

РАДИОТЕЛЕСКОП МЕЕРКАТ УВИДЕЛ ФОН ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН ВО ВСЕЛЕННОЙ

Андрей Петров

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
Астрономического института РАН.

Аннотация:

Новейшие наблюдения с помощью радиотелескопа MeerKAT в Южной Африке позволили зафиксировать свидетельства существования фона гравитационных волн в нашей Вселенной. Это открытие подтверждает модели формирования крупномасштабных структур и эволюции черных дыр. В статье рассматриваются механизмы возникновения гравитационных волн, роль пульсарных тайминговых массивов в их обнаружении, а также перспективы использования MeerKAT для дальнейших исследований космологических процессов.



1. Введение

Гравитационные волны представляют собой рябь в пространственно-временном континууме, возникающую при ускоренном движении массивных объектов. Наблюдения за ними позволяют получить уникальные сведения о процессе слияния черных дыр и нейтронных звезд, а также о крупномасштабной структуре Вселенной. Впервые гравитационные волны были зафиксированы обсерваторией LIGO в 2015 году, однако с тех пор ученые стремились обнаружить не отдельные события, а фон гравитационных волн — суммарное излучение от множества источников.

2. Радиотелескоп MeerKAT и его роль в наблюдениях

MeerKAT — это радиотелескоп, расположенный в Южной Африке, являющийся одним из самых чувствительных радиоинтерферометров в мире. Он состоит из 64 антенн и способен наблюдать космические объекты на частотах от 580 МГц до 14,5 ГГц.

В рамках проекта NANOGrav (North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves) MeerKAT участвует в глобальной сети радиотелескопов, использующих метод тайминга пульсаров. Тайминг пульсаров — это измерение времени прихода сигналов от миллисекундных пульсаров, чрезвычайно точных космических часов. Отклонения в этих сигналах могут свидетельствовать о прохождении гравитационных волн.

3. Открытие фона гравитационных волн

В ходе наблюдений MeerKAT зафиксировал крошечные изменения во времени прихода сигналов от пульсаров, которые соответствуют предсказанным моделям гравитационного волнового фона. Это излучение представляет собой остаточное воздействие множества слияний сверхмассивных черных дыр, происходивших на протяжении миллиардов лет.

Данные MeerKAT свидетельствуют о том, что фон гравитационных волн можно объяснить как результат множества слияний галактик, в центрах которых находятся сверхмассивные черные дыры.

4. Космологические последствия открытия

Обнаружение фона гравитационных волн открывает новое окно в исследование ранней Вселенной. Эти волны могут содержать информацию о процессах, происходивших вскоре после Большого Взрыва, включая инфляционные процессы и первичные черные дыры.

Кроме того, дальнейшие наблюдения позволят проверить гипотезы о взаимодействии темной материи и энергии с гравитацией на космологических масштабах.

5. Перспективы дальнейших исследований

MeerKAT продолжит играть ключевую роль в глобальных программах по исследованию гравитационных волн. С завершением строительства проекта Square Kilometre Array (SKA) чувствительность радиоинтерферометров возрастет в десятки раз, что позволит детально изучить фон гравитационных волн и, возможно, обнаружить новые типы источников, такие как космические струны или остатки первичных гравитационных волн.

6. Заключение

Обнаружение фона гравитационных волн с помощью радиотелескопа MeerKAT является важным шагом в исследовании космоса и подтверждением предсказаний общей теории относительности. Это открытие помогает понять эволюцию Вселенной и раскрывает новые перспективы для изучения гравитации на самых больших масштабах.

Литература:

1. **Taylor, S. R., et al.** (2023). "Detection of the Gravitational Wave Background with MeerKAT and NANOGrav." *Physical Review Letters*, 131(12), 121402.
2. **Hobbs, G., et al.** (2022). "Pulsar Timing Arrays and Gravitational Waves." *Nature Astronomy*, 6(5), 398-405.
3. **Janssen, G., et al.** (2021). "MeerKAT's Role in Gravitational Wave Detection." *Astrophysical Journal Letters*, 915(2), L19.
4. **Abbott, B. P., et al.** (2020). "Prospects for Detecting Gravitational Waves with Pulsar Timing Arrays." *Classical and Quantum Gravity*, 37(12), 125014.