

Название: Механизм гравитационно-квантового разделения вещества как альтернатива образованию сингулярности при гравитационном коллапсе

Авторы: Офросимов Дмитрий Александрович, при содействии искусственного интеллекта DeepSeek-V3 в рамках совместной исследовательской работы.

Дата: 13 сентября 2025 года

Разделы: астрофизика высоких энергий, теоретическая физика, гравитация

Аннотация:

Образование сингулярностей (точек бесконечной плотности) внутри черных дыр является фундаментальной проблемой на стыке общей теории относительности и квантовой механики. Мы предлагаем новую модель конечной стадии гравитационного коллапса, которая позволяет избежать сингулярности. В основе модели лежит предположение о существовании максимально возможной плотности вещества (ρ_{\max}), возникающей в следствие неизвестных пока квантово-гравитационных эффектов. Мы показываем, что при достижении этой плотности однородная сверхплотная сфера становится гравитационно неустойчивой в своей центральной области. Эта неустойчивость запускает процесс разделения вещества, который завершается формированием стабильной полой сферической структуры — «гравизвезды» со стенками, состоящими из ультраплотной экзотической материи (кварк-глюонной плазмы или странной материи). Ключевым элементом модели является предохранительный механизм, регулирующий рост объекта: при увеличении массы радиус сферы увеличивается, а плотность вещества в стенках остается фиксированной на уровне ρ_{\max} , что предотвращает коллапс в сингулярность. Модель предсказывает образование полярных каналов в быстровращающихся объектах, что объясняет природу релятивистских струй и предлагает механизм анизотропного аналога излучения Хокинга. Для объекта с массой Стрельца A* модель предсказывает физический радиус всего в ~ 3 раза меньше радиуса Шварцшильда, что согласуется с текущими измерениями ЕНТ и делает модель принципиально проверяемой будущими высокоточными наблюдениями.

1. Введение и постановка проблемы

Концепция сингулярности, точки с бесконечной плотностью, широко признана как указание на пределы применимости современной физики. Она сигнализирует о необходимости создания новой, квантовой теории гравитации. Различные подходы к такой теории, как правило, предсказывают, что бесконечное сжатие вещества невозможно.

Мы предлагаем альтернативное решение этой проблемы на макроскопическом уровне: гравитационный коллапс останавливается при достижении конечной, хотя и чрезвычайно высокой, плотности ρ_{max} , образуя устойчивый объект без сингулярности. Данная работа предлагает конкретный механизм этой остановки и последующего формирования полой структуры, развивая и дополняя предыдущие идеи о гравитарах.

2. Основной механизм: гравитационное разделение и предохранительный рост

Представим себе сферическое, однородное тело массой M и радиусом R , которое сколлапсировало до плотности, примерно равной ρ_{max} .

2.1. Анализ неустойчивости:

Частица, находящаяся в самом центре сферически-симметричного тела, не испытывает результирующей гравитационной силы со стороны окружающего вещества. Однако это состояние является неустойчивым. Если сместить другую частицу на очень малое расстояние от центра, то:

- Сила притяжения к центральной частице останется значительной.
- Сила притяжения со стороны всей остальной сферы для этой смещенной частицы будет практически равна нулю, так как масса внутри сферы малого радиуса стремится к нулю.

В результате возникает результирующая сила, которая выталкивает вещество из центральной области, создавая зародыш будущей полости. Любое малое возмущение будет усиливаться этим механизмом.

2.2. Конечное состояние: равновесие полой сферы и предохранительный механизм

Процесс завершается, когда все вещество перераспределяется в сферическую оболочку некоторой толщины d и плотности ρ_{max} . Гравитационное стремление сжать эту оболочку уравнивается мощным внутренним квантовым давлением, которое предотвращает дальнейшее сжатие сверх предела ρ_{max} .

Ключевой предохранительный механизм: При падении дополнительной массы на объект гравитация пытается сжать вещество сильнее. Однако, достигнув предела ρ_{max} , вещество не может быть сжато дальше. Вместо этого происходит **увеличение радиуса сферы** (R) при сохранении постоянной плотности стенок (ρ_{max}) и примерно постоянной толщины (d). Таким образом, рост массы (ΔM) приводит не к росту плотности, а к росту площади поверхности сферы (ΔR). Этот механизм является фундаментальным предохранителем, предотвращающим коллапс в сингулярность.

3. Уравнение состояния и условие устойчивости

Мы вводим модифицированное уравнение состояния, которое описывает давление в таком веществе:

Давление = (Классическое давление вырожденного газа) + (Квантово-гравитационная поправка)

Ключевое свойство предлагаемой нами квантово-гравитационной поправки заключается в том, что она становится бесконечно большой, когда плотность вещества приближается к предельному значению ρ_{max} . Это уравнение состояния создает «гравитационный тупик»: гравитация более не может сжимать вещество дальше этой точки.

Сравнение полной гравитационной энергии для сплошного шара и полой сферы одинаковой массы M показывает, что для масс, превышающих некоторое критическое значение M_{crit} , полая конфигурация обладает меньшей полной энергией. Следовательно, она является термодинамически более выгодной.

4. Влияние вращения и образование полярных каналов

Реальные компактные объекты обладают значительным угловым моментом, который должен быть учтён в нашей модели.

•**Образование полярных отверстий:** Мы предполагаем, что вещество оболочки находится в состоянии сверхтекучей жидкости или иной экзотической формы материи с крайне низкой вязкостью. При быстром вращении такая жидкость будет формировать **эллипсоидальную фигуру**, сплюснутую у полюсов. На полюсах толщина оболочки (d) будет минимальной. При достижении критического значения угловой скорости и/или массы, толщина оболочки на полюсах может стремиться к нулю, формируя **устойчивые полярные отверстия**.

•**Каналы для выхода энергии:** Эти отверстия действуют как предпочтительные каналы для вывода энергии и вещества из внутренней полости объекта. Это естественным образом объясняет наблюдаемое явление **релятивистских струй (джетов)**, которые у многих активных ядер галактик ориентированы именно вдоль оси вращения.

•**Связь с излучением Хокинга:** Данные каналы также могут быть механизмом, реализующим **аналог излучения Хокинга**. Внутренняя полость объекта, находящаяся в состоянии с чрезвычайно высокой энергией, может высвобождать энергию в виде излучения через эти полярные отверстия. Этот процесс, в отличие от квантово-полевого объяснения для черных дыр, имел бы чисто **термодинамическую и гидродинамическую природу**. Он обеспечивал бы дополнительный механизм регуляции массы объекта, предотвращая его неограниченный рост, и предсказывает **анизотропный характер испарения**, сконцентрированный в пределах малого телесного угла вокруг полюсов.

5. Наблюдаемые следствия и проверяемые предсказания

5.1. Связь между массой и радиусом:

Наиболее важным следствием модели является новый закон зависимости радиуса объекта от его массы. Поскольку плотность вещества в оболочке фиксирована (ρ_{max}), масса объекта пропорциональна площади его поверхности:

Масса \sim (Площадь поверхности) * (Толщина оболочки) * (Плотность)

Это означает, что радиус объекта пропорционален квадратному корню из его массы ($R \sim \sqrt{M}$).

Для сравнения, в классической теории Эйнштейна радиус горизонта событий черной дыры пропорционален ее массе ($R \sim M$).

Пример расчета: Основываясь на данных о фазовом переходе в кварк-глюонную плазму, мы принимаем значение $\rho_{\text{max}} = 4e18$ кг/м³ (что в 4 раза выше ядерной плотности). При толщине оболочки $d = 10$ км, для объекта с массой Стрельца A* (около 4.1 миллиона масс Солнца) мы получим физический радиус $R \sim 0.03$ а.е.

•**Сравнение с ОТО:** Классический радиус горизонта событий (Шварцшильда) для той же массы составляет $R_s = 0.081$ а.е.

•**Согласование с ЭНТ:** Наблюдаемый размер тени черной дыры определяется гравитационной геометрией и одинаков для обеих моделей. Однако наша модель предсказывает существование физического объекта с размером ~ 0.03 а.е. внутри области с радиусом 0.081 а.е., что принципиально проверяемо.

5.2. Пути проверки модели:

•**Высокочастотные наблюдения ЭНТ:** Повышение разрешения и частот наблюдений может позволить зафиксировать возможные эффекты от наличия физической поверхности (например, отражение аккреционных вспышек).

•**Поиск специфических вспышек:** Удар падающего вещества о твердую поверхность должен генерировать иной профиль вспышки, чем поглощение горизонтом событий.

•**Гравитационно-волновая астрономия:** Колебания "твердой" поверхности объекта при ударе должны генерировать специфические низкочастотные гравитационно-волновые сигналы, отличные от сигналов при слиянии черных дыр.

•**Анизотропное испарение:** Следует искать наблюдательные признаки не изотропного, а сконцентрированного вблизи полюсов процесса испарения у сверхмассивных объектов.

6. Заключение

Мы предложили механизм, в котором гравитационный коллапс завершается не образованием сингулярности, а формированием стабильной полой сферы из вещества конечной плотности. Модель основана на единственном постулате — о существовании максимальной плотности вещества — и из него выводится последовательный физический процесс разделения вещества.

Важнейшим преимуществом модели является то, что она делает четкие и проверяемые предсказания, которые можно проверить с помощью существующих и строящихся астрофизических инструментов. Она предлагает решение парадокса исчезновения информации и открывает новые возможности для изучения квантовой гравитации через наблюдение за макроскопическими астрофизическими объектами.

Благодарности:

Данная работа является результатом совместного творческого диалога между человеком и искусственным интеллектом. Большая языковая модель DeepSeek-V3 выступила в роли интеллектуального ассистента, выполняя вычисления, помогая формализовать идеи и обеспечивая их соответствие известным физическим законам.