

## Диалоги о судьбах звёзд: от чёрных дыр к фрозарам.

Захид Закир<sup>1</sup>

### Аннотация

*Сагрето и Сальвиати – двое друзей Галилея - почти 400 лет назад в Европе беседовали о движении планет, после чего гелиоцентрическую систему поняли и приняли почти все. Их потомки, которые также дружили, почти 40 лет назад в Америке дискутировали о гравитационном коллапсе звёзд, после чего чёрные дыры поняли и приняли, но не все. Среди не принявших оказался один из друзей и поэтому недавно их диалог продолжился в Азии, но уже о выборе между чёрными дырами и фрозарами. С того времени фрозаров стали понимать и принимать почти все, кто знакомился с записью их диалога и потому она доводится и до более широкой публики.*

### Содержание

Пролог.....	23
1. ОТО ведёт к чёрным дырам. Это доказано и нечего обсуждать! .....	24
2. ОТО ведёт только к фрозарам? Это же бред! .....	25
3. Неужели ОТО ведёт только к фрозарам? Это интересно! .....	34
4. ОТО ведёт только к фрозарам. Это действительно очевидно!.....	38
Эпилог .....	42

### Пролог

**Сагрето.** Если помните, почти 40 лет назад у нас с вами был спор о гравитационном коллапсе и вы тогда уговорили меня, что при коллапсе достаточно массивной звезды образуется чёрная дыра. Но, мои сомнения тогда не исчезли, за это время я изучил эту проблему и нашёл новые аргументы. Вы готовы продолжить этот спор?

**Сальвиати.** Да, я помню, но тогда же я доказал вам, что это строгое следствие общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна! Тогда и многие специалисты сомневались, но теперь эта концепция одержала полную и безоговорочную победу - чёрные дыры приняты всем научным сообществом и тысячи из них обнаружены астрономами. Термин же «чёрная дыра» стал частью общечеловеческой культуры, его применяют во многих сферах и знают даже дети. Так о чём же спорить?

**Сагрето.** Речь ведь идёт не о всех возможных дырах куда утекают блага цивилизации, а только о физической концепции чёрных дыр и её применениях.

**Сальвиати.** Тогда я готов вернуться не к спору, а ещё раз объяснить вам эту замечательную теорию о самых удивительных объектах Вселенной и рассказать о новых успехах в этой науке.

---

<sup>1</sup> *Центр теоретической физики и астрофизики, Ташкент, Узбекистан, [zahidzakir@theor-phys.org](mailto:zahidzakir@theor-phys.org)*

**Сагрето.** Вы не обратили внимание на то, что я сказал – я и сам знаю всё, что вы о них скажете, потому что ваша любимая концепция с тех пор не изменилась и я читал почти всё то, что и вы. Теперь диалог будет не знатока с новичком, а настоящий спор на равных условиях.

### **1. ОТО ведёт к чёрным дырам. Это доказано и нечего обсуждать!**

**Сальвиати.** Не ожидал от вас такого, честно говоря, я о вас был лучшего мнения. Хотя, почему бы и не поспорить, тем более, что результат для меня заранее очевиден. А вот условия то как раз и неравные – на моей стороне всё научное сообщество и десятки тысяч публикаций, сотни конференций и, в конце концов, судьбы тысяч людей, которые почти всю жизнь разрабатывали разные аспекты этого выдающегося достижения науки двадцатого века. Огромная литература для читателя любого уровня, множество фильмов, тысячи телепрограмм освещают чёрные дыры. В интернете найдёте миллионы ссылок на этот термин, сотни дискуссий на десятках языков. Так что, лучше, если ещё внимательнее изучите что-то из этого, прежде чем затевать серьёзный спор. Иначе мы попусту потратим и ваше и моё время, а о вас сложится дурная репутация человека, вопреки всему пытающегося опровергать надёжно подтверждённую научную теорию, вошедшую в золотой фонд человечества и очевидную даже любому студенту.

**Сагрето.** Как я уже сказал, я заранее выполнил ваше условие и поэтому теперь уже не вы меня, а я вас смогу переубедить в обратном несмотря на временную победу вашей любимой гипотезы и её пропаганду в беспрецедентных масштабах. Я тогда многого не понимал в тонкостях ОТО, а вы занимались этим вплотную и тогда я *поверил* вам. С тех пор я изучил всю лучшую по этой проблеме литературу, притом не столько учебники, где доказательства содержат «белые пятна» и часто похожи на размахивание руками перед доверчивыми студентами, а труды самих основоположников, которые не были столь категоричны и уверены, как их последователи, следил и за более поздней научной литературой. Я с удивлением узнал, да и вы хорошо знаете, как неоднозначно применяли ОТО даже сами основоположники, которые колебались в выборе вариантов и нередко останавливались как раз на формально правильных, но физически несостоятельных версиях. При этом, мои сомнения в состоятельности гипотезы чёрных дыр подтвердились и теперь я точно знаю, что эта гипотеза не следует из ОТО, а интерпретация наблюдений безосновательна и за них выдают наблюдения совсем другой природы объектов.

**Сальвиати.** Так вот как вы ставите вопрос! Если бы я не знал вас лично, то не стал бы и продолжать этот разговор. Когда мне приходят сообщения с утверждениями, что чёрных дыр нет, то я их дальше не читаю, а авторов отношу к «персона нон грата» для моего почтового ящика, на их сомнительные статьи с явными ошибками, направленные в журналы, даю отрицательный отзыв, а на конференциях и семинарах не рекомендую ставить их доклады в программу, чтобы не тратить зря время слушателей.

**Сагрето.** Наша с вами квалификация почти не отличается, так что если зная это вы и ко мне повернётесь спиной, то на нет и суда нет – значит, вы занимаетесь чем угодно, только не наукой.

**Сальвиати.** Да вы же прекрасно знаете, что возражений против чёрных дыр было сотни, тысячи высококлассных профессионалов более восьмидесяти лет пытались строить альтернативные модели. Даже сам Эйнштейн попытался, но не смог

привести вразумительные аргументы в пользу факторов, удерживающих обречённую звезду от коллапса во внутрь гравитационного радиуса. Многие попытались одолеть этот крепкий орешек – ведь сам автор термина «чёрная дыра» называл гравитационный коллапс чуть ли не самым великим кризисом физики двадцатого века. Но потом было доказано, что все неприятности надёжно укрыты под горизонтом внутри чёрной дыры и кризис был преодолен. Так что, для меня этот вопрос закрыт раз и навсегда, что и вам советую. Я не хочу продолжать этот беспредметный спор, который равносителен попытке опровергать ОТО, все предсказания которой блестяще подтверждаются уже девяносто лет, и подвергать сомнению астрофизические данные о тысячах существующих чёрных дырах.

**Сагрето.** Я вам предлагаю продолжить тот научный спор, где вы якобы меня убедили из-за моей неопытности и наивности, а вы же говорите, что это уже истина в последней инстанции. Если вы в этом так уверены, то что вам стоит опровергнуть и новые аргументы? Обычно ставшие общепринятой парадигмой ошибочные гипотезы держатся в основном на доверии к авторитетам и на том, что многие не привыкли пользоваться собственной головой и по её прямому назначению.

**Сальвиати.** Хорошо, я готов выслушать ваши аргументы и то из желания помочь вам очнуться. Так что же у вас вызывает недоверие к этой теории? Вы же начали обвинять её чуть ли в не научности! Почему?

**Сагрето.** А хотя бы потому, что пока даже мы её ещё и не коснулись, а как вы её превозносите до небес и отгораживаете от критики. Во-первых, сначала вы делаете спорное утверждение, что чёрные дыры есть единственное и строгое следствие ОТО, а потом все аргументы даже в рамках ОТО против этой идеи отменяете, прикрываясь авторитетом этой теории и демагогической фразой, что это есть попытка опровергнуть ОТО. Во-вторых, наблюдения объектов, природа которых пока неизвестна и нет никаких свидетельств об их структуре, вы громогласно и уверенно приписываете открытию именно желанных вами чёрных дыр утверждая, что якобы ничего другого и быть не может. В-третьих, вы не зная и даже не пытаясь узнать, не то чтобы обсудить, мои аргументы против них, уверенно делаете выводы в свою пользу. И это научный подход?

**Сальвиати.** Я не хочу затевать этот спор именно чтобы сохранить между нами уважительные отношения. Вы любите анализировать и очень критически мыслите, но для всего есть предел.

## 2. ОТО ведёт только к фрозарам? Это же бред!

**Сагрето.** Да, годы вас изменили и я, кажется, ошибся адресом. Жаль, что спор не состоится. Но прежде чем мы расстанемся каждый при своём мнении, я хотел бы внести ясность в приведённую вами впечатляющую статистику. Во-первых, если из нескольких сотен альтернативных подходов к коллапсу оставить только те, которые не выходят за пределы стандартной ОТО, то их останется всего несколько десятков. Во-вторых, если из этих оставшихся исключить и те подходы, в которых постулировались не обнаруженные пока силы, частицы или загадочные формы материи или энергии, то весь набор реалистичных альтернатив сужается до трёх-четырёх. В-третьих, эти несколько заслуживающих доверия альтернатив изучали не так уж много специалистов и они, к сожалению, начав двигаться в правильном направлении, делали скрытые или явные ошибки, тем заводя себя в тупик и, что хуже, компрометируя в глазах других эти почти верные пути.

**Сальвиати.** А вам не кажется, что для правильной теории трёх-четырёх равноценных альтернатив слишком много. В отличие от этой малочисленной и путаной научной оппозиции, теория чёрных дыр однозначна, красива, математически строго обоснована и подтверждена наблюдениями. Так что, давайте на этом расстанемся - я действительно тороплюсь на крупную международную конференцию по внутреннему устройству чёрных дыр в одном из лучших курортов мира и по приезду я с удовольствием поделюсь с вами о новых фактах по реально существующим чёрным дырам. Хотя, если вы вбили себе в голову эту бредовую идею, что чёрных дыр нет, то никакие наблюдения уже не переубедят вас в обратном и поэтому я очень сожалею, что чувство реальности начало изменять вам.

**Сагрето.** Я и не говорил вам, что все эти несколько альтернатив равноценны. Все они содержали один общий верный элемент, после чего начинались вариации и домыслы. Именно эти последние и были сомнительными. Но, я убедился, что в последнее время осталась только одна последовательная трактовка релятивистского коллапса, которая однозначна и строго следует из ОТО уже без всяких гипотез. Это - теория фрозаров - релятивистских звёзд с застывшим веществом и структурой. Вы об этом знаете?

**Сальвиати.** Нет, и не собираюсь знать, так как трактовка застывших звёзд не нова и это уже давно прошедший этап. Не похоже, что вы изучали литературу.

**Сагрето.** Ну, об этом поговорим позже, и не забывайте, что всё новое – это хорошо забытое старое, но от этого новое оказывается и основательнее, раз к нему возвращаются после стольких лет проб и ошибок. Что же касается вашей поездки, то я сомневаюсь, что вы там узнаете что-либо новое, кроме курортных прелестей, потому что сама структура ваших чёрных дыр проста и давно описана в любом учебнике, а наблюдения по этой же гипотезе абсолютно бесполезны в вопросе об их внутренней структуре. Внешние же проявления компактных звёзд, перешедших в результате коллапса в фазу фрозара в простых случаях практически такие же, как и ваши чёрные дыры. Так как только эти внешние эффекты и доступны наблюдениям, то всё, что вам расскажут о тысячах уже открытых чёрных дырах, на самом деле я теперь отношу на счёт тысяч уже открытых фрозаров и вам советую трактовать именно так же. Я хочу помочь вам начать смотреть на существующие гипотезы критичнее и не быть слишком уж доверчивым - цель то у нас общая независимо от личных пристрастий и оба интересуемся тем, как же в действительности устроены эти компактные звёзды, не так ли?

**Сальвиати.** Так-то так, но, честно говоря, странный у нас с вами получился диалог – каждый гнул своё и не слушал друг друга. Пока что мы оказались единодушны только во взаимном обвинении в не научности. И тут-то, позвольте мне вам напомнить, что вы в этом обвиняете почти всё научное сообщество, тогда как вашу точку зрения, которую всё норовите мне навязать, разделяет, кроме её автора, ещё всего-то полтора его сторонников – не кажется ли вам это сомнительным и даже несколько нескромным?

**Сагрето.** Насчёт численного превосходства на данный момент вы, конечно, правы, но, а сколько бывает сторонников при возникновении любой правильной идеи, несовместимой с общепринятой? Вспомните историю любого важного следствия ОТО до его подтверждения, хотя бы о расширении Вселенной. Тогда даже сам Эйнштейн категорически отверг эту идею и только через некоторое время согласился с ней, признавшись, что допустил ошибку, слишком доверившись интуиции, а не уравнениям своей теории. В случае фрозаров ситуация оказалась

такой же – они следуют из уравнений ОТО, а чёрные дыры же диктуются ньютоновской интуицией. Для науки в такой ситуации важно и имеет решающее значение не число сторонников, которые доверяют тем, кто этим занимается, а что-то другое – научная добросовестность этих людей. Я хорошо знаю обе версии - и с чёрными дырами, и с фрозарами, а вы же знаете только одну, свою версию и знать не хотите о второй, которая по существу не была проработана, когда авторы, которым вы доверяете, писали свои статьи и книги. Поэтому цыплят лучше считать по осени. А скромность же в науке - это означает быть адекватным реальности, так что нескромно как раз приписывать огромному реальному миру и навязывать всему человечеству то, что кажется многим верным и о чём просто договорились, но что не реализуется никогда. Уклоняться от критики всегда легче, чем отвечать на неё по существу.

**Сальвиати.** Я не уклоняюсь от вашей критики или какого-то там вашего автора. Просто это слишком дорогое удовольствие тратить время и силы на тех, кто сомневается в теории, признанной в мировом масштабе. Вы просто не представляете и не отдаёте себе отчёта, какие это масштабы – концепцию чёрных дыр преподают в более десяти тысяч университетов мира несколько десятков тысяч профессоров миллионам студентов, она изложена в сотнях миллионов экземпляров книг и журналов и доведено телевидением до миллиардов зрителей! На проверку её следствий уже затрачены многие миллиарды долларов и всё это просто ошибка?

**Сагрето.** Широкая пропаганда чёрных дыр многого дала для развития астрофизики и это факт. Многие результаты, связанные с явлениями вне гравитационного радиуса сохраняют свою силу – а это почти восемьдесят процентов всех научных публикаций и демонстраций для публики – и это тоже факт. Но всё, что касается фантазий о внутреннем устройстве чёрных дыр - это грандиозное недоразумение и одно из курьёзных наследий такого противоречивого и идеологизированного века как двадцатый и от этого наследия надо освободиться поскорее. Вы же знаете, что массовое принятие некоей гипотезы ещё не означает её истинности - пропаганда ведь и не нуждается в научной аргументации – вспомните, сколько есть увлекательных художественных фильмов о машине времени, перемещающей вас в прошлое, позволяя вам что-то там менять. Все эти скачки на миллионы световых лет через червоточины быстрее скорости света, пропагандируемые известными учёными на полном серьёзе, ничем не лучше.

**Сальвиати.** Ну, если вы обвиняете в идеологизации, мне становится уже несколько неловко – где вы видите всё это? Я не вижу. Концепция просто настолько парадоксальна и следствия её настолько захватывают воображение, что миллионы людей с удовольствием интересуются этими объектами и всё. Пока же согласен, что не вредно выслушать аргументы оппонента, даже если они опровергнуты ранее тысячи раз и лучше не опускаться до упрёков. Я вижу у вас признаки нарождающейся мании величия и от этого вас надо вылечить – ведь вы заявляете, что знаете единственно правильный ответ, а всё научное сообщество и эта огромная мировая аудитория заблуждаются. Ну что же, пожалуйста, я готовь разобраться с этими вашими фрозарами или как вы ещё их там называете. Только просьба не обижаться, если я их разобью в пух и прах.

**Сагрето.** Я рад за вас и поздравляю – вы только что прошли ровно половину пути, по завершении которого станете сторонником теории фрозаров. Ведь вы преодолели главный барьер на этом пути - психологический, и настроились, хотя и

с предубеждением, разбираться с теорией, отвергающей их. Так что, ещё увидите, какая из трактовок разобьётся в пух и прах.

**Сальвиати.** Ну-ну, я начинаю завидовать вашему энтузиазму, хотя уже это внушает опасение, что вы чем-то просто увлеклись и, возможно, время бы вас отрезвило, но я это сделаю быстрее. А пока, пожалуйста, начните с того, в чём эта трактовка совпадает с прежней концепцией чёрных дыр, а потом уже скажите, в чём различие и почему и что из этого следует. Согласны?

**Сагрето.** Вполне. В концепции чёрных дыр процесс коллапса проходит две стадии – до и после (включая и сам момент) пересечения поверхностью объекта гравитационного радиуса, где скорость падения достигает скорости света. Так вот, теория фрозаров состоит из стандартных применений ОТО к *первой* стадии коллапса в терминах *мирового времени* (времени удалённых наблюдателей) плюс утверждения, что вторая стадия коллапса, предсказываемая ньютоновской теорией, в ОТО отсутствует. Как видите, на первой стадии коллапса две трактовки по существу одинаковы, так как применяются одни и те же уравнения ОТО с теми же стандартными (явными или численными) решениями, только акцент делается на другие аспекты. Большинство предсказаний прежней концепции чёрных дыр о явлениях вне поверхности звезды сохраняют свою силу с небольшими уточнениями. Вот и всё.

**Сальвиати.** Не густо, хотя теперь я уже немного успокоился. Как я понял, в этой трактовке все наблюдаемые следствия прежней концепции почти что сохраняются и спор будет идти в основном о разной трактовке ненаблюдаемой внутренней структуры коллапсировавших объектов.

**Сагрето.** В общем-то, да. Внутренняя структура фрозаров принципиально иная, чем чёрных дыр и она в принципе наблюдаема, хотя намного труднее и реже, чем внешние эффекты.

**Сальвиати.** Тогда дискуссия переходит на сугубо теоретическую почву и тут-то вы попались. Ведь есть математически строго доказанные и ставшие знаменитыми теоремы о неизбежности сингулярности в ОТО, когда всё вещество звезды очень быстро (по собственному времени) упав в центр сжимается в точку с бесконечной плотностью.

**Сагрето.** Речь не о математической строгости этих теорем, а о том, что они доказаны при условии, что «если поверхность объекта пересекает гравитационный радиус, то...» и так далее. Так вот, это «если» естественно в ньютоновской физике, но, как это и показывается в теории фрозаров, не имеет места ни в ОТО, ни в реальном мире. Поверхности объектов никогда не пересекают гравитационный радиус как в мировом времени, так и в собственном времени тоже.

**Сальвиати.** Вот и ошибка. В ОТО поверхность не переходит гравитационный радиус только в мировом времени, но пересекает без проблем в собственном времени и этот факт лежит в основе всей концепции чёрных дыр.

**Сагрето.** По этой причине мировое время объявляется плохой временной координатой, а собственное время – хорошей, так?

**Сальвиати.** Ну да. Истинным временем, выражающим естественный ход физических процессов в каждой точке является собственное время, интервалы которого в ОТО инвариантны. Так вот, мировые линии частиц поверхности спокойно продолжают во внутрь гравитационного радиуса в терминах

собственного времени. А мировое время же этого не выражает, так что это действительно неудачный выбор координат.

**Сагрето.** Вот теперь мы и подошли к различиям двух трактовок – в теории фрозаров обосновывается обратное утверждение, что собственное время и есть плохой выбор для временной координаты и именно мировое время выражает истинный ход одновременной эволюции всех частей звезды в увязке с временной эволюцией в глобальных масштабах.

**Сальвиати.** То есть в этой новой трактовке всё наоборот - собственное время плохая, а мировое время хорошая временная координата, так что ли?

**Сагрето.** Да именно так. На это есть веские основания в рамках ОТО.

**Сальвиати.** Ну, эта точка зрения, по крайней мере в принципе, имеет право на существование, хотя я не представляю, что вы будете делать тогда со второй стадией коллапса? Вы будете её просто отрицать только потому, что её нет при вашем частном выборе координат? Я так и подозревал. Обычно многие противники чёрных дыр всё своё доказательство сводили к какому-то частному выбору координат, а потом раздували значение этого своего произвола. В концепции чёрных дыр выбор сделан в пользу физически выделенной и инвариантной координаты - собственного времени и здесь произвол исключён по определению.

**Сагрето.** Да, вы правы по отношению ко многим прежним альтернативным трактовкам. Но не к теории фрозаров. В ОТО обе временные координаты выражают две физически одинаково существенные стороны временной эволюции и поэтому обе физически выделены. Поэтому, чтобы снять подозрения в тривиальном произволе, давайте уточним определения.

**Сальвиати.** Вот именно – дайте точные определения, иначе мы забредём не туда.

**Сагрето.** Суть в том, что время имеет два свойства – темп его протекания и одновременность событий в разных точках и оба свойства времени важны и фундаментальны. В ньютоновской физике нет необходимости их различать, а в ОТО это не так. Поэтому в ОТО события вдоль мировой линии частиц на поверхности и внутри звезды на первой стадии коллапса параметризуются двумя временами – собственным временем и мировым временем. Первое определяет темп протекания локальных процессов, второе – одновременность этих событий в разных частях звезды и с удалёнными событиями. В этом смысле параллельное описание в мировом времени придаёт физический смысл моментам собственного времени, привязывая их к определённым эпохам большого реального мира, в который погружена звезда в целом. При этом на первой стадии коллапса то, каким из этих двух видов времени вы пользуетесь, формально есть вопрос удобства и постановки ваших задач – обе они однозначно связаны друг с другом для любого события. С этим вы согласны?

**Сальвиати.** Да-да, это всё известные вещи.

**Сагрето.** Преимущества собственного времени, как вы сказали, в том, что его интервалы инвариантны и имеют прямой физический смысл. Но именно собственное время – плохая временная координата, так как его темп протекания, замедляемый гравитацией и скоростью падения, разный для разных слоёв звезды и даже для одного и того же слоя сильно меняется по ходу сжатия. В результате для данного слоя его интервалы совершенно не эквидистантны ни по отношению к мировому времени, ни по отношению к собственным временам других слоёв, ни даже в разные моменты для самого этого слоя. Главный недостаток описания

эволюции по собственному времени – по его моментам в разных слоях нельзя определить звезду в целом как протяжённый объект, части которого сосуществуют одновременно.

**Сальвиати.** Согласен, что собственным временем нужно пользоваться очень осторожно.

**Сагрето.** Физическую же одновременность событий в звезде, по определению, задают моменты мирового времени. И только объединив события с одинаковым значением мирового времени, мы можем отнести их к отдельным частям звезды, сосуществующим одновременно и поэтому в этот момент образующим такой протяжённый объект как звезда.

**Сальвиати.** Пока вы правы только в том, что одновременность событий в концепции чёрных дыр действительно не учитывается и этому аспекту эволюции звезды не придают такого исключительного значения, как это стараетесь внушить мне вы.

**Сагрето.** Реальный мир, как известно, есть совокупность одновременно сосуществующих объектов. В ОТО с одновременностью удалённых событий есть много сложностей, но там, где возможно определять глобальную одновременность событий, как в случае сферических звёзд, вы обязаны определять эволюцию протяжённых объектов в целом как их «фотоснимки» в определённые моменты мирового времени. Любая другая картина не имеет отношения к реальности и есть лишь математическая абстракция. Согласны с этим?

**Сальвиати.** Всё это верно в специальной теории относительности, но в статическом поле сферической звезды, вроде всё должно быть почти также. Не забывайте также, что в движущихся системах отсчёта картина меняется.

**Сагрето.** Не вроде, а точно также, хотя и с некоторыми предосторожностями при синхронизации часов из-за замедления скорости света в сильных полях. А вот движение системы отсчёта наблюдателя не меняет физическую картину эволюции звезды, так что достаточно эту эволюцию описывать в системе покоя центра звезды, где нет искусственных кинематических усложнений. Поэтому, в концепции чёрных дыр только первая стадия коллапса описана верно, хотя очень бегло и недостаточно ясно. А вот вторая стадия коллапса, когда собственное время предполагается не связанным с мировым временем и вынуждается протекать самостоятельно, перестаёт иметь отношения к реальному миру, где все объекты и их части сосуществуют всегда в определённый момент мирового времени. Плохой и искажающей истинный ход коллапса временной координатой в действительности оказывается именно собственное время. Мировое время же, как была, так и остаётся хорошей временной координатой за всё время пребывания звезды в нашей Вселенной.

**Сальвиати.** Итак, хорошие часы, не те, которые отсчитывают удары моего сердца, а те, которые показывают мировое время. Я не возражаю.

**Сагрето.** Когда вы застываете от ужаса или, простите, умираете, ваши сердечные часы замедляются или вообще останавливаются, а ваши мировые часы продолжают идти. Коллапс звезды есть практически её смерть, так что теория чёрных дыр основана на описании процессов в темпе ударов сердца умершего, что абсурдно.

**Сальвиати.** Как только вы стали давать подробные определения, различия стали более ясными и до ужаса наглядными. Поэтому, пока мы не запутались в деталях,



давайте всё начните по порядку. На чём основывается эта новая теория коллапса и к чему она ведёт?

**Сагрето.** Да, дальше лучше уточнить основные положения теории фрозаров. Во-первых, действуем в рамках стандартной ОТО без каких-либо гипотетических добавок и поэтому берём стандартные решения уравнений Эйнштейна как во внешней области звезды, так и материальные решения во внутренней области со стандартными модельными упрощениями.

**Сальвиати.** Это хорошо, что ничего не добавляете к ОТО. Проще будет опровергать. А то большинство оппозиционеров ограждают свои гипотезы от прямого логического опровержения, ловко добавив какую-нибудь деталь, которую невозможно проверить в ближайшие миллионы лет.

**Сагрето.** Успокойтесь, этот подход проще и яснее, чем все прежние и не основан на каких-то ловких «изобретениях». Весь секрет как раз и состоит в исключении из теории ошибочных усложнений прежних попыток описания коллапса.

**Сальвиати.** Что-то не верится. Скорее всего ошибочно ваше утверждение об ошибочности общепринятых истин. Так, что дальше?

**Сагрето.** Во-вторых, рассматриваем коллапс обычной звезды только с обычным веществом и известными силами и поэтому вначале её поверхность находится вне гравитационного радиуса.

**Сальвиати.** И здесь ничего не добавляете? А зря, вот здесь-то вы могли бы себе позволить какую-нибудь неуловимую силу, претёмную материю или энергию, которых нельзя обнаружить никогда и всё – альтернатива к чёрным дырам была бы готова! И, главное, никак нельзя было бы опровергнуть!

**Сагрето.** Меня, как надеюсь и вас, интересуют не выдуманные миры, которые бесчисленны, а единственный реальный мир, для описания которого оказывается достаточной простейшая форма ОТО, так что продолжу. И, в-третьих, будем считать, что на первой стадии коллапса во всех точках время событий отмечается по двум типам часов – собственное время по стандартным часам, а мировое время по координатным часам, и притом темп собственного времени замедляется в разных местах по разному и тем больше, чем сильнее гравитация. Поэтому-то и нужны координатные часы, убыстрённые по сравнению со стандартными так, чтобы везде идти синхронно с часами удалённого наблюдателя. Вы согласны, что всё это соответствует ОТО?

**Сальвиати.** Да, конечно, пока вы излагаете стандартные вещи. Ничего нового не вижу. Только вы по-прежнему муссируете первую стадию коллапса, хотя в ОТО всё это элементарно и ясно.

**Сагрето.** Вот и отлично, мы с вами хоть в чём-то начали достигать согласия. Третье обстоятельство ключевое для теории фрозаров и я специально уточнил нужные для дальнейшего детали, чтобы вы не думали, что вводится что-то новое и потому сомнительное. Более того, я рад, что для вас всё это элементарно и очевидно – вам легче будет воспринять то, почему из ОТО следуют именно фрозары, а не чёрные дыры. Далее, ясно, что эти одинаковые в обеих трактовках общие положения в определённых случаях ведут и к одинаковым в обеих трактовках следствиям.

**Сальвиати.** Значит, если и в следствиях никакого отличия не будет, то вы прямоком должны прийти к чёрным дырам! Получается, много шума из ничего?

**Сагрето.** Не торопитесь и не обобщайте – я говорил о совпадении следствий не во всех случаях, а только при определённых условиях.

**Сальвиати.** Ну, тогда уточните эти условия и я покажу, где же ошибка в ваших рассуждениях, потому что если бы вы всё сделали правильно, то пришли бы к чёрным дырам и ничему иному. Так было со всеми, кто серьёзно исследовал эту проблему, так будет и с вами, если ничего не напортачили.

**Сагрето.** При всей вашей самоуверенной иронии, ловлю вас на слове «если бы вы всё сделали правильно». Почему вы так уверены, что в концепции чёрных дыр «всё сделано правильно»? Давайте, чтобы обойти обычные недоразумения по этому поводу, я уточню, что я имею в виду под этим выражением. Вы всё делаете правильно, если исходя из указанных общих положений, не добавляя ничего, что бы им противоречило, действуете в нашей реальной Вселенной с его в среднем равномерно протекающим мировым временем, в каждое мгновение которого одновременно сосуществуют все физические объекты (с небольшими поправками на ход времени из-за их движения). Для нашей же коллапсирующей звезды в каждый момент мирового времени и соответствующие ему моменты собственного времени проследиваете какова длина окружности поверхности звезды и любого из её внутренних слоёв. На это у вас есть возражения?

**Сальвиати.** Вы по-прежнему раздуваете значения одновременности и связанного с этим мирового времени. В концепции чёрных дыр, как и в ОТО в целом, истинным временем, в котором живёт любой объект, считается эволюция по собственному времени. Любой студент знает, что коллапс в терминах собственного времени происходит точно также, как в ньютоновской теории, поверхность проходит гравитационный радиус без проблем и вся материя очень быстро падает к центру, формируя сингулярность, бесконечно плотное состояние, хотя для удалённого наблюдателя по его мировому времени поверхность объекта застывает навечно вне гравитационного радиуса. Вы сначала хотите собственное время подменить произвольно вводимым мировым временем, выдавая этот ваш произвол за единственно правильное описание? Скажу сразу, что если в этом весь ваш секрет, то этот трюк не пройдёт – это не имеет отношения к ОТО, который позволяет вводить времена разных наблюдателей, которые все относительны и только собственное время объекта является инвариантом.

**Сагрето.** Но вы же согласились, что до того момента, когда поверхность могла бы пересечь гравитационный радиус, каждый момент собственного времени на поверхности однозначно связан с определённым моментом мирового времени и описания движения поверхности в терминах обеих времён эквивалентны? И ещё, вы конечно прекрасно знаете, что согласно ОТО в каждый момент мирового времени соответствующие моменты собственного времени на поверхности сферической звезды также однозначно связаны с моментами собственного времени во внутренних слоях вплоть до центра?

**Сальвиати.** До этого момента да, конечно, согласен. Хотя обе времени для описания траекторий в принципе совершенно эквивалентны, но в собственном времени всё намного проще. А вот когда поверхность пересекает гравитационный радиус, хотите или нет, но надо переходить на другие, более приемлемые координаты.

**Сагрето.** Итак, вы прекрасно знаете, что вне звезды и на её поверхности моменты мирового времени тоже имеют прямой физический смысл и отмечают события,

одновременные с соответствующими моментами собственного времени удалённых наблюдателей – ведь они синхронны с часами последних. Одновременность удалённых событий – вот в чем физическая выделенность мирового времени и это не менее важно и объективно, чем инвариантность собственных времён. Если помните, теория относительности началась с определения Эйнштейна о том, что «все наши суждения, в которых время играет какую-нибудь роль, всегда являются суждениями об одновременных событиях». Кстати, вы согласились, что в системе покоя сферической звезды одновременность удалённых событий задаётся точно так же, как и в специальной теории относительности.

**Сальвиати.** Ну да, конечно, но только до того момента собственного времени, когда поверхность пересекает гравитационный радиус. После этого ни о какой одновременности и речи быть не может – звезда ушла под свой горизонт событий, откуда уже никакой сигнал не выходит. Вы зря такой упор делаете на одновременности – в ОТО в каждой точке в общем случае можно задавать произвольные координаты и одновременность удалённых событий есть не правило, а исключение и большая редкость.

**Сагредо.** Но вы же прекрасно знаете, что именно этот редкий случай и имеет место вокруг и на поверхности сферической звезды и что здесь глобальная одновременность событий имеет место!

**Сальвиати.** Ну сколько раз можно повторять, что да и давайте закроем эту тему, иначе у меня уже лопается терпение! Просто невозможно, зачем вы тратите столько сил и времени – и своё и других – на эту ерунду, которую студентам задают как лёгкую задачу?

**Сагредо.** Когда Юпитер сердился, все знали, что он не прав. Но это было давно. Не кипятитесь, мы уже близки к финишу и почти всё, что надо, уже уточнили.

**Сальвиати.** Да? Я что-то не заметил, что где-то появились ваши фрозары – где они? Может, как в фокусе, вы сейчас вынете их из ящика с секретом?

**Сагредо.** Для цивилизованного человека его ящик с секретом – это его компьютер и из неё может вынуть и показать на экранах что угодно. В любом хорошем детективе кажется, что зря возятся со скучными деталями и жуткой ерундой – с какими-то предметами, пятнами и так далее. Археологи при раскопках тоже долго выкапывают какие-то куски непонятно чего-то и потом уже начинают строить цепочки рассуждений, восстанавливая целостную картину по кусочкам мозаики.

**Сальвиати.** Ну, когда же вы начнёте свою эту самую «цепочку», как вы говорите, «рассуждений». Пока, как вижу, копаете неглубоко и результат видимо будет такой же.

**Сагредо.** Прежде чем переходить к этой логической цепочке, давайте ещё раз уточним, с чем из нужных для этого деталей вы уже согласились. В рамках обычной стандартной ОТО изучаем обычную стандартную (сферическую и не вращающуюся) звезду, у которой кончилось горючее и началось гравитационное сжатие и пусть оно дошло до того, что радиус поверхности стал близок к гравитационному радиусу.

**Сальвиати.** Если у вас всё совершенно стандартно, то давайте для простоты возьмите тонкую пылевую сферу, где не мешают взаимодействия частиц друг с другом и осталась только гравитация, так что задача точно решается. А потом перейдите к пылевому шару, где всё сложнее, но тоже есть давно известные точные решения. Именно на этих простых и ясных примерах с точными решениями в

рамках ОТО и была строго доказана неизбежность чёрных дыр. Для реальных же звёзд с учётом взаимодействий коллапс с образованием чёрной дыры оказался также неизбежным при массе звезды в 3-4 раза больше массы Солнца. Все эти азбучные истины этой давно устоявшейся науки я напоминаю только, чтобы мы говорили об одном и том же. Иначе, я чувствую, что вы сейчас всё напутаете, зацепившись за какие-то неточности определений и на этом будете городить свой огород и навесите мне лапшу на уши.

**Сагрето.** Городить огород и лапша на уши – это классические атрибуты ошибочных, но временно победивших парадигм – именно они избегают точных определений и скучной логики и быстро переходят к загадочным фантазмагориям, будоражащим воображение. Но, далее не буду усыплять вашу бдительность лишними уточнениями. Я только сделаю последнее нужное уточнение и уж затем возьмём быка за рога – вы сами себе докажете, что в ОТО чёрные дыры запрещены, а коллапс ведёт только к образованию фрозаров – нормальных звёзд, но с гравитационно застывшей внутренней структурой. Вы не только придёте к этому выводу, но ещё и будете удивляться, как же этот простой и абсолютно очевидный факт кто-то может не понимать.

**Сальвиати.** Вот и пошло поехало – не замечаете, что вашу крышу куда-то заносит. Я же уже мысленно подготовил могилу для этих ваших фрозаров и придумал, что там будет написано: «Здесь покоится фрозар из сердцевины квазара, который умер, даже не родившись». Про рога вы уже сказали, могу подождать, пока они откинут и копыта. Потом уже, надеюсь, споём и прощальный гимн. А, вот последнее ваше уточнение я ещё потерплю, но не больше.

**Сагрето.** То, что по неосторожности готовите для фрозаров, понадобится для ваших любимых чёрных дыр, хотя по идее они сами есть идеальная могила для чего угодно. Кстати, чёрные дыры были бы неизбежны, если бы ньютоновская физика действовала и в сильных гравитационных полях. Но в сильных полях справедлива только ОТО и, как сейчас убедитесь, эта теория ведёт только к фрозарам. Так что продолжу уточнение определений.

**Сальвиати.** Только не тяните - помните, ваше время уже на исходе и моё терпение тоже.

**Сагрето.** В науке успех есть результат терпения мысли, как что-то похожее говорил ещё Ньютон. Дышите глубже. Когда дойдём до фрозаров и поймёте, как они образуются, я уверен, вы испытаете такое облегчение, что терпение ваше будет вознаграждено.

**Сальвиати.** Ещё немного и я буду страдать не от нехватки воздуха, а лопну от бешенства.

**Сагрето.** Раздражение при критике - это симптомы заблуждения. Кстати, это довольно точный диагноз, так что сосредоточьтесь и успокойтесь. Итак, уточняем наши точки зрения.

### 3. Неужели ОТО ведёт только к фрозарам? Это интересно!

**Сагрето.** Вы согласны, что по концепции чёрных дыр коллапс вовнутрь гравитационного радиуса для внешних наблюдателей не наблюдаем, так как находится, как говорится в учебниках, за временной бесконечностью мирового времени, но до этого всё происходит просто и даже прозаично. Пылевая сфера очень удачный пример, так как здесь всё точно известно. При падении тонкой

пылевой сферы в собственном гравитационном поле по мере приближения к своему гравитационному радиусу собственное время и сам процесс падения на сфере замедляются по отношению к мировому времени настолько, что для внешних наблюдателей пылевая сфера навечно застывает над гравитационным радиусом. Внутри же этой сферы сохранится пустое пространство, где собственные времена пробных частиц также застывают навечно в терминах мирового времени, да и сами пробные частицы застывают там же, где оказались перед застыванием. Вот с этим уточнением вы согласны?

**Сальвиати.** Да, в терминах мирового времени первая стадия коллапса именно такая, хотя в собственном времени картина выглядит совсем по-другому. Я просил вас ещё рассмотреть и пылевой шар. Там тоже скорее обрисуйте ваше последнее, простите, крайнее уточнение, а потом и посмотрим, где и на какой банановой коже вы поскользнулись.

**Сагредо.** Да, конечно, теперь перейду и к пылевому шару. Когда шар сжимается из-за собственной гравитации и частицы свободно падают в направлении к центру шара, то, при приближении поверхности к гравитационному радиусу шара, замедление собственных времён в терминах мирового времени достигает такой степени, что поверхность быстро застывает над гравитационным радиусом. Согласно точным решениям уравнений ОТО [Голман (1934, 1939), Оппенгеймер и Снайдер (1939)], замедление во внутренних слоях сильнее, чем на поверхности и сильнее всего в центре и поэтому центр и другие слои застывают раньше поверхности.

**Сальвиати.** Я что-то нигде не читал, что по ходу коллапса в терминах мирового времени центр застывает раньше поверхности. Это точно? Вы сами проверяли по известным решениям? Мне всегда интуитивно представлялось, что при коллапсе внутренность проваливается к центру быстрее, чем поверхность!

**Сагредо.** Ну да, конечно проверил и это удивительно. Хотя в тех известных решениях этот факт содержался изначально, никто на это не обратил внимания. Всё это есть следствия ОТО, когда моделируем процесс по уравнениям ОТО и их решениям и эпоха за эпохой в мировом времени прослеживаем положения слоёв пылевого шара, начиная со времени, когда гравитация ещё не так сильна. Отмечаем как положения каждого слоя в каждый момент мирового времени (эпоху), так и показания стандартных часов на этом слое, показывающих всё большее растягивание интервалов собственного времени и застывание около определённых моментов собственного времени по мере сжатия шара. Эта скучная картина застывания собственных времён слоёв шара в мировом времени есть строгое следствие ОТО и имеет место и в концепции чёрных дыр на первой стадии коллапса, когда поверхность шара по собственному времени находится ещё вне гравитационного радиуса. Так?

**Сальвиати.** Да, эта картина действительно очень скучное, неудачное и искажающее динамику процесса изображение первой стадии коллапса звезды. Но она лишь прелюдия настоящего коллапса, который становится динамичным и интересным, как только перейдёте к более удачным координатам, раскрывающим истинную картину сжатия в собственном времени, особенно, на второй стадии коллапса, где они уже незаменимы.

**Сагредо.** Значит, вы согласны, что для первой стадии коллапса пока всё делается правильно?

**Сальвиати.** Пока, конечно, да. Но вы ещё никак не касаетесь и избегаете второй стадии коллапса и тех моментов собственного времени, когда поверхность пылевой сферы или шара пересекает гравитационный радиус и всё проваливается к центру.

**Сагрето.** Итак, мы пришли к полному согласованию описаний в двух трактовках первой стадии коллапса, т.е. до того момента, когда поверхность якобы переходит гравитационный радиус. Я вас поздравляю, теперь вы в одном шаге от того, чтобы стать сторонником теории фрозаров.

**Сальвиати.** Честно говоря, я этого не заметил и никак не чувствую, что мои убеждения в чём-то изменились. Когда вы будете в одном шаге, чтобы превратиться в верблюда, я вас тоже предупрежу точно также, а вы будете говорить, что этого не чувствуете!

**Сагрето.** Превращение в верблюда – это ваша фантазия, а вот то, что даже строго следуя ОТО мне приходится доказывать, что я не верблюд – это реальность. Но когда реальность печальна, лучше не отчаиваться, а остаться оптимистом и действовать, чтобы улучшить её и тогда реальность будет меняться к лучшему.

**Сальвиати.** Неужели? И вы можете показать пример такой трансформации реальности одними усилиями вашей мысли? Теперь мне понятно, куда нас заведут эти ваши фрозары!

**Сагрето.** А хотя бы на вашем примере. Я же сказал, что даже сейчас вы думаете, что вы сторонник общепринятой в мировом масштабе концепции чёрных дыр и поэтому со спокойной совестью чувствуете себя комфортно в среде научного сообщества, где только эта концепция идентифицируется с серьёзной наукой, считаете себя вправе пользоваться всеми благами цивилизации в статусе заслуженного и потому уважаемого и известного учёного, признаваемый таковым другими уважаемыми учёными. А теперь, поверьте мне, когда мы расстанемся, у вас всего этого не будет – вы будете убеждены, что из ОТО следуют не чёрные дыры, а фрозары и поэтому сразу станете в оппозицию всему научному сообществу. Тогда не сможете участвовать в той самой международной конференции, куда вы приглашены делать доклад о применениях концепции, которую уже не будете считать правильной, не будете дальше публиковаться и читать лекции по чёрным дырам и ещё неизвестно, как всё это скажется на вашей карьере и благосостоянии. Вот и пример трансформации лично вашей реальности. Как вам это нравится?

**Сальвиати.** Не нравится не то, что мне предрекаете, а то, как вы самоуверенны, думая, что можете манипулировать моими взглядами, которые никак не изменились за время нашей беседы и думаю, в обозримом будущем мне это не грозит. Так что, теперь уже вы начали фантазировать. Но, мне пора, я же говорил вам, что ваше время истекло, а моё тем более. До свидания. Ваши фрозары обойдутся и без меня.

**Сагрето.** Мне тоже давно пора, так что, до свидания. Тем более, что я свою задачу почти выполнил и вы уже признались, что теория фрозаров соответствует ОТО.

**Сальвиати.** Неужели? Что вы говорите? Когда я это признал? Я до сих пор так и не понял, что это за теория и что за фрукт этот фрозар. Так что, не зарывайтесь и не приписывайте мне то, что вам так хочется услышать.

**Сагрето.** Я же уже привёл определение этой теории и вы убедились, что это очень просто. Описание первой стадии коллапса в рамках ОТО в терминах мирового времени и есть теория фрозаров. Звезда в определённый конечный момент

мирового времени с гравитационно-застывшими слоями и есть фрозар. В каждый момент мирового времени соответствующие моменты собственного времени для поверхности и внутренних слоёв звезды оказываются практически застывшими при предельных значениях, разных для разных слоёв. При этом центр застывает раньше поверхности при несколько меньшем значении собственного времени. И всё!

**Сальвиати.** Ну, если вы просто даёте новое название для первой стадии коллапса, которая давно известна и вполне очевидна, то так и говорите, а не возводите это в ранг новой теории. Но я так и не понял, куда же вы дели вторую стадию, когда поверхность звезды в собственном времени проходит гравитационный радиус и падает в центр – именно описание этой второй стадии и есть суть и главное достижение концепции чёрных дыр.

**Сагредо.** А вот суть теории фрозаров, почему и вводится новое название, в том, что в ней впервые обосновывается, что в ОТО этой самой второй стадии коллапса не существует и коллапс целиком и полностью сводится только к его первой стадии. Тонкая пылевая сфера и пылевой шар, поверхности которых очень близки к их гравитационному радиусу, в каждый момент времени реального мира находятся в состоянии фрозара с застывшей внутренней структурой и больше ничего никогда с ними не случается. Тот момент собственного времени, когда якобы должна начаться вторая стадия коллапса, никогда не наступает, так как собственное время на поверхности гравитационно застывает относительно мирового времени, т.е. среднего темпа эволюции остального вещества Вселенной. Моменты собственного времени ведь однозначно связаны с моментами мирового времени, а последний в среднем равномерно протекает в масштабах всей реальной Вселенной.

**Сальвиати.** Итак, вы утверждаете, что прежнюю концепцию чёрных дыр надо разделить на две части – одну часть, описывающую первую стадию коллапса назвать теорией фрозаров и считать единственно реалистичным применением ОТО, а вторую часть, описывающую вторую стадию коллапса выбросить как математическую абстракцию. Так?

**Сагредо.** Совершенно верно. Вы наконец-то начали мыслить ясно и трезво.

**Сальвиати.** Пока я только точнее формулирую ваши утверждения и не согласен с утверждением об отсутствии второй стадии. Так что же по вашему останавливает коллапс - просто застывание в терминах мирового времени? Это же и раньше было хорошо известно.

**Сагредо.** Да, именно. Звезда погружена в реальную Вселенную, где космологическое время в среднем идёт практически равномерно, а на самой же звезде, согласно ОТО, происходит замедление собственного времени относительно этого космологического времени по мере усиления гравитации при сжатии. Коллапс в результате останавливается естественным образом за счёт гравитационного застывания всех процессов на поверхности и внутри звезды, относительно равномерно идущего космологического времени. Так что те чёрные дыры, которые предсказывала ньютоновская теория, в рамках ОТО не образуются никогда. Согласно ОТО в реальном мире в каждый момент мирового времени хотя бы поверхность любой звезды сосуществует одновременно с другими объектами. В каждый момент этой реальной истории Вселенной, или в данную эпоху, пылевой шар, поверхность которого застыла около гравитационного радиуса, есть фрозар с застывшей структурой во всём объёме.

**Сальвиати.** Я тогда уточню – то, что вы говорите, это внешнее проявление коллапса в мировом времени и эта картина ограниченная потому, что мировое время не охватывает всей мировой линии падающих частиц, так что эта система координат не полна. В действительности ничто не останавливает *дальнейший* коллапс в терминах собственного времени для самих падающих наблюдателей на поверхности! Это то время для них самих же не застывает! От того, что с их точки зрения временная эволюция остального мира просто сильно убыстрена ещё не следует, что они сами не продолжат падения к центру звезды, так что вторая стадия коллапса неизбежна. Я же говорил, что вы всё сведёте к преувеличению роли какого-нибудь частного выбора координат и будете утверждать, что только это истинно и что поэтому нет ухода под горизонт.

**Сагредо.** Не торопитесь делать поспешные выводы.

#### 4. ОТО ведёт только к фрозарам. Это действительно очевидно!

**Сагредо.** Чтобы рассеять ваше последнее, простите, крайнее подозрение, посмотрим на коллапс и с точки зрения падающих наблюдателей на поверхности звезды. Вы сами сказали, что с их точки зрения у них все процессы протекают нормально, но только события во всём остальном мире станут происходить в сильно убыстрённом темпе. При этом, и вы, и ваш наблюдатель, как здравомыслящие люди, не склонные преувеличивать свою роль в судьбе остального мира, прекрасно понимаете, что во всей огромной Вселенной средний темп времени, т.е. космологическое мировое время, не может всё более и более убыстряться по мере падения какого-то слоя какой-то одной звезды. Поэтому прекрасно будете отдавать себе отчёт в том, что речь идёт именно о гравитационном *замедлении* собственного времени самих падающих наблюдателей *по отношению* к равномерно протекающему мировому времени. Верно?

**Сальвиати.** Да, это так. Относительное замедление очевидно и достаточно грамотный падающий наблюдатель, скорее всего, будет интерпретировать это как замедление именно его собственного времени относительно времени остального мира. Ну и что из этого? Речь то идёт не об интерпретации, а о том, что ход его собственного времени продолжается как бы быстро не происходила эволюция в остальном мире. Так что, я прав и вы всё доказательство сводите к частному мнению кого-то.

**Сагредо.** А вот то, что вы раньше не обратили внимания на один важнейший факт, который я подчёркивал. Мировое время и собственное время на поверхности звезды однозначно связаны друг с другом. В рамках ОТО обе времени отмечают одни и те же события вдоль одной и той же мировой линии каждой частицы. Каждому мгновению одного из них соответствует определённое мгновение другого – событие-то одно и то же. Так вот, тогда тот момент собственного времени на поверхности, когда ваш наблюдатель спокойно должен был бы пересечь гравитационный радиус в прежней теории, действительно наступит только *после* бесконечно далёкого будущего реального мира. Это математическое выражение в переводе на язык физики означает, что этот момент в реальном мире не наступит никогда и для самих падающих наблюдателей тоже. Они вынуждены будут подождать, пока вся Вселенная действительно проживёт это бесконечное мировое время, которое по определению не имеет ни конца, ни краю, т.е. не завершится в определённый момент. Это-то вы понимаете? И вообще, вы согласны, что в ОТО каждый момент обеих типов времени однозначно связаны между собой?



**Сальвиати.** Я это понимаю и знаю, что две времени связаны, когда описывают одни и те же события. Но вы, правы, что поверхности реальных коллапсирующих объектов ещё не достигли гравитационного радиуса. Поэтому-то их и называют коллапсирующими объектами, так как их горизонт ещё не сформировался или, ещё осторожнее, астрофизическими чёрными дырами. Это хорошо известный факт.

**Сагредо.** Мы же договорились, что будем придерживаться стандартной ОТО. Так вот тогда так и говорите – у реальных коллапсирующих объектов горизонт не только *пока* не сформировался, но он не сформируется *никогда*, так как вы не сможете указать конкретный момент мирового времени его образования. В любой момент мирового времени, отмечающего эпохи реального мира, поверхность вашего объекта будет вне гравитационного радиуса, а внутренняя структура будет застывшей и такой, какая была прямо перед тем, как испустились последние фотоны с его поверхности. Вот такой объект, которого вы сами же наконец-то начали признавать, и есть фрозар. Это действительно известно и наиболее осторожные астрофизики именно такой точки зрения и придерживаются. Но при открытии каждого такого реального объекта горячие головы утверждают перед всем миром и восторгаются, что открыта очередная чёрная дыра. При этом, демонстрируя ньютоновскую картину коллапса, выдают это за строгое следствие ОТО.

**Сальвиати.** Вот теперь, кажется, мне полностью понятна ваша позиция. Теория фрозаров, как та часть концепции чёрных дыр, которая ограничивается первой стадией коллапса, описывает астрофизические чёрные дыры, у которых горизонт ещё не сформировался и которых раньше называли коллапсирующими объектами, а вы короче называете фрозарами. А что, эти банальности нельзя было сказать в самом начале? Я и спорить об этом бы не стал.

**Сагредо.** Так вы признаёте, что те тысячи уже открытых коллапсировавших объектов, которых выдают за чёрные дыры, в действительности ими не являются в прямом смысле слова, а есть коллапсирующие объекты или фрозары с нормальными, но застывшими на разных расстояниях от центра частицами, и главное, что у них нет ни горизонта, ни сингулярности в центре?

**Сальвиати.** Ну, в общем-то да.

**Сагредо.** И также признаёте, что они никогда не превратятся в чёрные дыры?

**Сальвиати.** В мировом времени – да, не превратятся.

**Сагредо.** А в каком времени превращаются – в собственном?

**Сальвиати.** По концепции чёрных дыр именно в собственном времени. Но, как вы сказали, согласно ОТО эти моменты собственного времени в нашем мире не наступят никогда из-за реального застывания собственных времён в каждом отдельно взятом объекте. Если так рассуждать, то да, никогда не превратятся в чёрные дыры.

**Сагредо.** В некоторых популярных учебниках говорится, что застывание поверхности звезды это оптический обман, связанный с замедлением скорости света около звезды. Вы понимаете, что это ошибка? Согласны, что застывание по сравнению с мировым временем абсолютно и любые наблюдатели с любыми координатами могут сравнить эти два времени, выраженные в своих координатах, и убедиться, что поверхность звезды застыла *по сравнению* с мировым временем? Это же показывают и координатные часы прямо на поверхности, идущие синхронно с часами удалённого наблюдателя.

**Сальвиати.** Да, конечно. Это определённо не оптический обман и используя координатные часы, идущие синхронно с часами удалённых наблюдателей, действительно можно определять одновременность событий на поверхности с событиями на удалении. Я, кажется, начинаю понимать важность определения одновременности событий на поверхности и на удалении. Получается, что как только признаём эту физическую одновременность событий, то мировая линия поверхности действительно ни в один из моментов времени реальной Вселенной не сможет пересечь гравитационный радиус. Тогда внутри звезды все частицы остаются обычными и просто застывают на разных местах и больше со звездой реально ничего не происходит? Тогда же действительно нет места второй стадии коллапса... Не будет ни горизонта, ни сингулярностей? Это удивительно! Пока это меня несколько шокирует... Я это должен немного осмыслить!

**Сагредо.** Вы только не волнуйтесь и если остаются ещё какие-то сомнения или аргументы, давайте, чтобы потом не передумать и не возвращаться к началу.

**Сальвиати.** Мне сейчас не волноваться? Да я, можно сказать, потрясён! Неужели допущена такая простая ошибка? Ещё в основе такой грандиозной концепции, как чёрные дыры? Нет, я не могу поверить этому... Главное, этого не может быть! Так, успокоимся и давайте, ещё раз попроще и, главное, строго докажите, почему в ОТО не будет второй стадии коллапса?

**Сагредо.** С удовольствием это сделаю. Чтобы окончательно убедиться в застывании пылевого шара с превращением в фрозар и в отсутствии второй стадии коллапса, вы можете взять явные или численные решения уравнений ОТО и проследить как меняются длины окружностей поверхностей и каждого из слоёв по мере протекания мирового времени. Тогда ясно увидите, что до того, как поверхность вплотную подойдёт к гравитационному радиусу, ход собственного времени в центре практически останавливается и там всё застывает, затем это застывание быстро доходит до поверхности. После этого мировые линии частиц пылевого шара навсегда остаются параллельными друг другу на том удалении от центра, на котором их застал процесс застывания. Вы себе это представляете?

**Сальвиати.** Да, представляю. Они действительно будут параллельны и всё, а как жаль, а! Я то всегда представлял себе, что внутренность звезды быстро проваливается к центру, а мы об этом не получаем информации. Действительно, мы же можем моделировать всё по уравнениям ОТО в терминах мирового времени, рассматривая совокупности одновременных событий на удалении, на поверхности и внутри шара! Так, если всё это даёт только переход в состояние фрозара с параллельными мировыми линиями частиц по всему объёму и больше ничего, то тогда я понял. Просто невероятно! Интересно, а что изменится, если включить давление и температуру?

**Сагредо.** Сжатие пылевого шара завершается переходом в состояние фрозара и больше ничего. Если же в более реалистических моделях учесть и другие виды взаимодействий частиц, то сжатие приведёт к росту давления и температуры и всё зависит от уравнения состояния вещества звезды, связывающего плотность, давление и температуру. Тогда переход в фазу фрозара может и не состояться – звезда может перегреться и остановиться, начать пульсировать или же может и расширяться вплоть до взрыва на конечной стадии. Такой реалистичный процесс моделирования на базе ОТО и есть теория фрозаров. Вот теперь вы можете сказать самому себе, заметьте, не мне, а самому - вы принимаете теорию фрозаров?

**Сальвиати.** Увы, пока кажется да. Я говорю пока, так как я ещё должен всё это переосмыслить.

**Сагрето.** Рад за вас, что смогли себя перебороть и пока что хоть проглотили эту горькую пилюлю. Желаю приятного переваривания и дальнейшего отрезвления.

**Сальвиати.** Хотя, что же будем тянуть, когда ответов-то всего два – вы правы или нет. Так, допустим, что после того, как я всё продумаю сам и покопаюсь в литературе, я соглашусь с этой новой трактовкой. Повторяю, пока только допустим. Тогда что же из этого следует? Какие будут изменения в ОТО, астрофизике и что из прежней концепции чёрных дыр сохранится? Вы можете коротко дать ответы на эти вопросы?

**Сагрето.** Конечно же, вы сами должны всё продумать заново и я не собираюсь на вас давить. Вы специализируетесь на этом, посвятили часть вашей жизни и вам будет не просто видеть, как кое-какие ваши труды на ваших глазах будут обесцениваться, если не превратятся в макулатуру. Но, наука продвигается методом проб и ошибок, так что не слишком переживайте и просто двигайтесь по новому и более верному пути. Я ведь тоже разрабатывал и выбрасывал достаточно много версий, пока уже несколько лет убеждаюсь в правоте только этой теории, которая вначале мне тоже не очень-то и нравилась.

**Сальвиати.** Не опережайте события, я ещё не до конца уверен. Переходите к следствиям и тогда посмотрим. Правильная теория всегда приводит к неожиданным и кардинальным улучшениям и новым предсказаниям, так что уже по этим признакам будет видно, потянет ваша теория на эту роль или нет. Так, что же мы получаем, если отказавшись от чёрных дыр, переходим к вашим фрозарам?

**Сагрето.** Помните, вы приводили слова о самом великом кризисе, упрятанном под горизонтом? Так вот, согласно теории фрозаров ни горизонта, ни сингулярностей в ОТО нет, нет и кризиса, даже упрятанного. В ОТО нет также и точечного источника – нет вообще объектов меньше гравитационного радиуса. В астрофизике это решает проблему коллапса как компактных звёзд, так и ядер галактик и квазаров. Одно из отличий фрозара от чёрной дыры – при определённых условиях, т.е. при быстром росте температуры и давления в центре, сжатие может смениться разжатием вплоть до взрыва на конечной стадии с выбросом намного большей энергии, чем это было известно до сих пор. Так что, для фрозаров коллапс, в принципе, обратим.

**Сальвиати.** Действительно? А насколько большой должна быть масса фрозара, чтобы рост температуры в центре, в принципе, привёл к расширению со взрывом на конечной стадии?

**Сагрето.** Здесь требуется изучать уже не пылевой шар, а более реалистичные модели. В астрофизике наблюдаются взрывы самого разного масштаба, источник энергии которых пока неизвестен, так что теперь теория фрозаров позволяет моделировать и процессы, обратные коллапсу, или антиколлапс, как вероятные источники таких мощнейших выбросов излучения и вещества. Такие объекты, которые при коллапсе не успели упасть в состояние фрозара и начали размораживаться, в данном подходе предлагается называть *глоузарами* от английского *glowsar*, т.е. *glow star* – накалённая (покрасневшая) звезда.

**Сальвиати.** Да, многое действительно упростится! Если ОТО дальше разрешит реколлапс, то тогда открываются безбрежные перспективы – мне сейчас трудно даже представить эти перспективы. Значит, если реальная коллапсирующая звезда

не застыла, то переходит в состояние глоузара, как вы говорите, с перспективой какой-то активности? Но, как это доказывается?

**Сагрето.** При идеализации пылевого вещества образование фрозара – это строгое следствие ОТО. А вот то, что может перейти в состояние глоузара – это зависит от конкретных взаимодействий, уравнений состояния и параметров звезды. ОТО лишь допускает образование глоузаров, так что имеет смысл изучать их свойства и внешние проявления, пока предполагая, что в каких-то случаях это может реализоваться и наблюдаться.

**Сальвиати.** Ну, по крайней мере, наблюдение этих глоузаров не так безнадежно, как фрозаров, так что это внушает некоторый оптимизм. Есть ещё интересные последствия новой теории?

**Сагрето.** Не менее, а может и более важно, что новая теория коллапса решает проблему с флуктуациями с бесконечно большой энергией в физике частиц – там появятся кванты с планковской энергией – *фрозоны* и частиц с большей энергией, согласно ОТО, не существует. Гравитационное красное смещение частот в поле источника такого кванта с таким же размером ставит верхний предел частотам – частиц с большей энергией не сможет излучить ни один источник, так что они не рождаются. Квантовая гравитация, которую до сих пор не удавалось построить, в результате строится просто из-за сильного упрощения теории при таком ограничении. Всё это – весьма кардинальные упрощения, которые делают ненужными многие из гипотез, выдвинутых в физике элементарных частиц за последние десятилетия.

### Эпилог

**Сальвиати.** Если это так, то очень заманчиво. Мы же из всего этого ничего не обсуждали.

**Сагрето.** Обсудим в другой раз. Не забыли, вам же пора на конференцию по чёрным дырам.

**Сальвиати.** Да, действительно, там у меня большой доклад и потом получим крупный грант.

**Сагрето.** В докладе то вы скажете что-то и о фрозарах?

**Сальвиати.** Вы в своём уме! Я же не могу воевать со всем миром! Но вот когда того вашего автора будут поддерживать ведущие в этой области учёные, я его тоже обязательно поддержу.

**Сагрето.** Да, конечно, и на том спасибо. Я вас сильно утомил, хотите для разрядки угощу одной восточной басней.

**Сальвиати.** Здорово, давайте!

**Сагрето.** Ходже Насреддину его дядя в далёком городе оставил в наследство много денег, но у него не было денег, чтобы доехать и получить всё это. Он пришёл к богатому соседу и попросил займы десять золотых, чтобы доехать и получить наследство в десять тысяч золотых. Тот сказал, что готов его поддержать, но при одном условии: «Ты туда поезжай, получи свои десять тысяч золотых, и когда вернёшься, я обязательно дам тебе займы десять золотых».

**Сальвиати.** Да, восток дело тонкое, в древности там была иная культура!

**Сагрето.** В научном сообществе сейчас получается такая же...

**Сальвиати.** М-да. Вы знаете, дайте мне статью про фрозары. Я её внимательно прочту и пошлю ещё десяти известным специалистам, которые меня знают и на конференции разьясню им сам. Это и будут мои десять золотых. Идёт?

**Сагрето.** Конечно. Вот теперь вы пользуетесь собственной головой и по её прямому предназначению!