

12+

ВАЛЕРИЙ ЖИГЛОВ



**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ
КВАНТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРОШЛОЕ**

В. Жиглов

Теоретическая возможность передачи квантовой информации в прошлое

<https://litres.ru/74252494>

ISBN 9785007051798

Аннотация

Эта книга — попытка ответить на вопрос: является ли время рекой, текущей в одном направлении, или же это сложная сеть каналов, по которым информация может течь вспять? Приготовьтесь к тому, что после прочтения ваше восприятие реальности изменится навсегда. Мы начинаем спуск в кроличью нору квантового времени. Добро пожаловать в будущее... которое уже повлияло на наше прошлое.

Содержание

От автора	5
Глава 1. Язык будущего: Основы квантовой информации	18
Конец ознакомительного фрагмента.	24

**Теоретическая
возможность
передачи квантовой
информации в прошлое**

Валерий Жиглов

© Валерий Жиглов, 2026

ISBN 978-5-0070-5179-8

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

От автора

Шепот из будущего

Представьте на мгновение, что вы держите в руках не просто книгу, а своего рода «машину для чтения мыслей» — устройство, способное уловить эхо событий, которые еще не произошли. Звучит как сюжет научно-фантастического блокбастера? Возможно. Но что, если я скажу вам, что самые строгие законы физики, управляющие нашей Вселенной, не только не запрещают такое явление, но и описывают его с математической точностью?

На протяжении веков время для нас было улицей с односторонним движением. Мы рождаемся, живем, оставляя за собой лишь воспоминания, и уходим в небытие. Прошлое неизменно, настоящее — это лишь миг, а будущее туманно и неопределенно. Эта стрела времени кажется такой же фундаментальной, как гравитация или скорость света. Мы привыкли к причинно-следственным связям: причина всегда предшествует следствию. Ядерка вызывает насморк, а не наоборот.

Однако на рубеже XX и XXI веков квантовая механика — самая успешная физическая теория в истории человечества — начала подбрасывать нам странные, почти мистические загадки. Мы обнаружили, что частицы могут быть связаны друг с другом на любых расстояниях (квантовая запу-

танность), находиться в нескольких состояниях одновременно (суперпозиция) и что сам акт наблюдения меняет реальность. Фундамент нашего мира оказался не из твердого камня, а из вероятностей и информации.

Именно на этой зыбкой почве и выросла идея **ретрокаузальности**.

Ретрокаузальность — это не путешествие в прошлое на машине времени, чтобы навестить своего дедушку и создать парадокс. Это гораздо более тонкий и глубокий процесс. Это теоретическая возможность того, что события в будущем могут оказывать влияние на события в прошлом. Не через мистику или магию, а через жесткую логику квантовой физики.

В этой книге мы отправимся в путешествие к самому краю нашего понимания реальности. Мы не будем использовать сложные математические формулы как барьеры. Напротив, мы будем использовать их как ключи, чтобы открыть двери в удивительный мир. Мы начнем с азов: разберемся, чем бит обычной информации отличается от квантового кубита. Мы заглянем в общую теорию относительности Эйнштейна и узнаем, как она предсказывает существование «замкнутых времениподобных кривых» — математических путей, ведущих в прошлое.

Но главное — мы разберем революционное исследование, которое легло в основу этой книги. Ученые задались вопросом: если бы у нас был такой «временной канал», сколько

информации мы могли бы передать? Каков его предел? Ответ оказался поразительным. Оказывается, способность канала передавать сообщения из будущего в прошлое определяется двумя фундаментальными величинами: его пиковой мощностью и его «памятью» о начальных условиях.

Мы докажем (на языке логики и физики), что Вселенная накладывает жесткие информационные ограничения на ретрокаузальную связь. Вы узнаете, почему нельзя передать бесконечный поток данных и как эти модели помогают физикам решать величайшую загадку космоса — парадокс информации в черных дырах.

Эта книга — попытка ответить на вопрос: является ли время рекой, текущей в одном направлении, или же это сложная сеть каналов, по которым информация может течь вспять? Приготовьтесь к тому, что после прочтения ваше восприятие реальности изменится навсегда. Мы начинаем спуск в кроличью нору квантового времени.

Добро пожаловать в будущее... которое уже повлияло на наше прошлое.

Введение: Парадоксы времени и квантовая реальность

Представьте себе, что вы стоите перед машиной времени. Не той, что в кино, сверкающей хромом и мигающей лампочками, а вполне реальным устройством, созданным по всем законам физики. Вы заходите внутрь, вводите дату за год до своего рождения, нажимаете кнопку... и оказываетесь в про-

шлом. Что дальше? У вас появляется возможность изменить ход истории. Например, предотвратить встречу своих будущих родителей. Именно здесь мы сталкиваемся с самой известной логической ловушкой во всей физике — **парадоксом дедушки**.

Ловушка причинности: Парадокс «дедушки»

Этот мысленный эксперимент прост и беспощаден. Если вы отправитесь в прошлое и убьете своего биологического деда до того, как он станет отцом вашего родителя (или бабушку до того, как она родила вашу мать), то один из ваших родителей никогда не появится на свет. Следовательно, не появись на свет и вы. Но если вас нет, то кто же тогда отправился в прошлое, чтобы совершить это действие?

Возникает неразрешимое противоречие:

— **Причина:** Ваше путешествие в прошлое.

— **Следствие:** Смерть вашего предка ещё до вашего рождения.

— **Результат следствия:** Ваше собственное несуществование.

— **Логический тупик:** Как следствие может уничтожить свою собственную причину?

Этот парадокс — не просто запутанная головоломка. Он вскрывает фундаментальный принцип нашего мира: **причинность**. В классической физике, описывающей мир больших объектов (от летящего мяча до планет и галактик), причина всегда предшествует следствию. Стрела времени на-

правлена только в одну сторону — из прошлого в будущее. Законы механики Ньютона или теории относительности Эйнштейна работают одинаково, независимо от того, течет время вперед или назад, но они строго соблюдают порядок событий. Если событие А является причиной события Б, то А должно произойти раньше Б. Любая попытка нарушить этот порядок в рамках классической физики приводит к абсурду, подобному парадоксу дедушки. Поэтому для Исаака Ньютона или Альберта Эйнштейна путешествие в прошлое и изменение его — вещь абсолютно невозможная. Прошлое уже случилось, оно высечено в камне.

Но наш мир состоит не только из бильярдных шаров и звезд. На самом глубоком, фундаментальном уровне реальности правят бал законы **квантовой механики**. И именно здесь привычная нам логика начинает давать сбой.

Почему квантовая механика меняет правила игры

Квантовый мир — это царство вероятностей, где частицы ведут себя как волны, могут находиться в нескольких местах одновременно и таинственным образом влиять друг на друга на любых расстояниях. Квантовая механика описывает Вселенную не как набор определенных фактов, а как набор потенциальных возможностей.

Именно эта неопределенность открывает лазейку. В классическом мире информация — это твердый факт. Если письмо сожжено, информация в нем уничтожена навсегда. В квантовом мире информация ведет себя иначе. Она может

быть «размазана» по системе, запутана с другой информацией и существовать в состоянии суперпозиции. Более того, сам акт измерения или наблюдения влияет на результат, словно будущее решение наблюдателя определяет состояние системы в прошлом.

Эта особенность наводит ученых на смелую мысль: а что, если причинно-следственная связь не так линейна, как мы привыкли думать? Что, если влияние может распространяться не только из прошлого в будущее, но и наоборот? Это явление получило название **ретрокаузальность** (retrocausality) — обратная причинность.

Речь идет не о том, чтобы физически вернуться в прошлое и убить дедушку. Ретрокаузальность предполагает гораздо более тонкий процесс: **события в будущем могут оказывать тонкое, информационное влияние на события в прошлом**, подстраивая их таким образом, чтобы избежать парадоксов. Представьте, что Вселенная — это самосогласованная система. Попытка создать парадокс (убить дедушку) просто-напросто не сработает. Пистолет даст осечку, вы поскользнетесь, или ваш дедушка окажется мастером боевых искусств. Будущее «подсказывает» прошлому, какой исход выбрать, чтобы вся цепочка событий осталась непротиворечивой.

Таким образом, квантовая механика предлагает элегантное решение проблемы, которая казалась неразрешимой для классической физики. Она позволяет сохранить логику, от-

казавшись от жесткой однонаправленности времени. Эта книга — ваш проводник в этот удивительный мир, где мы исследуем теоретическую возможность передачи информации сквозь время, опираясь на строгие математические модели и последние достижения науки. Мы узнаем, сколько информации можно передать в прошлое, какие существуют ограничения и как эти идеи помогают решать загадки черных дыр и самого устройства нашей Вселенной.

Квантовый прорыв: Как квантовая механика предлагает новый взгляд на время

Классическая физика, описывающая мир макромасштабных объектов — от падающего яблока до вращающихся планет, — рисует картину детерминированной Вселенной. В этом мире всё предопределено. Если бы у нас был достаточно мощный компьютер, знающий положение и скорость каждой частицы в момент Большого взрыва, он мог бы с идеальной точностью вычислить всю последующую историю космоса. Время здесь — это строгий метроном, а причинность — нерушимый закон: причина всегда стоит первой.

Но когда мы заглядываем в микромир атомов и элементарных частиц, эта стройная картина рушится. Квантовая механика не просто дополняет классическую физику; она предлагает совершенно иную операционную систему реальности, где вероятности и суперпозиции меняют само наше понимание времени и причины со следствием.

1. Мир вероятностей, а не фактов

В квантовом мире частица не находится в одной конкретной точке пространства. До момента измерения её состояние описывается волновой функцией — математическим объектом, который описывает *вероятность* обнаружить частицу в том или ином месте. Частица как бы существует во всех возможных состояниях одновременно. Это и есть **суперпозиция**. Только акт наблюдения заставляет волновую функцию «коллапсировать», выбирая одно конкретное значение из множества вероятных.

Это фундаментально меняет понятие факта. В классическом мире факт — это свершившееся событие. В квантовом мире факт (результат измерения) создаётся самим актом его регистрации. Будущее измерение определяет то, что станет реальным настоящим. Граница между тем, что уже произошло, и тем, что только может произойти, становится размытой.

2. Запутанность: Мгновенная связь сквозь пространство и время

Пожалуй, самое загадочное явление квантового мира — это **квантовая запутанность**. Представьте две частицы, которые родились в одном процессе и разлетелись в разные концы галактики. Они остаются связанными невидимой нитью. Если вы измерите свойство одной частицы (например, её спин), вы мгновенно будете знать соответствующее свойство второй, независимо от расстояния между ними.

Альберт Эйнштейн назвал это «жутким дальнодействи-

ем», потому что оно, казалось бы, нарушает предел скорости света. Но здесь нет передачи сигнала в привычном понимании. Скорее, это похоже на то, как если бы вы разделили перчатку на левую и правую, положили их в коробки и отправили на разные планеты. Открыв одну коробку и увидев левую перчатку, вы *мгновенно* узнаете, что во второй коробке — правая. Информация была заложена в систему изначально.

Однако в квантовой механике ситуация тоньше: свойства частиц не определены до самого момента измерения. Именно это делает запутанность такой странной. Она демонстрирует глубокую нелокальную взаимосвязь частей системы. А если система нелокальна в пространстве, почему бы ей не быть нелокальной и во времени? Эта идея стала отправной точкой для теории ретрокаузальности.

3. Ретрокаузальность: влияние будущего на прошлое

Если запутанные частицы могут влиять друг на друга мгновенно через огромные расстояния в пространстве, физики задались вопросом: а могут ли они быть «запутаны» и во времени?

Представьте эксперимент, где одна частица измеряется сегодня, а её «напарница» — завтра. Результаты измерений окажутся так же скоррелированы, как если бы они были рядом. С точки зрения математики, нет никакой разницы между запутанностью в пространстве и запутанностью во времени. Это наводит на мысль, что выбор, который вы сделаете при измерении частицы *сегодня*, может оказать влияние на

состояние той же частицы *вчера*.

Это не значит, что можно отправить послание самому себе и предотвратить ошибку молодости. Речь идёт о гораздо более тонком влиянии. Квантовые теоретики предполагают, что будущее событие (измерение) устанавливает своего рода «граничное условие» для прошлого. Прошлое подстраивается под будущий результат таким образом, чтобы вся история оставалась самосогласованной и не порождала парадоксов. Вселенная выбирает ту ветвь истории, которая ведёт к непротиворечивому будущему.

Таким образом, квантовая механика освобождает нас от смиренной рубашки линейного времени. Она показывает, что на самом фундаментальном уровне реальность представляет собой сложную сеть взаимосвязей, где разделение на «прошлое», «настоящее» и «будущее» является лишь удобной иллюзией нашего макроскопического восприятия. Квантовый прорыв заключается в том, что он позволяет нам математически описать эти связи и понять, какие именно объёмы информации могут течь по этим каналам обратной связи во времени.

О чем эта книга: От основ квантовой физики до современных моделей

Эта книга — ваш проводник в мир, где привычные законы логики уступают место удивительным парадоксам квантовой реальности. Мы отправимся в путешествие от самых основ устройства Вселенной к переднему краю теоретической фи-

зики, чтобы исследовать один из самых провокационных вопросов современной науки: может ли информация путешествовать во времени?

Наша цель — не просто рассказать о фантастических гипотезах, а показать строгий научный путь, который ведет от простого кубита до математического доказательства возможности ретрокаузальной связи.

Часть 1: Фундамент новой реальности Мы начнем с азов, чтобы на равных говорить о сложном. Вы узнаете, почему классический бит информации (0 или 1) безнадежно устарел для описания микромира. Мы разберем главную загадку квантовой механики — **суперпозицию**, позволяющую частице находиться в нескольких состояниях одновременно. А затем познакомимся с самым таинственным явлением в физике — **квантовой запутанностью**. Именно здесь мы впервые столкнемся с нарушением привычных представлений о локальности и причинности, что подготовит почву для главного путешествия.

Часть 2: Архитектура временного канала Как превратить абстрактную идею в рабочую физическую модель? В этой части мы сконструируем наш собственный «временной канал». Мы увидим, как ученые представляют замкнутую времениподобную кривую (ЗВК), известную по фильмам как «петля времени», в виде обычного квантового канала связи. Но у нашего канала будет одна важная особенность — он работает благодаря **постселекции**. Это механизм, ко-

торый позволяет природе выбирать только те сценарии, которые не приводят к парадоксам. Мы поймем, как Алиса из будущего может отправить сообщение Бобу в прошлое через этот зашумленный квантовый мост.

Часть 3: Математика невозможного Здесь мы перейдем к самому сердцу исследования. Как измерить способность такого канала передавать информацию? Для этого недостаточно обычных понятий скорости или пропускной способности. Нам понадобятся новые, экзотические меры:

— **Макс-информация:** это предел мощности канала, его пиковая производительность при идеальных условиях.

— **Информация Доблина:** более тонкая характеристика, которая показывает, насколько хорошо канал сохраняет структуру сообщения и учитывает сложные начальные условия.

Мы докажем главную теорему книги: способность канала отправлять информацию в прошлое определяется комбинацией этих двух величин. Вы увидите, как эти абстрактные формулы обретают физический смысл и накладывают жесткие ограничения на то, сколько данных Вселенная позволит нам передать назад во времени.

Часть 4: За горизонтом событий и будущее науки Физика не существует в вакууме. В заключительной части мы посмотрим, как наши модели помогают решать загадки реального мира. Например, знаменитый **информационный парадокс черных дыр**: если черная дыра поглощает

информацию навсегда, нарушает ли она законы квантовой механики? Наша теория ретрокаузального канала предлагает элегантное решение, предполагая, что информация не исчезает, а ретрокаузально передается наружу.

Наконец, мы заглянем в будущее. Какие эксперименты могут подтвердить или опровергнуть эти смелые идеи? Существуют ли слабые ретрокаузальные эффекты, скрытые в шумах наших лабораторий прямо сейчас?

К концу этой книги вы не просто получите набор фактов. Вы научитесь мыслить как физик-теоретик, способный оперировать понятиями, которые переворачивают наше представление о реальности. Приготовьтесь к тому, что после прочтения ваше восприятие времени изменится навсегда.

Глава 1. Язык будущего: Основы квантовой информации

Бит против кубита: От выключателя к призраку вероятности

Представьте себе обычный выключатель света. У него есть два четких, взаимоисключающих состояния: либо он включен (состояние «1»), либо выключен (состояние «0»). В мире классической физики всё работает именно так. Этот простой переключатель — идеальный прототип фундаментальной единицы информации, которую мы называем **битом**. Вся современная цифровая цивилизация построена на миллиардах таких крошечных выключателей-транзисторов, каждый из которых в любой момент времени находится строго в одном состоянии.

Мир битов предсказуем. Если вы знаете, что бит равен «1», вы можете быть абсолютно уверены в этом. Это константа, твердый факт, высеченный в кремнии.

Но когда мы спускаемся на уровень атомов и элементарных частиц, правила игры кардинально меняются. Здесь выключатель перестает быть просто механическим устройством и превращается в нечто гораздо более странное. На смену классическому биту приходит его квантовый собрат — **кубит**.

Кубит — это не выключатель. Это, скорее, вращающаяся монета. Пока монета крутится в воздухе, у неё нет определенного состояния. Она не является ни орлом, ни решкой. Она представляет собой *вероятность* того и другого одновременно. Только в тот момент, когда вы ловите монету и кладете её на стол (производите измерение), она выбирает одно конкретное состояние.

Это и есть принцип **суперпозиции**. Кубит может находиться в состоянии «0», в состоянии «1» или — и это самое главное — в их комбинации. Математически мы записываем это так:

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

Не пугайтесь формулы! Давайте разберем её смысл простыми словами. Символ $|\psi\rangle$ обозначает наш кубит. Он состоит из двух частей:

— Часть $\alpha|0\rangle$ говорит о том, с какой вероятностью при измерении мы получим ноль.

— Часть $\beta|1\rangle$ говорит о вероятности получить единицу.

Пока мы не смотрим на кубит, он существует как бы в обоих этих состояниях сразу. Коэффициенты α и β описывают амплитуду вероятности. Они могут изменяться, заставляя кубит плавно перетекать из состояния «0» в состояние «1» и обратно, подобно стрелке на циферблате часов. Эта непрерывная эволюция дает кубиту невероятную

вычислительную мощь.

Почему это меняет всё?

Чтобы понять преимущество, представьте задачу. Классический бит — это путешественник, который может идти только по одной дороге: либо направо (1), либо налево (0). Чтобы проверить обе дороги, ему нужно пройти сначала по одной, потом вернуться и пойти по другой.

Кубит — это своего рода квантовый разведчик. Благодаря суперпозиции он может одновременно исследовать все возможные пути решения задачи. Если у вас есть система всего из 300 кубитов, они могут находиться в суперпозиции 2^{300} в 300 степени состояний одновременно. Это число больше, чем количество атомов в наблюдаемой Вселенной!

Таким образом, классический бит — это лишь частный, упрощенный случай. Это кубит, который уже «измерили» и заморозили в одном из состояний. Настоящая природа информации на фундаментальном уровне — это не набор твердых фактов («да/нет»), а сложная симфония вероятностей. Именно этот язык вероятностей и суперпозиций станет нашим главным инструментом для разговора со временем.

Квантовая запутанность: «Жуткое дальное действие» Эйнштейна

Если суперпозиция заставляет нас переосмыслить природу единичного объекта, то **квантовая запутанность** бросает вызов самому понятию пространства и разделенности. Это явление настолько странное, что даже отец теории отно-

сительности Альберт Эйнштейн отказывался в него верить, называя его *«spukhafte Fernwirkung»* — «жутким дальнодействием».

Представьте себе пару перчаток из одной коробки. Не глядя, вы кладете левую перчатку в коробку А, а правую — в коробку Б. Вы отправляете коробку Б на другой конец галактики своему другу. В тот момент, когда ваш друг открывает свою коробку и видит там правую перчатку, он **мгновенно** узнает, что у вас в коробке А — левая. Никакой мистики здесь нет. Свойства были predetermined в момент разделения пары.

Квантовая запутанность работает совершенно иначе, и именно это пугало Эйнштейна.

Рождение пар

В квантовом мире частицы могут рождаться парами в так называемом «запутанном» состоянии. Например, две частицы могут быть созданы таким образом, что их суммарный спин равен нулю. Спин можно представить как направление вращения частицы (условно, по часовой или против часовой стрелки). Если одна вращается «вверх», вторая обязана вращаться «вниз». Но до момента измерения они не являются ни тем, ни другим. Обе находятся в суперпозиции состояний «вверх-вниз» одновременно.

Момент истины: Измерение

Теперь разнесем эти частицы на миллионы световых лет друг от друга. Пока мы не смотрим на них, каждая из них

является призраком вероятности. Но вот вы решаете измерить спин своей частицы. В этот самый миг происходит коллапс волновой функции. Ваша частица случайным образом выбирает состояние, например, «спин вверх».

И тут начинается самое удивительное. В ту же самую микросекунду, независимо от расстояния, вторая частица на другом конце галактики тоже совершает свой выбор. И её выбор будет строго противоположен вашему — «спин вниз».

Почему это «жутко»?

Проблема не в том, что частицы связаны. Проблема в том, что **связь устанавливается мгновенно**. Согласно специальной теории относительности Эйнштейна, ничто не может двигаться быстрее скорости света. Информация не должна успевать долететь от одной частицы к другой, чтобы сообщить ей, какой результат был получен первой частицей. Тем не менее, корреляция между ними идеальна.

Эйнштейн считал, что квантовая механика неполна. Он предполагал, что у частиц есть скрытые параметры — своего рода «инструкции», заложенные в них при рождении, которые и определяют результат измерения. Эта идея получила название «парадокс ЭПР» (по фамилиям авторов: Эйнштейн, Подольский, Розен).

Эксперимент Белла: Разрушение иллюзий

Долгое время этот спор оставался философским. Но в 1964 году физик Джон Стюарт Белл предложил математический тест, который мог бы отличить «скрытые инструкции»

от истинной квантовой магии. Его неравенство позволяло экспериментально проверить, действительно ли частицы общаются быстрее света или же они просто следуют заранее написанному сценарию.

Многочисленные эксперименты (начиная с работ Алена Аспе в 1980-х) однозначно показали: теория Эйнштейна неверна. Скрытых параметров не существует. Частицы не обмениваются сигналами. Они остаются частями единой системы, даже будучи разделенными огромными расстояниями. Их состояния не определены до момента измерения, но сам акт измерения одной частицы словно определяет реальность для обеих.

Это означает, что на фундаментальном уровне Вселенная нелокальна. Пространство и расстояние, какими мы их знаем, могут быть лишь иллюзией макроскопического мира. Запутанные частицы демонстрируют более глубокую связь, которая выходит за рамки привычных нам законов физики. Именно эта способность квантовых систем игнорировать пространственную дистанцию становится ключом к пониманию того, как информация может быть связана не только через пространство, но и через время.

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.