

но, масса покоя ≥ 100 ГэВ). Численные расчеты показывают, что существенную роль в формировании наблюдаемой крупномасштабной структуры Вселенной должна играть «темная энергия» (т. н. модель « Λ CDM»). Более подробно об этом см. в книгах А. Долгов, Я. Б. Зельдович, М. В. Сажин. «Космология ранней Вселенной». (Изд. МГУ, 1988); М. В. Сажин, «Современная космология в популярном изложении» (М: УРСС, 2002).

12.18. Заключение

В настоящее время неплохо известны, по крайней мере в общих чертах, характер расширения Вселенной в современную эпоху, особенности и общая направленность эволюции галактик и систем галактик. Очевидным представляется и рождение наблюдаемой Вселенной из состояния сверхвысоких плотностей и температур. Однако вопросы о наиболее ранних этапах расширения Вселенной, о формировании и росте возмущений, о свойствах пространства, времени, элементарных частиц на планковских масштабах остаются открытыми и допускают различные варианты решений. Физической картины, описывающей динамическую эволюцию Вселенной с самого начала ее расширения еще не создано, поскольку существующие фундаментальные физические теории остаются справедливыми лишь в ограниченной области параметров. Так, основа космологии — ОТО — не объясняет квантовых эффектов, по-видимому, игравших фундаментальную роль в первые мгновения расширения. Инфляционная теория ранней Вселенной, как и теория горячей Вселенной, теория холодного темного вещества, ответственного за появление крупномасштабной структуры, или вовсе загадочной «темной энергии» остаются пока лишь, в лучшем случае, хорошо аргументированными гипотезами, проверяемыми и развивающимися по мере накопления новых данных.

Поэтому ответ на вопрос о «рождении» Вселенной не может быть дан в учебнике. Само «рождение» следует понимать как возникновение 13–15 млрд. лет назад «нашей» Вселенной, безграничной в любой момент своего существования, Вселенной со знакомыми современной физике свойствами пространства, времени, энергии, которые описываются известными фундаментальными физическими законами. Неясно даже, может ли существовать в принципе простой и наглядный ответ на вопрос о том, что было до «начала» —

слишком необычны для нас формы существования материи вблизи этого момента. На подступах к объяснению сингулярности космология сомкнулась с теорией элементарных частиц и их различными модельными представлениями, далекими от наглядности, и этот симбиоз представляется очень перспективным. Приходится делать вывод о «неизбежности странного мира», предшествовавшего появлению вещества. Здесь развиваются различные гипотезы и теории, не входящие в конфликт с известными законами природы и данными наблюдений, в том числе теории, описывающие фантастические возможности существования (рождения, гибели) различных «вселенных» с разными свойствами пространства–времени (например, с разным числом измерений пространственных и временных координат, различной кривизной по разным направлениям, с совершенно иными свойствами элементарных частиц и т. д.). В научной литературе такой подход породил трудно переводимый термин «*multi-verse*», «множественная» Вселенная (ср. с привычным *Uni-verse* — Единственная Вселенная). Очевидно, что теории ранней Вселенной невозможно проверить прямыми наблюдениями в электромагнитном диапазоне. В будущем большую роль может сыграть обнаружение реликтового гравитационно-волнового стохастического фона — своего рода «шума» пространства-времени, порожденного первичными квантовыми флуктуациями. Этот шум должен приходиться к нам с далеких времен, соответствующих начальной инфляционной стадии расширения.

Любые теоретические представления оцениваются по тем выводам, которые из них следуют: на «выходе» правильной космологической концепции должно быть объяснение самых различных сторон наблюдаемого мира.