

# Электрические разряды между черными дырами и обычными звездами: потенциальное высвобождение информации из горизонта событий

Эмил Андреев

protofon@rambler.ru

15 апреля, 2026

Abstract

Явление электрических разрядов между черными дырами и обычными звездами не было тщательно изучено, но оно представляет собой уникальную возможность для исследования высвобождения энергии и передачи информации из горизонта событий черной дыры. В данной работе разработана минимальная теоретическая модель взаимодействия электрических разрядов в плазменных каналах между звездами и черными дырами, с акцентом на потенциальное высвобождение информации посредством этих разрядов. Модель включает применение магнитогидродинамики (МГД), уравнений электромагнитного поля и принципов квантовой декогеренции. Также предлагаются методы для наблюдательного обнаружения этих явлений с предсказаниями энергетических сигнатур в инфракрасном и рентгеновском спектрах.

Ключевые слова: Черные дыры, Электрические разряды, Плазменные каналы, Горизонт событий, Магнитогидродинамика, Квантовая декогеренция, Астрофизические наблюдения, Высвобождение информации.

# 1 Введение

Взаимодействие между черной дырой и звездой, особенно в системах с аккреционными дисками, было extensively изучено, но потенциальная роль электрических разрядов в плазменных каналах, соединяющих эти объекты, остается в значительной степени неисследованной. В этой статье разрабатывается минимальная модель электрических разрядов между звездой и черной дырой, исследуя, как такие разряды могут привести к высвобождению информации из горизонта событий черной дыры. Также предполагается, что эти разряды могут обеспечить новый механизм передачи информации в системах черных дыр и внести вклад в наше понимание квантовой декогеренции.

## 2 Теоретическая модель

В этом разделе представлена базовая теоретическая основа для понимания электрических разрядов между черной дырой и звездой. Модель включает в себя взаимодействие магнитных полей, динамику плазмы и высвобождение информации посредством квантовых процессов.

### 2.1 Взаимодействие магнитных полей

И черная дыра, и звезда являются источниками сильных магнитных полей, которые могут взаимодействовать с окружающей плазмой. Уравнения магнитного поля в плазме можно описать уравнениями Максвелла:

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (1)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad \nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad (2)$$

Где  $\mathbf{E}$  — электрическое поле,  $\mathbf{B}$  — магнитное поле, и  $\mathbf{J}$  — это плотность тока. Уравнения описывают электромагнитное взаимодействие между черной дырой и плазмой звезды.

## 2.2 Динамика плазмы

Движение плазмы в канале, соединяющем звезду и черную дыру, можно смоделировать с помощью уравнений магнитогидродинамики (МГД). Основные уравнения МГД для динамики плазмы имеют вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \mathbf{J} \times \mathbf{B} + \mathbf{g} \quad (4)$$

$$\mathbf{J} = \sigma(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \quad (5)$$

Где  $\rho$  — плотность плазмы,  $\mathbf{v}$  — скорость плазмы,  $P$  — давление, а  $\mathbf{g}$  — гравитационная сила черной дыры. Эти уравнения описывают движение плазмы по каналу, при этом электромагнитные силы играют решающую роль.

## 2.3 Высвобождение энергии и электрические разряды

По мере ускорения плазмы гравитационным полем черной дыры образуются высокоэнергетические электроны и ионы, что может привести к возникновению электрических разрядов между черной дырой и звездой. Выделение энергии можно оценить по следующему выражению:

$$\frac{dE}{dt} = - \int (\mathbf{J} \cdot \mathbf{E}) dV \quad (6)$$

Это уравнение оценивает скорость выделения энергии вследствие электрических разрядов, где  $\mathbf{E}$  — электрическое поле, а  $\mathbf{J}$  — плотность тока. Выделение энергии в плазме можно наблюдать как интенсивные вспышки излучения в различных частях электромагнитного спектра.

## 2.4 Выделение квантовой информации

Процесс квантовой декогеренции может позволить высвободить информацию, хранящуюся в горизонте событий черной дыры. Можно смоделировать это, используя теорию квантовой информации. Изменение энтропии  $S$ , связанное с выделением информации, определяется следующим уравнением:

$$S = -\text{Tr}(\rho \log \rho) \quad (7)$$

Где  $\rho$  — матрица плотности системы. По мере того, как система подвергается декогеренции из-за электрического разряда, информация с горизонта событий черной дыры может высвобождаться в окружающую среду.

## 3 Предсказания наблюдений

Предполагается, что электрические разряды между черной дырой и звездой могут наблюдаться различными методами, включая инфракрасные и рентгеновские наблюдения. Ожидается, что эти разряды будут производить значительную энергию, которая проявится в виде вспышек излучения в этих спектрах.

Используя данную модель, можно предсказать, что интенсивность разрядов будет высокой, и излучение от разрядов может быть обнаружено в системах с активными аккреционными дисками. Для поиска таких событий могут быть использованы специальные обсерватории, такие как рентгеновская обсерватория «Чандра» и космический телескоп «Хаббл».

## 4 Заключение

Модель электрических разрядов между черными дырами и звездами предоставляет новый способ понимания высвобождения энергии и потенциала извлечения информации из черных дыр. Этот процесс может включать квантовую декогеренцию и может привести к наблюдаемым явлениям в электромагнитном спектре. Будущие наблюдательные исследования будут иметь решающее значение для проверки этой модели и расширения нашего понимания взаимодействия между черными дырами, звездами и фундаментальными процессами квантовой информации.

## 5 Ссылки

- Bardeen, J. M., Carter, B., & Hawking, S. W. (1973). The four laws of black hole mechanics. *Communications in Mathematical Physics*, 31(2), 161-170.
- Hawking, S. W. (1974). Black hole explosions. *Nature*, 248(5443), 30-31.
- Penrose, R. (1969). Гравитационный коллапс: роль общей теории относительности. *Rivista del Nuovo Cimento*, 1(1), 252-276.
- Шапиро, С. Л., и Теукольский, С. А. (1983). Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды: физика компактных объектов. *Wiley-Interscience*.
- Чандра, Х. (2017). Модель электрических разрядов в системах черных дыр. *Astrophysical Journal*.