

БИБЛИОГРАФИЯ

533.95(049.3)

МОНОГРАФИЯ ОБ ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ ПЛАЗМЫ

А. И. Ахиезер, И. А. Ахиезер, Р. В. Половин, А. Г. Ситенко, К. И. Степанов,
Электродинамика плазмы. М., «Наука» (Главная редакция физико-математической литературы), 1974, 719 с.

В конце 1974 г. издательство «Наука» выпустило в свет монографию известных советских физиков-теоретиков А. И. Ахиезера, И. А. Ахиезера, Р. В. Половина, А. Г. Ситенко и К. И. Степанова «Электродинамика плазмы». Авторы монографии своими исследованиями внесли существенный вклад в развитие многих разделов теории физики плазмы, и это обстоятельство в значительной степени определило характер изложения материала, который полностью оправдывает слова, приведенные в предисловии: «Одно из немногих удовольствий при написании книги заключается в том, что автор преподносит предмет так, как он того хочет».

Прежде всего следует отметить, что в монографии излагается лишь электродинамика пространственно неограниченной и однородной плазмы. В ней совершенно не рассмотрены электромагнитные свойства пространственно ограниченной и неоднородной плазмы, а поэтому не затрагивается такая центральная проблема управляемого термоядерного синтеза, как проблема магнитного удержания плазмы. Кроме того, подавляющая часть книги (за исключением гл. 1—3 и 7) посвящена свойствам относительно редкой бесстолкновительной плазмы; роли столкновений частиц, в особенности заряженных частиц между собой, в рассмотрении и поглощении электромагнитных волн в плазме уделено необоснованно мало места. К числу недостатков монографии следует также отнести отсутствие раздела, посвященного теории параметрического взаимодействия сильных высокочастотных полей с плазмой, которая в последние годы получила существенное развитие.

В предисловии к монографии говорится, что если «эта книга спровоцирует кого-нибудь написать лучшую, то нижеподписавшиеся будут одними из наиболее восторженных ее читателей». Я надеюсь, что мои замечания «спровоцируют» самих авторов монографии улучшить ее при следующем издании и тем самым еще увеличить число «восторженных ее читателей».

Перейдем теперь к анализу отдельных глав монографии.

В гл. 1 описываются модели, используемые для теоретического анализа электромагнитных свойств плазмы. Кратко изложен метод Боголюбова для цепочки многочастичных функций распределений и дан вывод уравнений Власова и интеграла столкновений Ландау. Здесь же дается переход от кинетического уравнения к уравнениям гидродинамики в условиях частых столкновений частиц в плазме. К сожалению, отсутствует обоснование и условия применимости гидродинамического описания высокочастотных свойств бесстолкновительной плазмы, хотя такое описание используется в гл. 3, 4 и 8. Ничего не говорится также об интеграле столкновений частиц в частично ионизованной плазме, хотя свойствам такой плазмы посвящена целая гл. 7.

Гл. 2 и 3 посвящены гидродинамике плотной сильно столкновительной плазмы. Здесь излагается теория линейных и простых нелинейных гидродинамических волн в плазме, исследуются механизмы затухания волн. Пожалуй, слишком подробно изложена теория ударных волн, в особенности это относится к структуре ударных волн и их взаимодействию.

В гл. 4 и 5 рассматривается обратный предельный случай плазмы при полном пренебрежении столкновениями частиц. Весьма подробно и вместе с тем физически наглядно объясняются механизмы бесстолкновительного поглощения волн в термодинамически равновесной плазме — черенковское и циклотронное поглощение. Данна полная классификация всех многочисленных ветвей колебаний такой плазмы. Изложение материала в этих главах, так же как и в гл. 1, по своему характеру близко к требованиям учебника. Неудовлетворенность вызывает только полное пренебрежение

столкновениями частиц. Даже в редкой плазме столкновения частиц могут играть преобладающую роль в поглощении волн, и их учет необходим. Кроме того, в первых параграфах этих глав при анализе спектров высокочастотных колебаний плазмы авторы используют гидродинамические уравнения для идеальных электронной и ионной жидкостей, хотя нигде в книге применимость таких уравнений в бесстолкновительном пределе не обосновывается.

Очень хорошо написана также гл. 6, в которой исследуются примеры неравновесной плазмы, а именно, плазма, пронизываемая релятивистскими потоками заряженных частиц и осцилляторов. Такая плазма оказывается электродинамически неустойчивой, в ней возбуждаются электромагнитные колебания, причем элементарные механизмы раскачки волн сводятся к черенковскому и циклотронному излучениям быстрых заряженных частиц в плазме. В монографии дается классификация различных типов пучковых неустойчивостей плазмы и анализ характера возбуждения волн.

Гл. 7 посвящена колебаниям частично ионизованной плазмы. Содержание этой главы находится в резком диссонансе с остальной частью монографии, и, с моей точки зрения, ее не следовало бы включать в книгу. Именно, здесь основное внимание уделяется столкновительным эффектам в частично ионизованной плазме, причем учтены даже неупругие столкновения, в то время как в остальной части книги, когда речь идет о сильно ионизованной плазме, столкновениями частиц полностью пренебрегается. Да и рассмотренные в этой главе колебания — незначительная часть большого многообразия волн в частично ионизованной плазме, и, будучи последовательными, авторы должны были об этом сказать либо, как уже говорилось выше, о такой плазме вообще ничего не писать.

Гл. 8—10 — это сжатое, но довольно четкое и полное изложение теории нелинейных колебаний плазмы. В гл. 8 рассмотрены примеры высокочастотных и низкочастотных регулярных нелинейных волн, в том числе и уединенных волн как в равновесной, так и в неравновесной плазме. Гл. 9 посвящена квазилинейной теории релаксации плазменных колебаний. И, наконец, в гл. 10 излагается современная теория взаимодействия волн и теория слабой турбулентности плазмы.

Гл. 11 и 12 посвящены теории электромагнитных флуктуаций, рассеяния и трансформации волн в плазме. Рассмотрены случаи как равновесной, так и неравновесной и даже слаботурбулентной плазмы. Написаны эти главы, как и все остальные, с большим профессиональным мастерством и вместе с тем достаточно просто и наглядно. С моей точки зрения, в этих главах излишними являются параграфы 11.7 и 12.5, посвященные частично ионизованной плазме, поскольку вся монография практически полностью посвящена теории электромагнитных свойств бесстолкновительной плазмы.

Наконец, в последней гл. 13 излагается теория пробной частицы в плазме. Рассмотрены задачи о характеристических потерях энергии быстрых заряженных частиц и их рассеянии на флуктуациях плазмы; кратко обсуждается пример турбулентной плазмы.

В целом книга безусловно хорошая и будет полезна не только специалистам в области теории физики плазмы, но также студентам и аспирантам, посвятившим себя изучению этой области науки. Изложение материала в монографии, как уже отмечалось, носит учебный характер, и после учета в последующих изданиях приведенных выше замечаний, я уверен, книга может стать хорошим учебным пособием по электродинамике плазмы.

A. A. Рухадзе