1964 г. Январь *Т. LXXXII, вып.*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

019.941:523.165

В. Л. Гинзбург и С. И. Сыроватский. Происхождение космических лучей. М., Изд-во АН СССР, 1963, 384 с., ц. 1 р. 50 к.

Многочисленные теории присхождения космических лучей до последнего времени считались весьма экзотическими построениями, в которых доминировал свободный полет фантазии. Такая ситуация определялась малочисленностью экспериментальных фактов, относящихся прежде всего к космическим лучам, а также к смежным научным областям. Положение существенно изменилось в связи с накоплением большого числа достоверных опытных данных о космических лучах, а также с открытием космического радиоизлучения. Эти обстоятельства предоставили широкие возможности для прогресса теории происхождения космических лучей. С другой стороны, успехи радиоастрономии способствовали возникновению связи с астрофизикой. Все это настолько изменило ситуацию, что возникла целесообразность подведения итогов.

Рецензируемая книга состоит из пяти глав. В первой главе сообщаются основные сведения о космических лучах (состав первичной компоненты, характеристики взаимодействия быстрых космических частиц с межзвездной средой, энергетический спектр и угловое распределение первичных космических лучей). В следующем разделе излагаются сравнительно подробно данные о космическом радиоизлучении. Центральный пункт этой главы — полуколичественная теория нетеплого радиоизлучения Галактики, развиваемая в течение ряда лет в основном советскими исследователями. В основу этой теории положена идея, что это радиоизлучение обусловливается магнитотормозным излучением релятивистских электронов.

В третьей главе подробно рассматривается прохождение космических частиц в межзвездной среде, элементарные процессы, вызывающие потери энергии ядерноактивных частиц и электронов, механизмы ускорения и инжекции космических лучей в Галактике.

В последующих главах намечается обзор весьма заманчивой картины — теории происхождения космических лучей, базирующейся на гипотезе, что основным источником космических лучей являются сверхновые звезды, входящие в нашу Галактику. В пользу этого предположения свидетельствует совпадение мощности энергии излучения сверхновых нашей Галактики и энергии, уносимой из Галактики космическими лучами в единицу времени. В пользу этой гипотезы косвенно свидетельствуют также следующие факты: 1) наличие сравнительно сильных межзвездных полей ($\sim 10^{-5}$ *гс*), способных в течение длительного времени удержать в пределах Галактики основную часть космических лучей (с энергией $\lesssim 10^{17}$ *эв*); 2) высокая степень изотропии космических лучей, что также хорошо объясняется характером диффузии космических лучей от источников до Земли; 3) существование тяжелых ядер в первичной компоненте согласуется с тем, что время диффузии по порядку величины совпадает со временем жизни тяжелых ядер в межзвездной среде относительно ядерных столкновений. (Если ядерное время жизни было бы относительно мало, то в конечном счете тяжелые ядра превратились бы в нуклоны.)

Веские аргументы в пользу галактической теории дает подробный анализ альтернативных гипотез (солнечной и метагалактической). Против солнечной гипотезы (основная масса быстрых космических частиц образуется на Солнце) свидетельствуют прежде всего непосредственные экспериментальные данные: малая энергия и интенсивность частиц, приходящих к нам от Солнца во время солнечных вспышек.

Гипотеза, которая допускает, что основная часть космических лучей приходит из Метагалактики, встречается также со значительными трудностями. Основная трудность состоит в том, что по некоторым оценкам мощности космических лучей в Метагалактике на несколько порядков меньше, чем в Галактике, и следовательно, трудно представить себе механизм перекачки космических лучей в Галактику извне.

Таким образом, из уже приведенного беглого перечня явлений, затронутых в книге, следует, что она, по существу, дает энциклопедическое описание всех вопросов, связанных с происхождением космических лучей. Нужно, однако, иметь в виду, что самое подробное изложение сегодняшнего состояния теории происхождения космических лучей отнюдь не исчерпывает проблемы. По существу здесь скорее кинематографический снимок быстро развивающейся и, следовательно, меняющейся картины. Можно для полноты назвать несколько вопросов, которые представляются весьма важными и вместе с тем сейчас трудно найти на них достоверные ответы:

1. Вопрос о происхождении более «энергичных» космических лучей ($\gtrsim 10^{17}$ *эв*). По-видимому, в этой области энергии спектр не испытывает сколько-нибудь резкого излома. Вместе с тем магнитные поля нашей Галактики едва ли могут удержать такие быстрые частицы. Представляется также несколько искусственным допущение о метагалактическом происхождении лишь этой части спектра при отсутствии излома. К сожалению, эта проблема в книге рассмотрена слишком кратко.

2. Являются ли электроны, обусловливающие нетепловое радиоизлучение Галактики, первичными (т. е. происходят в источниках вместе с ядерными частицами) или вторичными, т. е. возникают в цепи реакций $N+N \to N+N+n\pi \to$ и далее обусловливаются $\pi-\mu-e$-распадом.

Весьма подробный анализ второй гипотезы (в принципе просчитываемой точно), разработанной во многих разделах книги (§§ 7, 11, 17), по-видимому, не привел к окончательному ответу на этот вопрос.

3. В книге мало внимания уделено анализу гипотезы происхождения космических лучей при возможном взрыве галактического ядра. Эта гипотеза, предложенная лишь в самое последнее время (1963 г.), находит обоснование в некоторых астрономических наблюдениях.

При общей оценке книги нужно прежде всего иметь в виду, что она является первой монографией, в которой обсуждаются многие сложные области физики и астрономии, связанные с условным названием «происхождение космических лучей». Книга является полным обзором и прекрасным справочником по всем этим вопросам и поэтому найдет многочисленных читателей.

И. Л. Розенталь