

ЗЕЛЕНЬКИЙ

Лев Матвеевич — академик РАН, иностранный член НАН Украины, доктор физико-математических наук, профессор, директор Института космических исследований РАН

НОВОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ФИЗИКЕ ПЛАЗМЫ

Рецензия на книгу А.Г. Загороднего,
О.К. Черемных «Введение в физику плазмы»

В монографии А.Г. Загороднего и О.К. Черемных «Введение в физику плазмы» (Киев: Наукова думка, 2014) изложены основы физики плазмы, рассматриваются методы описания плазмы и области ее применения. В рамках одночастичного приближения анализируются задачи о движении заряженных частиц в электрических и магнитных полях и проблема их удержания в этих полях. С помощью магнитогидродинамического описания плазмы изложены проблемы равновесия и течения плазмы, а также проанализированы волны в плазме и процессы переноса в ней. На основе методов электродинамики сплошных сред дано описание электромагнитных волн в плазме. Проанализированы кинетические эффекты в плазменных волнах. Приведены различные подходы к исследованию устойчивости плазмы. Рассмотрены стационарные нелинейные волны в плазме и нелинейные волновые взаимодействия. Изложены современные представления о турбулентных процессах в плазме.

Несмотря на то, что по физике плазмы написаны десятки книг и тысячи научных статей, учебников по физике плазмы на русском языке, даже с учетом переводных книг, не так уж много. Большинство книг так или иначе относятся к определенным областям физики плазмы: космической плазме, термоядерной плазме, астрофизической плазме и др. Серия сборников «Вопросы теории плазмы», являясь в определенном смысле энциклопедией по физике плазмы, не может служить учебником для студентов и даже аспирантов из-за слишком большого объема рассматриваемого материала. Поэтому полезность достаточно компактной монографии Анатолия Глебовича Загороднего и Олега Константиновича Черемных «Введение в физику плазмы», написанной на высоком научном уровне и в то же время вполне доступной для физиков, специализирующихся в этой области, не вызывает сомнений.

Книга «Введение в физику плазмы» знакомит читателей с широким кругом проблем и явлений, в которых плазменные процессы играют определяющую роль. Это и управляемый



термоядерный синтез, и ближний космос: ионосфера и магнитосфера, и астрофизика. Охват широкого круга явлений в сочетании с достаточно строгим, и в то же время наглядным, изложением является несомненным достоинством монографии. Кроме того, многие обсуждаемые вопросы теории плазмы иллюстрируются их практическими применениями. Так, например, анализ движения частиц в заданных электромагнитных полях используется авторами для знакомства читателя с методами и устройствами для удержания плазмы в ограниченном объеме, такими как пробкотроны и тороидальные ловушки: токамаки и стеллараторы.

Книга состоит из двух частей. В первой излагаются вопросы, не связанные с коллективными процессами в плазме. К ним относятся движение заряженных частиц в электромагнитных полях в дрейфовом приближении; вопросы удержания заряженных частиц в магнитных ловушках; процессы переноса в плазме и магнитная гидродинамика, включая магнитогидродинамические волны. Во второй части на основе электродинамики сплошных сред и кинетической теории исследуются явления, связанные с коллективными процессами в плазме. Здесь приведено описание волн, которые могут распространяться как в изотропной плазме, так и в плазме, находящейся во внешнем магнитном поле. Подробно обсуждается бесстолкновительное затухание ленгмюровских волн в изотропной плазме — затухание Ландау. Также на примере одномерного ленгмюровского спектра излагается квазилинейная теория, описывающая эволюцию волн и функции распределения в случае широкого спектра.

Помимо указанных вопросов, которые обычно обсуждаются в учебниках по физике плазмы, в монографии А.Г. Загороднего и О.К. Черемных рассматриваются различные виды гидродинамических и кинетических плазменных неустойчивостей. В частности, неустойчивость Крускала—Шварцшильда, неустойчивость плазмы в магнитном поле с широм, винтовая и баллонная неустойчивости, тиринг-неустойчивость, пучково-плазменные неустойчивости и др. Подробно обсуждается энергетический принцип, являющийся эффективным методом исследования устойчивости плазмы.

Три последние главы книги посвящены исследованию нелинейных волновых процессов и турбулентности в плазме. В частности, на основе нелинейного уравнения Шредингера обсуждаются ленгмюровские солитоны огибающей, на основе модифицированного уравнения Кортевега—де Вриза рассматриваются стационарные бесстолкновительные ударные волны. В ряду нелинейных волновых процессов анализируются нелинейное затухание Ландау, трехволновые взаимодействия и взрывная неустойчивость.

В целом монография А.Г. Загороднего и О.К. Черемных является кратким, но емким и содержательным введением в физику плазмы. Книга будет полезна для студентов, аспирантов и научных сотрудников, специализирующихся по различным направлениям физики плазмы. Здесь они смогут почерпнуть как информацию об устоявшихся представлениях и основах физики плазмы, так и начальные сведения о современных направлениях развития этой области науки.