряться хорошо отрегулированными часами, которые согласовывались в пределах возможностей тех часовых механизмов. Абсолютное значение времени можно было задать, отсчитывая его от сотворения мира, которое по оценке англиканского архиепископа Ашера произошло в 4004 году до н. э.

Профессор Хокинг с гордостью подчеркивал, что средневековое понятие эфира выкристаллизовалось именно в... Кембридже! Именно тогда местные философы-схоласты пришли к мнению, что небесный эфир необходимо дополнить еще и плотностью. В то же время они

вполне разумно предположили, что плотность небесных тел, включая звезды, должна быть значительно больше плотности эфира. Причем парадокса вечного парения более плотных тел в практически невесомой среде, похоже, никто и не заметил, списав все вопиющие нелепости этой странной картины на божественные силы, понимание сути которых недоступно простым смертным.

Разноречивая информация о мировом эфире, дополненная мифами о его божественном происхождении, сделала эту ошибочную научную идею весьма привлекательной для околонуучных дилетантов. Наиболее упорные из них так и не смирились с полным отсутствием наблюдаемых данных, наделяя эфир богатой внутренней структурой. Так живучие эфирные представления породили множество причудливых теорий, объясняющих те или иные явления с помощью этой вечной всепроникающей среды.

В следующем фрагменте рукописи Хокинг рассказал о самых ранних попытках построить всеобщий образ окружающего Мира. В этой древней картине Вселенной все объяснялось предельно просто, поскольку ход событий и природных явлений направлялся духами. Эти духи населяли природные объекты, такие как реки и горы, а также небесные тела вроде Солнца и Луны. Они обладали человеческими эмоциями, действуя нелогично и непредсказуемо. Этих высших существ нужно было умиротворять и ублажать, чтобы день сменял ночь, нивы плодоносили, а за зимой наступали весна и лето. Текли столетия, и кто-то с критическими взглядами на окружающие вещи подметил существование определенных закономерностей: Солнце всегда вставало на востоке и садилось на западе независимо от того, были принесены жертвы богу дневного светила или нет. Более того, Солнце, Луна и планеты двигались по небу строго определенными путями, которые удавалось довольно точно предсказать. Солнце и Луна все еще могли считаться богами, но эти боги повиновались строгим законам, очевидно, никогда не позволяя себе отступлений, если не принимать в расчет таких историй, как предание об Иисусе Навине, остановившем Солнце.

Когда речь заходила об этом воскресшем библейском пророке, влачащем странную полужизнь-полусмерть в подлунном мире, профессор Хокинг вспоминал знаменитый мысленный эксперимент, придуманный Эрвином Шрёдингером. Этому выдающемуся австрийскому теоретику чрезвычайно досаждала соседская кошка с ее невыносимыми мартовскими концертами.

Однажды Шрёдингер размышлял о зыбкости основ Мироздания, непрерывно сотрясаемого волнами сверхмикроскопических квантовых флуктуаций. Его мысли постоянно отвлекали возмутительные кошачьи рулады под окном. Неожиданно у него родилась мысль о любопытном эксперименте, который впоследствии стал широко известен как «кошка Шрёдингера». Кошку помещают в наглухо закрытый ящик с детектором радиоактивного распада и молотком, закрепленным над колбой с летучим ядом. Если радиоактивный элемент распадается, то срабатывает пусковой механизм, и молоток разбивает колбу. Вероятность этого грустного события (для кошки) – ровно пятьдесят процентов.

Таким образом, когда экспериментатор открывает ящик, то у него равные шансы обнаружить живую или мертвую кошку. При этом по законам квантовой физики получается, что квантовое состояние кошки в закрытом ящике будет смесью состояния мертвой кошки с состоянием живой. Понять это с точки здравого смысла совершенно невозможно, хотя уже два тысячелетия церковники дурачат нас рассказами о воскресших (то есть де-факто мертвых, но де-юре живых) святых пророках.

Философы науки до сих пор путаются в объяснении подобных парадоксов. Кошка не может быть одновременно наполовину живой и наполовину мертвой от яда, как не может быть человек наполовину усопшим в могиле и наполовину воскресшим на небесах.

Сам Хокинг так объяснял смысл мысленного опыта с кошкой Шрёдингера: суть парадокса в том, что подчеркивается противоречивость объединения большого и сверхмалого.

Трудности интерпретации возникают оттого, что экспериментатор подходит к «квантовой кошке» с мерками повседневной реальности, где любой живой организм – кошка или человек – имеет определенную и единственную предысторию. Но весь фокус в том, что в квантовой физике предлагаются совсем иные взгляды на реальность. Каждый микроскопический квантовый объект имеет не единственную предысторию, а целый их веер. В большинстве случаев вероятность какой-то одной предыстории отменяется вероятностью несколько иной, но в определенных случаях вероятности соседних предысторий только усиливают друг друга. И одну из этих усиленных предысторий мы видим как предысторию объекта.

В случае с кошкой Шрёдингера две возможные предыстории усилили друг друга. В одной кошка отравлена, а в другой – жива. В квантовой теории обе возможности могут существовать вместе. Но некоторые современные философы сбиваются с толку, поскольку косвенно предполагают, что кошка или некий Иешуа Назаретянин могут иметь только одну предысторию.

Спор между сторонниками и противниками абсолютной фундаментальности квантовой теории еще далеко не закончен и изредка разгорается с новой силой, вводя в круг обсуждаемых вопросов весьма необычные и даже фантастические предметы, такие как «квантовое сознание наблюдателя». Все это еще раз подчеркивает, насколько далеки от повседневной действительности современные концепции теоретической физики. Во всяком случае они, так или иначе, во многом противоречат обыденным представлениям об окружающем нас классическом мире. Исходя из этого многие ученые, особенно занимающиеся другими разделами физики, просто считают квантовую теорию очень удачным математическим образом, позволяющим успешно предсказывать исход тех или иных экспериментов в микрофизике.

### Глава 3. Тайны застывших звезд

*Падение в черную дыру стало одним из ужасов научной фантастики. На самом деле о черных дырах сейчас можно сказать, что это научный факт, а не фантастика. Есть достаточные основания утверждать, что черные дыры должны существовать, и наблюдения четко указывают на присутствие в нашей Галактике множества черных дыр, а в других галактиках их еще больше.*

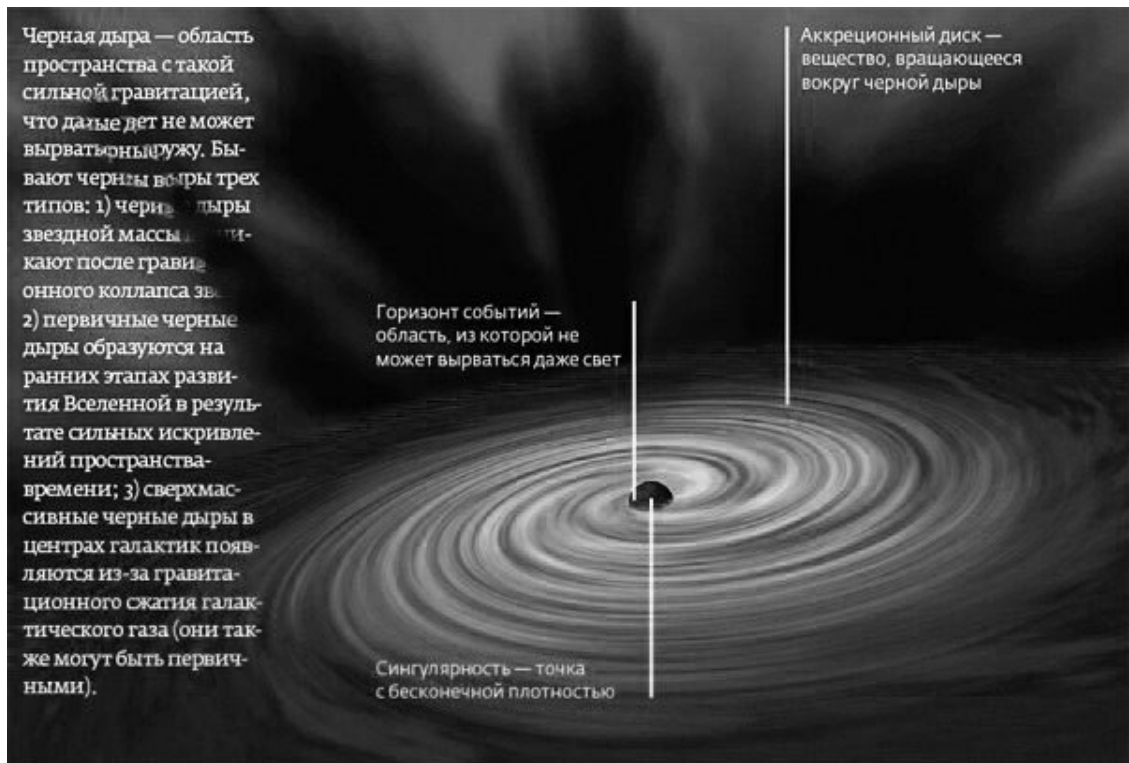
*С. Хокинг.*

*Черные дыры и младенцы-вселенные*

Когда говорят о творческом наследии Хокинга, первым делом упоминают о его гипотезе квантового испарения черных дыр.

Свой рассказ о бездонных провалах Вселенной Хокинг всегда начинал с истории становления Общей теории относительности (ОТО). Дело в том, что Давид Гильберт вывел уравнения гравитационного поля почти одновременно с Эйнштейном, который опередил его всего лишь на пару недель. Поэтому, хотя Гильберт исходил из идей Эйнштейна, главные уравнения общей теории относительности называют уравнениями Гильберта – Эйнштейна. Сам Гильберт всегда подчеркивал приоритет Эйнштейна в создании ОТО. Уравнения Гильберта – Эйнштейна устанавливают количественную связь сил всемирного тяготения с кривизной пространства. Оказалось, что там, где есть поле тяготения, пространство всегда искривлено. И наоборот, пространственная кривизна проявляется в виде сил гравитации. Материальные тела как бы прогибают пространство и катятся по образовавшимся впадинам, минуя выпуклости. И вот что замечательно: из уравнений следует, что искривлено не только пространство, но и... время! Можно сказать, что темп его течения зависит от конкретных физических условий, и он разный в различных областях пространства. В перепадах гравитационных полей время может замедляться, почти замирать или резко ускоряться.

В конце тридцатых годов прошлого века знаменитый впоследствии своим участием в Атомном проекте физик Роберт Оппенгеймер выдвинул гипотезу о том, что ядро массивной звезды будет безостановочно коллапсировать в предельно малый объект, свойства пространства вокруг которого описываются поверхностью Шварцшильда. Иными словами, ядро массивной звезды в конце ее эволюции должно стремительно сжиматься и уходить под горизонт событий, становясь застывшей звездой коллапсара. Но поскольку такой объект не должен излучать электромагнитные волны, то и обнаружить его в космосе будет невероятно трудно. Поскольку никакой носитель информации не способен выйти из-под горизонта событий, внутренняя часть черной дыры причинно не связана с остальной Вселенной, и происходящие внутри застывшей звезды физические процессы не могут влиять на ее окружение. В то же время вещество и излучение, падающие снаружи на коллапсар, свободно проникают внутрь через его горизонт.



### Строение черной дыры

Можно сказать, что гравитационный коллапсар все поглощает и почти ничего не выпускает. Собственно говоря, в этом и состоит смысл термина «черная дыра».

Внутри черной дыры располагается нечто грандиозное и загадочное, называемое сингулярностью. Само по себе понятие сингулярность очень трудно сопоставить с реалиями нашей жизни. Слово *singularis* в переводе с латыни означает «единственный» или «особенный» (отсюда в музыке «сингл» – одна песня).

Сингулярности возникают, когда звезды находятся в конце жизненного пути, когда ослабевают их внутренние силы. Тогда тяжесть внешней оболочки затухающего светила выигрывает борьбу с потоком ядерного излучения, и звезда начинает стремительно обрушиваться внутрь самой себя. Это звездное «схлопывание» называют гравитационным коллапсом, от латинского *collapsus* – упавший. В этом случае на месте звезды возникает «гравитационный коллапсар», или черная дыра, иногда ее называют более поэтично – застывшая (замерзшая, темная) звезда.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.