



---

## Предисловие к переводу

---



Путешествия во времени – едва ли не единственная идея, которая родилась во времена первых древних философов, пережила тысячелетия, приобрела невиданную популярность в научной фантастике и наконец нашла свое подтверждение в современной физике.

Автор этой книги Пол Нахин заслужил любовь читателей благодаря обширной эрудиции, умению рассказать сложные вещи простыми словами и необычной точке зрения на многие вещи. Оригинальная книга о путешествиях во времени вышла в трех изданиях. Первые два издания были весьма объемными и содержали серьезные математические выкладки и множество ссылок на академические труды ученых. В третьем издании автор предпочел упростить материал, сократив научную составляющую книги.

Мы знаем, что наши читатели любят науку и с удовольствием разбираются в хитросплетении теорий. Поэтому при подготовке перевода мы решили взять все самое лучшее из трех изданий, опустив многочисленные отсылки к фантастической и религиозной литературе – об этом рассказывает другая недавно изданная книга Нахина «Божественная фантастика».

На наш взгляд, в итоге получилась очень содержательная и в то же время увлекательная и легкая книга про теорию путешествий во времени. Современная наука утверждает, что свободные перемещения человека в прошлое, в том виде, как их описывают в фантастических романах, навсегда останутся несбыточной мечтой. Но не огорчайтесь – когда вы дочитаете эту книгу до конца, у вас перехватит дух от воистину вселенского масштаба научных и технических проблем, которые нужно решить, чтобы переместить во времени единственную элементарную частицу или бит информации.



# Оглавление



<b>Предисловие к переводу</b> .....	5
<b>Небольшое вступление</b> .....	9
<b>Вступительное слово от издательства</b> .....	19
<b>Об авторе</b> .....	20
<b>Глава 1. Что мы понимаем под путешествием во времени?</b> .....	21
1.1. Идея путешествий во времени как явление культуры .....	21
1.2. Почему не сработает машина времени Уэллса .....	23
1.3. Собственное время .....	24
1.4. Путешествия в прошлое – действительно ли они возможны? .....	27
1.5. Где все путешественники во времени? .....	28
1.6. Путешественники во времени и скептицизм .....	30
1.7. Эйнштейн, Гёдель и прошлое .....	35
1.8. Квантовая механика, черные дыры, сингулярности и путешествия во времени....	39
1.9. Машина времени Типлера.....	47
1.10. Вопросы для самостоятельных размышлений .....	51
<b>Глава 2. О природе времени, пространства-времени и четвертого измерения</b> .....	57
2.1. Что же такое время? .....	57
2.2. Линейное время и бесконечность прошлого и будущего .....	64
2.3. Причина и следствие .....	70
2.4. Обратная причинность.....	75
2.5. Время и часы .....	81
2.6. Гиперпространство и червоточины .....	82
2.7. Пространство как четвертое измерение.....	84
2.8. Время как четвертое измерение .....	87
2.9. Пространство-время и четвертое измерение .....	88
2.10. Пространство-время, всеведение и свободная воля.....	94
2.11. Наступило ли будущее? Остается ли с нами прошлое? .....	98
2.12. Вопросы для самостоятельных размышлений .....	100
<b>Глава 3. Физика путешествий во времени. Часть I</b> .....	103
3.1. Язык путешествий во времени .....	104
3.2. Имеет ли время направление?.....	105

3.3. Относительность одновременности.....	107
3.4. Что такое «сейчас»?.....	112
3.5. Необратимость времени.....	116
3.6. Энтропия в роли стрелы времени.....	119
3.7. Другие стрелы времени .....	124
3.8. Замедление времени и фотонные часы .....	129
3.9. Преобразование Лоренца .....	133
3.10. Диаграммы пространства-времени, световые конусы, метрики и инвариантные интервалы .....	142
3.11. Собственное время, замкнутые мировые линии и парадокс близнецов .....	161
3.12. Вопросы для самостоятельных размышлений .....	168
<b>Глава 4. Парадоксы путешествий во времени .....</b>	<b>173</b>
4.1. Два основных парадокса путешествий во времени .....	176
4.2. Можно ли изменить прошлое из настоящего? Можно ли уничтожить прошлое? .....	179
4.3. Различие между изменением прошлого и влиянием на прошлое.....	189
4.4. Почему путешественник во времени не может убить своего дедушку?.....	203
4.5. Квантовая теория и альтернативные вселенные.....	211
4.6. Причинно-следственные петли .....	217
4.7. Сексуальные парадоксы.....	229
4.8. Вопросы для самостоятельных размышлений .....	233
<b>Глава 5. Связь с прошлым .....</b>	<b>242</b>
5.1. Обратные во времени миры.....	242
5.2. Многомерное время.....	252
5.3. Уравнения Максвелла и опережающие эффекты .....	256
5.4. Парадокс Уилера–Фейнмана.....	261
5.5. Теория поглощения и сигнал в прошлое.....	265
5.6. Тахионные сигналы, пугающие действия и антiteleфон Белла.....	271
5.7. Вопросы для самостоятельных размышлений.....	282
<b>Глава 6. Физика путешествий во времени. Часть II .....</b>	<b>288</b>
6.1. Сверхсветовое движение в прошлое .....	288
6.2. Машины времени Гёделя и Типлера.....	301
6.3. Машины времени Торна на основе червоточин.....	307
6.4. Машина времени Готта на космических струнах .....	332
6.5. Быстрая ракета – односторонняя машина времени в будущее .....	340
6.6. Время и гравитация .....	346
6.7. Вопросы для самостоятельных размышлений.....	353
<b>Словарь важных терминов и определений.....</b>	<b>356</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>371</b>



Признанными пионерами научных исследований путешествий во времени были Альберт Эйнштейн (1879–1955) и Курт Гёдель (1906–1978), близкие друзья, которые показаны здесь на фотографии, сделанной Ричардом Аренсом в 1954 году в Институте перспективных исследований в Принстоне, штат Нью-Джерси. Именно общая теория относительности Эйнштейна 1916 года («теория гравитации») использовалась Гёделем в качестве основы для работы 1949 года, где впервые показано, что общая теория относительности не запрещает путешествие во времени в прошлое.

Литературным первопроходцем путешествий во времени был, конечно, Герберт Джордж Уэллс (1866–1946), который на этом фотоснимке является



первокурсником колледжа приблизительно в 1885 году. Шутливая фотография сделана неизвестным другом, когда Уэллс посещал курс биологии, прочитанный Томасом Хаксли в Школе естественных наук в Южном Кенсингтоне (филиал Лондонского университета). Слишком худой и бедный Уэллс был тогда еще подростком, а «Машина времени» ждала его в далеком будущем.

Фотография Эйнштейна и Гёделя любезно предоставлена Американским институтом физики Эмилио Сегре, архив изображений библиотеки AIP Нильса Бора. Фотография Уэллса любезно предоставлена Отделом редких книг и специальных коллекций библиотеки Университета Иллинойса в Урбана-Шампейн.



---

## Небольшое вступление

---



*В течение последних нескольких лет ведущие научные журналы публикуют статьи, посвященные путешествиям во времени и машинам времени... Почему? Неужели физики решили составить конкуренцию писателям-фантастам и голливудским продюсерам?*

*Джон Эрман*

Писать о путешествиях во времени сегодня – это уважаемое занятие. Так было не всегда. В конце концов, путешествие во времени, на первый взгляд, нарушает фундаментальный закон природы: каждое следствие имеет причину, при этом причина возникает раньше следствия. Однако путешествие во времени в прошлое, судя по всему, требует наличия обратной причинности, причем следствие (путешественник во времени, выходящий из своей машины времени) происходит раньше его причины (путешественник во времени, нажимающий кнопку запуска на панели управления своей машины годы спустя, чтобы начать свое путешествие назад во времени).

Поэтому, когда Герберт Уэллс опубликовал свой революционный шедевр «Машина времени» в 1895 году, даже те читатели, которые любили его как историю (а далеко не все любили), категорически отвергали его как романтическую фантазию. По их мнению, это была, безусловно, впечатляющая игра чистого воображения, но не более того. Рецензенты того времени употребляли такие слова, как «фокус-покус» и «причуда», и называли произведение «причудливым и живым сном». Любой из романов современника Уэллса, Жюль Верна (даже такой сверхтехнологичный, как «От Земли до Луны» 1865 года), вызывал намного больше доверия, чем работа Уэллса с точки зрения «Уж это-то могло бы действительно произойти».

Сам Уэллс всегда отрицал, что его машина времени была чем-то большим, чем литературным приемом для перемещения путешественника во времени в далекое будущее. Действительно, в 1934 году, в предисловии к семи знаменитым романам, опубликованным Кнопфом в сборнике научных романов-новелл (поскольку научная фантастика была известна еще до того, как сам термин «научная фантастика» вошел в употребление), включающем «Машину времени», Уэллс совершенно ясно выразил свою позицию: «Собранные здесь мои работы не претендуют на изображение чего-то потенциально возможного; они являются упражнениями в воображении... Это все фантазии; они не стремятся отразить реальную возможность – на самом

деле они несут лишь то количество достоверности, которое человек получает в хорошем захватывающем сне». Затем Уэллс в том же предисловии сказал, что все предыдущие попытки писать фантастические истории основывались на магии. Но только не в его работах.

«Мне пришло в голову, что вместо обычной беседы с дьяволом или магом можно было бы с пользой использовать остроумную научную болтовню». Большой вклад Уэллса в сочинение историй о путешествиях во времени заключался в том, что он представил научную машину вместо магии, наркотиков, снов, ударов по голове или анабиоза. Однако не все современные писатели-фантасты последовали примеру Уэллса.

Научно-фантастический роман Клиффорда Саймака (Clifford Simak, 1904–1988) «Мастодония» 1978 года упоминает инопланетное существо, застрявшее на Земле (из-за крушения космического корабля несколькими столетиями ранее), которое «создает туннели во времени». Один из персонажей этой истории, который пытается открыть агентство путешествий во времени, используя эти туннели, объясняет, почему отсутствие машины времени вызывает у него трудности с потенциальными клиентами: «Вся беда была в том, что я не мог рассказать им о какой-то машине – машине путешествий во времени. Если бы я мог сказать им, что мы разработали машину, они бы скорее поверили мне. Мы так доверяем машинам, они для нас – волшебство. Если бы я мог изложить какую-нибудь нелепую теорию и обрушить на них какие-нибудь уравнения, они были бы впечатлены». Я думаю, что это не совсем так. Мы доверяем машинам не потому, что они волшебны, а по совершенно противоположной причине. Они не магические, а скорее рациональные. А отвергнуть математику – значит сказать, что здесь действует какое-то неестественное или сверхъестественное влияние. Но возможна ли на самом деле машина времени? Или идея машины времени – это просто «чепуха» и «полная чушь», как прямо говорит персонаж романа Пола Андерсона «Танцовщица из Атлантиды»? Уэллс сам обратился к этому вопросу в автобиографическом эссе, опубликованном в журнале *Cornhill*, которое он написал в июле 1945 года (всего за 13 месяцев до своей смерти), с еще более резкими словами. Используя псевдоним Wilfred B. Batterave, он написал очень смешное резюме своей жизни под названием «A Complete Exposé of This Notorious Literary Humbug» – «Полное разоблачение этого жульничества». Там он описал машину времени как «материю, сотканную из абсурда, в которой люди должны метаться туда-сюда по временному измерению». С помощью нескольких обычных приемов рассказчика Уэллс избавляется от своей машины, прежде чем ее можно будет подвергнуть детальному осмотру. Он жульничает, как любой обычный «провидец». В противном случае логически получалось бы, что человек может бесконечно плодить копии самого себя, заглядывая немного в будущее и затем возвращаться. После этого их станет двое. Повторите процедуру, и их станет четверо, и так далее, пока весь мир не будет по-

лон копиями путешествующего во времени индивида. Простодушный ум принимает это за чистую монету, несмотря на все предупреждения Уэллса, и, естественно, как и любой из нас, глубоко возмущен таким оскорблением своего интеллекта. Забавно, да, но все равно довольно жестоко.

Как сказал один писатель, Уэллс, вместо того чтобы представить научное открытие, просто пытался опровергнуть почти удушающий и необоснованный, по его мнению, самодовольный оптимизм зажиточных людей поздневикторианской эпохи. Итак, путешествуя в 802 701 год от Рождества Христова, путешественник во времени обнаруживает ужасное разложение человечества в людоедском порабощении эллов морлоками, конечном результате классовой борьбы между рабочим классом (морлоками) и праздным, паразитическим верхним классом (эллами).

Немецкий социальный философ Карл Маркс, если бы он не был мертв уже как 12 лет в 1895 году, несомненно, энергично кивал бы в знак согласия, читая «Машину времени», даже если бы он сожалел о решении Уэллса так долго ждать победы угнетенных рабочих. (Какая ирония судьбы, что он похоронен на Лондонском Хайгейтском кладбище, Викторианской Валгалле, где он провел все последнее столетие, в буквальном смысле все больше смешиваясь со многими капиталистическими предками эллов!) Но гораздо более сомнительно, что Маркс считал бы возможными путешествия во времени. Как все изменилось за годы, последовавшие за появлением «Машины времени»! Поначалу, по общему признанию, произошло небольшое снижение литературного уровня, по мере того как вновь развивающиеся журналы научной фантастики подхватили эстафету и кинулись вперед с жанром путешествий во времени наперевес. Многие из журнальных историй о путешествиях во времени 1920-х, 1930-х и 1940-х годов были, откровенно говоря, просто ужасны. Но... некоторые так же были и хороши. А часть из них была действительно очень хороша. Начиная с 1950-х годов все более опытные авторы писали все более изощренные рассказы о путешествиях во времени. В академических сообществах философов и физиков тоже происходили большие события. Я отдаю первенство философам с их публикацией в 1976 году чрезвычайно важной статьи, которая начиналась такими впечатляющими словами: «Путешествия во времени, как я утверждаю, возможны. Парадоксы путешествий во времени [в прошлое] – это странности, а не невозможности. Они доказывают только то, в чем мало кто сомневался: возможный мир, в котором происходят путешествия во времени, был бы очень странным миром, фундаментально отличным от того мира, который мы считаем своим». Этот автор был не первым философом, написавшим о путешествии во времени в прошлое, но до него никто не выражал безоговорочную поддержку этой концепции такими сильными и недвусмысленными словами.

Статья Льюиса также примечательна тем, что она дает, как кажется, четкое определение того, что именно означает, что человек «путешествовал во времени» либо в прошлое, либо в будущее:

*Что такое путешествие во времени? Оно неизбежно влечет за собой противоречие между временем и продолжительностью. Любой путешественник отправляется и затем прибывает в пункт назначения; время, прошедшее от отправления до прибытия (положительное или, возможно, нулевое), является продолжительностью путешествия. Но если он путешественник во времени, то разница во времени между отправлением и прибытием не равна продолжительности путешествия.*

Чтобы понять это, мы должны видеть разницу между личным временем путешественника во времени и внешним временем удаленных наблюдателей путешественника во времени. Личное время путешественника во времени измеряется, например, либо временем, отсчитываемым его наручными часами, либо, возможно, горящей свечой.

Я говорю, что «даю первенство философам», потому что, хотя первая статья о путешествиях во времени по физике появилась десятилетия назад, ее автором на самом деле был вовсе не физик, а друг Эйнштейна, всемирно известный математический логик Курт Гёдель. Оглядываясь назад, можно сказать, что статья Гёделя была поворотным событием в формировании «уважаемого» имиджа научных путешествий во времени; и здесь стоит уделить некоторое время, чтобы объяснить этот важный момент.

В этой книге я рассуждаю про физическое путешествие во времени с помощью машин, которые манипулируют материей и энергией в конечной области пространства (я подробнее останавлиюсь на значении этого условия, когда мы углубимся в книгу). Кроме того, машина должна иметь рациональное объяснение. Например, как авианосец в фильме «Последний отсчет», так и другое военное судно в «Корабле, плывущем в потоке времени» (Эдмондсон) отправляется в прошлое с помощью «рационального» (по крайней мере, для литературного произведения!) объяснения – корабль оснащен медной катушкой странной формы в вакуумном сосуде, которая оказывается машиной времени с питанием от молний во время штормов. Для моей книги такое рациональное объяснение можно найти в общей теории относительности Эйнштейна и его теории гравитации. (Его специальная теория относительности применима в тех ситуациях, где нет гравитации.)

До Эйнштейна ученые использовали теорию гравитации Ньютона, которая, будучи удивительно точной для любой ситуации на Земле, вносит значительную погрешность в астрономических масштабах. Кроме того, теория Ньютона носит описательный характер; она делает возможным вычисление гравитационных эффектов, не предлагая никакого объяснения самой гравитации. Теория Эйнштейна не только дает правильные ответы, даже в тех случаях, когда не работает теория Ньютона, но также объясняет гравитацию. Эйнштейн рассматривает мир как четырехмерную структуру, в которой все четыре измерения (три пространства и одно время) в определенном смысле находятся в равных условиях. По сути, эйнштейновское описание



мира – это описание единого пространства-времени, в то время как теория Ньютона разделяет и различает пространство и время.

Как писал Ньютон о времени в начале своего шедевра «Начала» 1687 года, работы, которая произвела революцию в физике, «абсолютное, истинное и математическое время, само по себе и исходя из своей собственной природы, течет равномерно, не имея отношения ни к чему внешнему, и иначе называется длительностью». Этот взгляд на время был, разумеется, отвергнут с приходом Эйнштейна и его относительного времени, зависящего от состояния наблюдателя.

В отличие от точки зрения Эйнштейна, взгляд Ньютона на природу времени был связан с теологией. Как писал один современный теолог, «Ньютон считал, что абсолютное время основано на необходимом существовании Бога. Цитируя самого Ньютона, в «General Scholium» ко второму изданию «Начал» (1713) он добавил слова, которых не было в оригинале: «Бог есть живое, разумное и могущественное существо; и из других его совершенств [следует], что он является высшим, или наиболее совершенным. Он вечен и бесконечен, всемогущ и всеведущ, т. е. его длительность простирается от вечности до вечности; его присутствие от бесконечности до бесконечности; он управляет всеми вещами и знает все, что есть или может быть сделано. Он не вечность и бесконечность, но вечное и бесконечное; он не длительность и не пространство, но он пребывает и присутствует. Он пребывает вечно и присутствует везде; и, существуя всегда и везде, он образует длительность и пространство. Поскольку каждая частица пространства есть всегда и каждый неделимый момент длительности есть везде, конечно, создатель и Владыка всего сущего не может быть никогда и нигде».

Ну ладно, буду честен – я на самом деле не совсем понимаю, что это значит! Ньютон добавил эти слова к «Началам» в ответ на критику со стороны влиятельного философа Джорджа Беркли, что его первоначальные утверждения об абсолютном времени были «пагубными и абсурдными понятиями», которые на самом деле являются атеистическими по своей сути. Во времена Ньютона это было весьма серьезное обвинение, и он пытался (я думаю) найти какую-то защиту от тех критиков, которые проводили больше времени, думая о Боге, чем о физике. Гораздо более честными (на мой взгляд) являются остроты «время – это просто когда одна чертова вещь случается за другой» и «время – это то, что удерживает мир от того, чтобы все произошло одновременно». Скорее забавно, чем полезно – да, конечно, но хотя бы забавно.

Теологический взгляд Ньютона на время просто не имеет отношения к современной физике (хотя, возможно, представляет больший интерес для философа-историка), но во многих случаях он представляет интерес для писателя-фантаста. Например, религиозное мышление Ньютона и его (возможно!) связь с путешествиями во времени рассматривается в моем рассказе «Подарок Ньютона», первоначально опубликованном в журнале *Omni Magazine* (январь 1979 года). Уэллсовский взгляд на путешествия во времени скорее ньютоновский, чем эйнштейновский, и, возможно, это не так уж и

удивительно, учитывая, что Эйнштейну было всего 16 лет, когда была опубликована «Машина времени».

С самого начала (1905 г.) было известно, что специальная теория Эйнштейна позволяет путешествовать во времени в будущее. Однако вернуться в прошлое было невозможно. Тем не менее с 1949 года стало известно, что общая теория относительности, которая до сих пор проходила все экспериментальные испытания, при определенных условиях допускает путешествие во времени в прошлое. Именно это допущение теории отделяет размышления о путешествиях во времени от фантазийных вымыслов, с которыми они часто несправедливо смешиваются, – вымыслов, которые оправдывают шарлатанство наподобие загробной жизни, астрологии и воздействия ума на предметы (наподобие изгибания ложек силой мысли).

В своей общей теории Эйнштейн показал, что пространство-время может быть либо плоским (в случае отсутствия гравитации – в специальной теории относительности), либо искривленным (с гравитацией), и он сделал это не путем философских рассуждений, а при помощи математических уравнений – знаменитых дифференциальных тензорных уравнений гравитационного поля. В большинстве случаев эти сложные уравнения очень трудно решить. Но в некоторых частных случаях они были решены. Эти решения отражают взаимодействие материи и энергии в пространстве-времени. Как гласит популярная обобщающая фраза: «Изогнутое пространство-время говорит материи, как двигаться, а материя говорит пространству-времени, как изгибаться».

На микроскопическом локальном уровне общая теория относительности имеет внутреннюю причинность, но в больших масштабах ситуация может быть намного сложнее. Фраза «большой масштаб» на самом деле подразумевает охват значительной части всего сущего, поскольку в меньших масштабах, начиная от радиуса элементарной частицы и до радиуса Вселенной – отношение линейных размеров  $10^{41}$  – нормально работает общая теория относительности. В большом масштабе искривленное пространство-время может (согласно некоторым решениям уравнений поля) привести к нарушениям причинности, то есть к возможности путешествовать во времени в прошлое.

В 1949 году математик Курт Гёдель нашел одно из таких решений уравнений поля, которое описывает движение массы-энергии не только в пространстве, но и назад во времени вдоль так называемых *замкнутых времениподобных линий* (closed timelike lines, CTL) или *замкнутых времениподобных кривых* (closed timelike curves, CTC), представляющих особый случай *мировых линий* (world line) в пространстве-времени. Эти мировые линии таковы, что, если человек путешествует вдоль одной из них, всегда со скоростью, меньшей скорости света, он видит, что все вокруг него происходит в обычном причинном порядке от момента к моменту (например, секундная стрелка на его часах движется по часовой стрелке в будущее), но в конце концов мировая линия замкнется сама на себя, и путешественник окажется в своем

собственном прошлом. Именно это подразумевают физика и математика в решении Гёделя. Вот что я имею в виду, говоря, что существует научная, рациональная основа для обсуждения путешествий во времени.

Особенно важно отметить, что путешествие по одной из замкнутых времениподобных линий, обнаруженных Гёделем, требует наличия машины времени, своего рода ускоряющегося космического корабля. Эта конкретная машина, однако, не генерирует СТЛ там, где их раньше не было (созданием СТЛ занимается так называемая *сильная машина времени*), а скорее просто использует СТЛ, которые присущи пространству-времени Гёделя; космический корабль Гёделя является примером *слабой машины времени*.

Двойное условие, требующее наличия как машины, так и рационального объяснения, полностью перечеркивает причудливые истории путешествий во времени, которыми изобилует ранняя научная фантастика, а также многие философские рассуждения.

Впрочем, некоторые писатели-фантасты интуитивно понимали, что рациональное путешествие во времени назад каким-то образом тесно связано с работой Эйнштейна. Например, рассказ для подростков «Маленький монстр» (Андерсон) содержит рациональное объяснение путешествия во времени. Когда мальчик спрашивает своего дядю-физика, как работает его машина времени, тот отвечает: «Приходи снова, когда изучишь тензорное исчисление, и я расскажу тебе об  $n$ -мерных силах и деформации мировых линий». Именно такое рациональное восприятие я хочу развить у читателей этой книги.

Я ранее упоминал, что «некоторые частные случаи» уравнений гравитационного поля Эйнштейна приводят к понятию СТЛ/СТС. Что это был за «частный случай», который решил Гёдель? Его решение уравнений поля относится к вращающейся, бесконечной, статичной Вселенной, состоящей из совершенной жидкости при постоянном давлении. Гёдель обнаружил, что в такой Вселенной естественные СТЛ/СТС проходят через каждую точку пространства-времени; т. е. путешествие во времени во Вселенной Гёделя не является результатом работы машины, манипулирующей массой и энергией в локальном масштабе (классическое научно-фантастическое описание машины времени); скорее, в пространстве-времени Гёделя путешествие во времени является естественным явлением! Наблюдаемая Вселенная, однако, не вращается и не расширяется (астрономы видят красные смещения в спектрах далеких звезд), и поэтому, хотя пространство-время Гёделя удовлетворяет уравнениям поля общей теории относительности, его свойству перемещения во времени нет места в пространстве-времени, в котором мы живем. (Это может объяснить, почему первоначальная реакция сообщества физиков и философов на открытие Гёделя о том, что путешествия во времени не являются бессмыслицей в соответствии с общей теорией относительности, была в основном равнодушной.) Неспособность наблюдать путешествия во времени в нашей Вселенной может (несколько удивительно, я думаю) все еще иметь возможные последствия для нас, однако, как умно

рассуждал один философ, она указывает на то, что естественно происходящие гёделианские путешествия во времени наделили бы Вселенную свойствами, особенно полезными для выживания разума (предположительно включая людей) против вымирания от множества космических катастроф. Итак, для тех, кто утверждает, что Вселенная, где мы живем, была создана для нас (сторонники различных доказательств существования Бога, которые подразумевают его в качестве нашего Творца), у нас есть очевидный вопрос: почему Он, судя по всему, упустил возможность путешествий во времени?

В приглашенном эссе, появившемся в том же году, что и его работа по физике путешествий во времени, Гёдель специально обратился к кажущемуся парадоксальным аспекту того, что он обнаружил: «Совершая круговое путешествие на ускоряющемся корабле по достаточно обширной траектории, можно в этих [вращающихся] мирах путешествовать в любую область прошлого, настоящего и будущего и обратно, точно так же как в других мирах можно путешествовать в отдаленные части космоса. Такое положение дел *кажется* (я подчеркиваю) абсурдным. Ибо оно позволяет человеку, например, путешествовать в недалекое прошлое тех мест, где он сам жил. Там он найдет человека, который будет им самим в какой-то более ранний период жизни. Теперь он мог бы сделать с этим человеком нечто такое, что, по его памяти, никогда не случилось с ним».

В тот раз нервы Гёделя подвели его, и он защищал возможность парадокса путешественника во времени, встречающего себя в прошлом, используя то, что я считаю удивительно неубедительным аргументом (особенно для логика), основанным главным образом на инженерных ограничениях: «Это и подобные противоречия, однако, чтобы доказать невозможность рассматриваемых миров, предполагают фактическую осуществимость путешествия в собственное прошлое. Но скорости, которые были бы необходимы для завершения путешествия в разумное время, намного превосходят все, что можно ожидать, чтобы когда-либо стать практической возможностью. Поэтому нельзя априори исключить на основании приведенного аргумента, что пространственно-временная структура реального мира имеет описанный тип». То есть Гёдель пытался отвести критиков своей модели вращающейся Вселенной, которые могли бы указать на результат путешествия во времени как на доказательство того, что модель Гёделя должна быть ошибочной.

В сноске Гёдель говорит, что путешественник во времени должен был бы двигаться по крайней мере со скоростью, близкой к 71 % скорости света, и что если бы его ракетный корабль мог «полностью преобразовать материю в энергию», то вес топлива был бы в  $10^{22}$  раза больше веса ракеты, деленного на квадрат продолжительности полета (в ракетных годах). Путешествие в прошлое во Вселенной Гёделя потребовало бы машины времени, которая выглядела бы как телефонная будка Доктора Кто, прикрепленная к топливному баку размером в несколько сотен триллионов океанских лайнеров. Это внушительные цифры, но они не подразумевают нарушения физических

законов, и именно это действительно имеет значение, если путешествия во времени должны быть опровергнуты. Использование Гёделем инженерных ограничений для объяснения обратного путешествия во времени на самом деле хуже, чем просто ошибка, потому что вопрос не в практической, а скорее в том, чтобы показать возможность, предполагая, что общая теория относительности верна, насколько верная и реальная математическая физика может привести к тому, что кажется парадоксальным заключением.

Итак, что же сам великий человек, Эйнштейн, думал обо всем этом? В той же публикации, что и эссе Гёделя, он осторожно ответил: «Эссе Курта Гёделя составляет, на мой взгляд, важный вклад в общую теорию относительности, особенно в анализ понятия времени. Эта проблема беспокоила меня уже во время построения общей теории относительности, хотя мне и не удалось ее прояснить... различие “раньше-позже” оставлено для точек мира, лежащих далеко друг от друга в космологическом смысле, и возникают те парадоксы относительно направления причинной связи, о которых говорил г-н Гёдель... Было бы интересно обдумать, не следует ли исключить их на физическом основании».

Несмотря на математическую физику Гёделя, указывающую на возможность путешествий во времени в прошлое, многие философы не совсем в этом уверены. Как выразился один из них, «ни одна научная фантастика не представляет больших философских трудностей, чем путешествия во времени, но до сих пор нет единого мнения о том, являются ли фантастические путешествия во времени логическими, метафизическими или физическими невозможностями». Наиболее известной и, возможно, самой древней из парадоксальных ситуаций, которые, по-видимому, являются неотъемлемой частью путешествий во времени, является так называемый парадокс дедушки, выраженный философом Дэвидом Льюисом в его новаторской работе 1976 года таким образом:

*Представь некоего Тима. Он ненавидит своего деда, чья успешная торговля оружием создала семейное состояние, из которого было оплачено создание машины времени Тима. Тиму ничего так не хочется, как убить дедушку, но уввы, он опоздал. Дедушка умер в своей постели в 1957 году, когда Тим был еще маленьким мальчиком. Но когда Тим построил свою машину времени и отправился в 1920 год, он вдруг понял, что еще не слишком поздно. Он покупает винтовку... и сидит в засаде однажды зимним днем 1921 года, с заряженным ружьем, с ненавистью в сердце, а дедушка подходит все ближе и ближе...*

Итак, вот она, загадка. Тим, очевидно, может достичь своей цели – у него заряженное ружье, он отличный стрелок, ни о чем не подозревающий дедушка все ближе, – но если он действительно убивает дедушку за много лет до того, как Тим родился (родится), то как может родиться Тим? А если он не родился, то как же Тим (которого нет «сейчас») может путешествовать во времени, чтобы убить дедушку? Какая запутанная ситуация, верно? Итак,

единственный возможный вывод из всего этого состоит в том, что исходная предпосылка, что путешествие во времени имеет смысл, на самом деле должна быть бессмыслицей. Так ведь?

Да, может быть, но как тогда насчет Гёделя с его путешествующим во времени космическим кораблем? Это твердая, как алмаз, непоколебимая математическая физика, ради всего святого! Мы не можем просто игнорировать это! Льюис предлагает выход из этого противоречия, и когда мы перейдем к обсуждению парадоксов (во множественном числе, потому что есть и другие парадоксы, еще более запутанные, чем убийство дедушки в далеком прошлом), мы вернемся к его решению.

С тех пор как Льюис написал свою работу, философы были особенно впечатлены парадоксом дедушки и показали себя, по крайней мере, такими же изобретательными, как и писатели-фантасты, обсуждая этот парадокс или его вариации. Вот, например, вариация этого парадокса, которую я считаю особенно умной и которая избегает убийственного духа истории, рассказанной Льюисом и Хорвичем:

*Сара только что закончила строить свою машину времени. Она решает испытать машину на себе завтра утром, когда она намеревается вернуться назад на один день. А пока она идет домой, накладывает мазь на ожог, который получила в тот день, и ложится спать. Утром Сара с чашкой кофе в руке садится читать утреннюю газету. Она открывает газету на следующем заголовке: «Знаменитый физик найдена мертвой!» На первой странице фотография тела Сары внутри ее нетронутой машины времени, ожог и мазь отчетливо видны на руке. Внизу – подпись:*

*«Вчера нобелевский лауреат по физике была найдена мертвой в загадочном устройстве, материализовавшемся возле мэри». Крайне потрясенная, Сара возвращается в лабораторию и уничтожает машину времени.*

Есть ли в этом какой-то смысл? Мы вернемся к этому вопросу позже в главе 2, когда будем обсуждать возможность (или невозможность) многомерности времени.



## *Вступительное слово от издательства*



### **Отзывы и пожелания**

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Отзывы важны для нас, чтобы выпускать книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв на нашем сайте [www.dmkpress.com](http://www.dmkpress.com), зайдя на страницу книги и оставив комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com); при этом укажите название книги в теме письма.

Если вы являетесь экспертом в какой-либо области и заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте по адресу [http://dmkpress.com/authors/publish\\_book/](http://dmkpress.com/authors/publish_book/) или напишите в издательство по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com).

### **Список опечаток**

Хотя мы приняли все возможные меры для того, чтобы обеспечить высокое качество наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг – возможно, ошибку в основном тексте или программном коде, – мы будем очень благодарны, если вы сообщите нам о ней. Сделав это, вы избавите других читателей от недопонимания и можете нам улучшить последующие издания этой книги.

Если вы найдете какие-либо ошибки в коде, пожалуйста, сообщите о них главному редактору по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com), и мы исправим это в следующих тиражах.

### **Нарушение авторских прав**

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательство «ДМК Пресс» очень серьезно относится к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь в интернете с незаконной публикацией какой-либо из наших книг, пожалуйста, пришлите нам ссылку на интернет-ресурс, чтобы мы могли применить санкции.

Ссылку на подозрительные материалы можно прислать по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com).

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, благодаря которой мы можем предоставлять вам качественные материалы.

---

## Об авторе

---



Пол Нахин родился в Калифорнии и там же прошел полный курс обучения (школа Бри-Олинда в 1958 г., бакалавриат Стэнфорда в 1962 г., аспирантура Калтеха в 1963 г., и – как докторант в команде Говарда Хагиса – получил степени кандидата, а затем и доктора технических наук по электротехнике в университете Ирвина в 1972 г.).

Профессор Нахин опубликовал два десятка коротких научно-фантастических рассказов в журналах Analog, Omny и Twilight Zone и написал 14 книг по математике и физике. Он выступал как приглашенный лектор по математике в колледже Боудойна, в аспирантуре Клермонта, в Университете Теннесси и в Калифорнийском технологическом институте, принимал участие в шоу «Научная пятница» (обсуждая путешествия во времени) Национального общественного радио, а также выступал на общественном радио Нью-Гемпшира в программе «Парадный подъезд» (обсуждая мнимые числа), консультировал сценаристов Бостонской программы общественного телевидения «Нова» по поводу эпизодов путешествия во времени. Он выступал с лекцией по математике на Сэмпсоновских курсах 2011 года в колледже Бейтса (Льюистон, штат Мэн).





# ГЛАВА 1

## Что мы понимаем под путешествием во времени?



*Что, если бы вы знали ход событий ... прежде чем что-то произойдет? Например, убийство Кеннеди ... результаты чемпионата ... колебания фондового рынка? Большинство из нас готово умереть за возможность переиграть свои решения.*

*– С обложки романа Кена Гримвуда «Повтор»*

### 1.1. Идея путешествий во времени как явление культуры

Путешествия во времени...

Можно ли придумать более захватывающее, более романтическое, более удивительное приключение? Я думаю, что нет, и, прежде чем мы перейдем к формулам и законам физики, хочу начать свою книгу с рассказа о том, насколько увлекательной многие писатели (и их читатели) считали идею путешествия во времени. И это началось задолго до того, как физики обнаружили возможность путешествия во времени, скрытую в общей теории относительности Эйнштейна.

До высадки людей на поверхность Луны в 1969 году единственным невероятным приключением, сопоставимым с путешествием во времени, было путешествие в космос. Фактически в течение семнадцатого и восемнадцатого веков такие путешествия были центром особого художественного жанра, называемого «воображаемым путешествием» или «невероятным путешествием» (позже он превратился в научную фантастику). Конечно, после 1969 года воображаемые космические путешествия потеряли свою фантастичность, и современным «невероятным путешествием» стало перемещение во времени.

Я готов поспорить, что в случайной выборке взрослых людей среднего возраста по крайней мере три четверти с энтузиазмом ответят на вопрос, интересуется ли их путешествие во времени. Возьмите группу детей старше пяти лет, и голосование, безусловно, будет единодушным.

Массовое увлечение путешествиями во времени было «научно» задокументировано. В интригующем исследовании, проведенном Коттлом в 1976 году,

несколько сотен мужчин и женщин попросили вообразить возможность провести час, день и год назад как в своем личном прошлом (с момента рождения), так и в историческом прошлом (до рождения). Им также сказали, что услуга путешествия во времени будет стоить 10 000 долларов. Ответы показали, что 10 % опрошенных готовы заплатить эту сумму за час в историческом прошлом, 22 % за день и 36 % за год. Как и следовало ожидать, цифры росли по мере снижения стоимости, и, если такое путешествие было бесплатным, интерес был почти всеобщим. Менее строгий опрос был проведен в 1988 году редакцией журнала *Seventeen*. Мартовский выпуск журнала под заголовком «Лучшие времена» открывался провокационным вопросом «Если бы вы путешествовали на машине времени, куда бы вы отправились?». Ответы варьировались от Трои 1200 года до нашей эры и викторианской Англии до «крутых пятидесятых». Ответы молодых девушек, составляющих основную читательскую аудиторию журнала, показали, что они считают прошлое «романтичным местом».

Как выразился один современный писатель-фантаст: «Путешествие во времени – это высшая форма фантазии, научное дополнение к поиску бессмертия человеком». А философ Смит правильно подметил, что «популярность обращения к путешествиям во времени ... несомненно связана с ностальгией по прошлому, которая является почти постоянным аспектом состояния человека».

### For Better or For Worse®

by Lynn Johnston



Единственная фантазия, которая является общей для всех людей, принимающих решения.

FOR BETTER OR FOR WORSE © 1993 Lynn Johnston Prod., Inc.

Перепечатано с разрешения UNIVERSAL PRESS SYNDICATE. Все права защищены

Столь массовое увлечение путешествиям во времени, конечно, впечатляет, но все же для этой книги не представляют научного интереса различные сказки, мистика и выдумки. Мы будем говорить в основном о науке – физике и математике – и, отчасти, о философии. Если нам так хочется верить в машины времени, то вовсе не потому, что они магические, а по совер-

шенно противоположной причине. Они не магические, а *рациональные*. И пытаться отмахнуться от математики – значит признать, что существуют какие-то сверхъестественные, паранормальные явления. Сверхъестественное – именно то, о чем эта книга *не* рассказывает. Эта книга о *физике*.

## 1.2. Почему не срабатывает машина времени Уэллса

Справедливости ради нужно сказать, что не физики, а писатель Герберт Уэллс в 1895 году познакомил читателей с машиной времени в привычном нам понимании в своей повести о викторианском ученом, который осваивает четвертое измерение и создает устройство, переносящее его во времени последних дней Земли.

Уэллс тоже совершил почти правильное путешествие во времени на машине. Но не совсем. Как вы узнаете дальше, рациональная машина времени должна двигаться как в пространстве, так и во времени. Все теоретические модели путешествий во времени, обсуждаемые в этой книге (цилиндры Типлера, черные дыры, ракеты Гёделя, космические струны, пространственно-временные червоточины и сверхсветовые искривления пространства-времени) требуют перемещения в пространстве. Машина Уэллса, однако, не двигалась; она всегда оставалась в лаборатории Путешественника во времени (или, по крайней мере, на том месте, где находилась бы лаборатория). Такие машины времени уэллсовского типа широко распространены в научной фантастике, но на самом деле они просто не сработают. Они встречаются с рядом проблем, по крайней мере одна из которых непреодолима. Если говорить о самом худшем, такая машина столкнется сама с собой!

Представьте: у меня есть машина времени, и я готовлюсь к первому путешествию во времени, возвращению в эпоху позднего мезозоя для охоты на динозавров. Я заряжаю свой карабин патронами Nitro Express размером с банан, проверяю, плотно ли зашнурованы мои непромокаемые ботинки, прощаюсь с женой и лезу в машину времени. Я дергаю рычаг. Но машины времени уэллсовского типа не прыгают в пространстве, а перемещаются во времени. Поэтому машина времени мгновенно столкнется сама с собой в микромоменте, прежде чем я потяну рычаг! В результате разрушения, очевидно, возникает парадокс: учитывая, что это произошло до того, как я потянул рычаг, как мне удалось его потянуть? Конечно, можно утверждать, что машина Уэллса на самом деле движется, потому что она прикреплена к Земле, которая, безусловно, движется по орбите, но не ясно, почему это должно привести к тому, что машина времени прибудет в прошлое Земли в том же месте, откуда отправилась, а не в какой-то другой участок пространства (почти наверняка космический вакуум).

Еще одна проблема с рациональной машиной времени уэллсовского типа состоит в том, что, поскольку она движется *сквозь* время, машина *всегда* должна стоять в одном и том же месте. Например, в ходе путешествия из

Театра Форда сегодня в Театр Форда вечером Страстной пятницы, 14 апреля 1865 года, в тщетной попытке спасти Линкольна от пули убийцы (далее я объясню причину тщетности подобных попыток) машина времени уэллсовского типа должна была бы находиться на своем месте каждое мгновение прошедшего столетия и даже больше. Наблюдателям за пределами машины все эти годы казалось бы, что машина стоит в одном и том же месте.

Спорить о путешествиях во времени в терминах машины времени Уэллса, будь то за или против, – значит строить свой карточный домик посреди шторма; делать это столь же нелепо, как обсуждать эволюцию на примере сказочных единорогов. Тем не менее даже серьезные философы, такие как Даммет, не избежали подобных рассуждений.



Изобретатель демонстрирует работу машины времени, отправляя в путешествие свою кошку. В рассказе сам изобретатель возвращается в 1901 год, где он случайно убивает своего деда – бульварная версия знаменитого парадокса дедушки.

Иллюстрация к книге Реймонда Палмера «Трагедия времени». Перепечатано с разрешения Агентства научной фантастики Аккермана

### 1.3. Собственное время

Вообще-то, теоретически возможно путешествовать на машине времени в будущее настолько далеко, насколько вы пожелаете, и увидеть его своими глазами, – заключение, полностью подтвержденное общепринятой специальной теорией относительности. Как написали в 1992 году физики Дезер

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)