

Д.С. Горбунов

Сигнал зарождения горячей Вселенной в реликтовых гравитационных волнах

Тел. служебный: 499-783-92-91, E-mail: gorby@ms2.inr.ac.ru

Аннотация

По современным представлениям, структуры во Вселенной (карликовые и большие галактики, группы и скопления галактик) образовались в результате быстрого роста пространственных неоднородностей материи в эпоху доминирования во Вселенной нерелятивистских частиц (“пыли”). При этом давление среды нулевое, всё определяется плотностью энергии (массы) пыли, и неоднородности начинают быстро расти из-за гравитационной (джинсовской) неустойчивости. Суть её проста: в отличие от электромагнетизма, в гравитации нет экранирования, и где чуть больше пыли — там чуть больше гравитационный потенциал, туда потекут пылинки, потенциал станет ещё больше и т.д.

Подробнее о коллапсе пылевидной неоднородности (решение Толмана) можно посмотреть, например, во II томе Л.Ландау и Е.Лифшица “Теория поля”; о формировании структур в расширяющейся Вселенной в Д.С.Горбунов, В.А. Рубаков, “Введение в теорию ранней Вселенной. Космологические возмущения. Инфляционная теория”.

Весьма вероятно, что подобная эпоха “без давления” реализовалась во Вселенной до её разогрева, сразу после окончания инфляционной стадии развития. Тогда аналогичные современным структуры также могли формироваться, но не из неоднородностей материи, а из неоднородностей инфлатона, доминировавшего во Вселенной в ту эпоху. Во время разогрева инфлатонное поле исчезает, рождая релятивистские частицы плазмы, и структуры пропадают.

Можно ли экспериментально проверить гипотезу о формировании таких структур? Кажется, что да: образование и эволюция структур (гало, сгустков) инфлатона сопровождается испусканием гравитационных волн, доживающих до наших дней. Гравитационные волны рождаются при коллапсе неоднородностей в гало (сгустки), при слиянии двух сгустков, наконец, при распаде гало инфлатона в релятивистские частицы. Параметры соответствующих гравитационных сигналов — амплитуды и частоты — можно оценить, исходя из геометрии гало и сгустков и характерных динамических времён процессов.

См. о гравитационных волнах во II томе Л.Ландау и Е.Лифшица “Теория поля”

Эти оценки (которые предстоит проверить в ходе работы над проектом) показывают, что ожидаемые сигналы могут оказаться в зоне чувствительности следующего поколения экспериментов по поиску и изучению гравитационных волн. Исследование обсуждаемых здесь сигналов открывает уникальную возможность экспериментального исследования процессов в послепланетарной Вселенной. Учитывая возможность прямой экспериментальной проверки, требуются более аккуратные оценки параметров гравитационных сигналов, ожидаемых в тех или иных инфляционных моделях, с теми или иными механизмами первичного разогрева Вселенной. Это может быть темой последующей научной работы.