НОВАЯ КНИГА ПО АСТРОФИЗИКЕ

Л. М. Озерной, О. Ф. Прилуцкий, И. Л. Розенталь. Астрофизика высоких энергий. М., Атомиздат, 1973, 246 с.

В последние десятилетия, и особенно в последние годы астрофизика переживает период бурного развития. Выдающиеся открытия последних лет (квазары, пульсары, рентгеновские источники, реликтовое излучение Вселенной и др.) способствовала изменению самого духа этой науки.

Если на рубеже двадцатого столетия астрономия ограничивалась в основном исследованием стационарных (точнее считавшихся стационарными) объектов, то ныне в ней основную роль играют исследования существенно нестационарных космических явлений. Подобное смещение интересов, разумеется, не случайно, а обусловлено в первую очередь гигантским расширением возможностей наблюдений и в особенности бурным развитием радио-рентгеновской и γ-астрономии и исследований космических лучей высоких и сверхвысоких энергий. (Напомним, что исследование стационарных космических объектов было связано в основном с наблюдениями в оптическом диапазоне длин волн.)

С другой стороны, следует отметить, что наблюдения нестационарных явлений и источников излучений с экстремальными свойствами (например, пульсаров) все больше и больше привлекают внимание физиков. Рецензируемая монография является в целом удачной попыткой отразить эти новые тенденции в астрономии с точки зрения физики высоких энергий.

Авторы отмечают во введении, что они старались отобрать космические «явления, в которых физика высоких энергий выступает в чистом виде без пересечения с физикой плазмы». Это обстоятельство, по-видимому, обусловило подбор материала монографии, хотя избежать указанного пересечения не удалось.

В первой главе (астрофизическое введение) «содержатся сведения об астрономическом фоне, на котором проявляются процессы при высоких энергиях».

В этой главе описаны физические свойства галактик и структура Метагалактики. Кроме того, в ней излагаются проблемы, связанные с нестационарными процессами в галактиках и квазарах, с происхождением и эволюцией галактик в «горячей» Вселенной.

Последующие три главы содержат подробное изложение теоретических основ астрофизики высоких энергий.

Во второй главе содержится теория элементарных процессов взаимодействия электронов и фотонов. Значительное внимание здесь уделено обратному комптон-эффекту и вынужденным процессам (реабсорбция).

Этим проблемам уделялось ранее серьезное внимание и в других монографиях и обзорных статьях (см., например, книгу В. Л. Гинзбурга и С. И. Сыроватского «Происхождение космических лучей»). Элементарному взаимодействию релятивистских адронов, составляющему предмет третьей главы, ранее уделялось значительно меньше внимания. Причина этого, по-видимому, обусловливается тем, что основной интерес к нему проявился недавно в связи с обсуждением взаимодействия космических лучей предельно высоких энергий с реликтовым излучением.

Полезной частью этой главы является анализ элементарного взаимодействия адронов с реликтовым излучением и магнитными полями (последнее важно, если космические лучи сверхвысоких энергий генерируются вблизи пульсаров).

В четвертой главе рассматривается кинетика прохождения электронов и адронов через протяженные магнитные поля и поля излучения, пронизывающие космические объекты.

Новым элементом в этой главе является рассмотрение кинетики прохождения релятивистских частиц через совместные магнитное поле и поле излучения при большой концентрации электронов и фотонов. Эта задача может иметь применение при интерпретации процессов, происходящих в компактных объектах (например, при объяснении спектра излучения пульсаров).

Последние три главы иллюстрируют применение общих методов астрофизики высоких энергий.

В пятой главе рассматривается распространение электронной компоненты космических лучей в Галактике и, в частности, оценивается возможный выход электронов из Галактики.

В наиболее обширной шестой главе анализируется происхождение фонового рентгеновского излучения Вселенной. Этот вопрос имеет большое значение для проблемы формирования и эволюции галактик.

Несмотря на ограниченность наблюдательного материала, уже удается отказаться от многих гипотез, имеющих ранее довольно широкое распространение: например, гипотезы тормозного излучения (фоновое излучение обусловлено тормозным излучением субкосмических лучей) и «магнитотормозной» гипотезы (фоновое излучение обусловлено исключительно магнитотормозным излучением).

Авторам представляется наиболее вероятным, что фоновое излучение в рентгеновской области в существенной своей части обусловлено суммарным излучением скоплений галактик.

Последняя, седьмая, глава посвящена анализу интересного явления: космическим лучам сверхвысокой энергии $E_0 \geqslant 10^{19}$ *эв*.

Авторы отмечают, что космические лучи столь больших энергий не могут накапливаться в нашей Галактике, если не ввести кардинальные изменения в наши представления о характере их распространения.

Однако и метагалактическая гипотеза происхождения космических лучей сверхвысокой энергии встречается с большими трудностями вследствие взаимодействия таких частиц с реликтовым излучением. Мнение авторов выражено, по-видимому, в заключительном разделе этой главы, где рассматриваются некоторые новые физические гипотезы, навеянные этой трудной проблемой. В книге рассматриваются модели, предполагающие рост сечения взаимодействия нейтрино с энергией вплоть до $E_0 \sim \sim 10^{19}$ *эв*, а также гипотеза об изменении формы релятивистских преобразований.

Авторы понимают трудности подобных кардинальных гипотез и не затушевывают их проблематичности. Здесь отмечается, что основная задача этого раздела не окончательное решение интересного парадокса, связанного с существованием космических лучей сверхвысоких энергий, а скорее иллюстрации тезиса о возможном инициировании астрофизикой открытия новых фундаментальных закономерностей.

Следует сделать некоторые замечания и высказать пожелания на будущее. В некоторых местах книги содержится слишком подробное изложение хорошо известных вопросов физики элементарных частиц (см. стр. 118, описание $\pi^0 \to 2\gamma$) или теоретические рассуждения, не находящие дальнейшего применения в книге (см., например, стр. 111, о множественном рождении при сверхвысоких энергиях). Было бы хорошо за счет сокращения этих мест уделить большее внимание физическому смыслу теоретических оценок и их более четному сравнению с экспериментом (см., например, рис. 41 и 51, где отсутствуют экспериментальные точки).

Нельзя согласиться с утверждением авторов о том, что из постоянства среднего поперечного импульса вторичных частиц в широком диапазоне первичных энергий следует, что уравнение состояния вещества при сверхвысокой температуре ($>10^{13}$ °K) и сверхвысокой плотности ($>10^{16}$ *г/см*^{3}) дается соотношением $p = \varepsilon/3$ (p — давление, ε — плотность энергии). Нельзя также согласиться с авторами, когда они полностью отвергают возможный вклад Сверхгалактики в поток космических лучей предельно высоких энергий ($> 10^{19}$ *эв*).

По-видимому, следует отметить также, что книга «Астрофизика высоких энергий» должна включать анализ теоретических и экспериментальных данных о происхождении космических лучей (ядерной и электронной компонент), причем пересечение с физикой плазмы было бы в этом вопросе только полезно.

В целом книга представляет большой интерес как для специалистов физиков и астрофизиков, так и для научных работников смежных специальностей.

Г. Б. Христиансен