

## Предисловие

Эта книга представляет собой расширенный курс лекций по теории относительности и классической электродинамике, которые автор в течение многих лет читал студентам третьего курса прикладных специальностей Московского физико-технического института. Основной лекционный материал разбит на три части.

В первой части, состоящей из шести лекций, рассматриваются специальная теория относительности и релятивистская механика, математический аппарат четырёхмерных векторов и тензоров, взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем, а также вывод уравнений движения заряженных частиц во внешнем электромагнитном поле и решения этих уравнений для основных простейших случаев.

Во второй части, состоящей из семи лекций, рассматривается вывод уравнений электромагнитного поля в вакууме как для полей, так и для электромагнитных потенциалов, а также следствия из них, связанные с сохранением энергии и импульса поля и частиц. Далее рассматриваются решения этих уравнений в случаях электромагнитного поля, не зависящего от времени, и свободного электромагнитного поля. Наконец, с использованием функции Грина волнового уравнения рассматриваются решения неоднородных волновых уравнений для электромагнитных потенциалов, запаздывающие потенциалы, излучение электромагнитных волн в дипольном приближении, выход за пределы дипольного приближения, а также излучение электромагнитных волн и потери энергии на излучение для релятивистски движущейся частицы. В заключительной лекции этой части рассмотрены обратное влияние излучения на движение заряженных частиц, сила реакции излучения в нерелятивистском случае, а также рассеяние электромагнитных волн на осцилляторе с учётом затухания, вызванного реакцией излучения.

В третьей части, состоящей из трёх лекций, излагаются основные понятия макроскопической электродинамики. Подробно рассматриваются процедура усреднения уравнений Максвелла в среде и переход к уравнениям для электромагнитных полей и индукций. Далее вводится понятие обобщённой диэлектрической проницаемости и рассматриваются её основные свойства, включая дисперси-

онные соотношения Крамерса—Кронига. В заключение этой части рассмотрена теория излучения Вавилова—Черенкова.

Кроме этого, в шести приложениях к основному курсу рассматриваются математический аппарат трёхмерных тензоров, особые случаи движения заряженных частиц в электромагнитных полях, связанные с сохранением адиабатического инварианта в слабоперемежном во времени магнитном поле и с дрейфом заряженных частиц в слабонеоднородном магнитном поле, разложение свободного электромагнитного поля на осцилляторы, вывод релятивистского уравнения движения Лоренца—Дирака с учётом силы реакции излучения и движение заряженных частиц в поле плоской монохроматической электромагнитной волны, в том числе с учётом силы реакции излучения. Эти темы, хотя они и не были включены в основной лекционный курс из-за ограничений по времени, рассматривались на семинарах и были частично включены в программу экзамена.

Особенностью книги является подробный математический вывод для всех рассматриваемых вопросов. На протяжении всего курса используется гауссова система единиц (СГСЭ). Трёхмерные векторы обозначаются жирным шрифтом. Для обозначения трёхмерных векторных индексов используются буквы греческого алфавита, в то время как индексы четырёхмерных векторов и тензоров обозначаются латинскими буквами. Предполагается, что читатели прослушали курс аналитической механики и знакомы с принципом наименьшего действия и с уравнениями Лагранжа [1].

Для подготовки к лекциям и работы над курсом использовались классические учебники, учебные пособия и монографии по релятивистской механике и классической электродинамике [2—7], из которых как основные следует выделить соответствующие тома курса Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица [2, 3] и учебное пособие [4]. Для практического закрепления материала курса рекомендуются сборники задач [8—10], а также учебное пособие [11]. Часть материала была опубликована ранее в учебно-методических пособиях [12, 13].

Автор выражает благодарность кафедре теоретической физики МФТИ и особенно Ю. М. Белоусову и Э. Т. Ахмедову за предоставленную возможность читать и опубликовать этот курс, а также всем своим студентам, его прослушавшим.