



ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА классическая, раздел физики, изучающий электромагнитное поле, осуществляющее [электромагнитное взаимодействие](#). Законы классич. макроскопич. Э. сформулированы в [Максвелла уравнениях](#), которые позволяют определять значения параметров электромагнитного поля – напряжённости электрич. поля **E** и магнитной индукции **B** – в вакууме и макроскопич. телах в зависимости от распределения в пространстве электрич. зарядов и токов. Взаимодействие неподвижных электрич. зарядов описывается уравнениями [электростатики](#), которые являются следствиями уравнений Максвелла. Микроскопич. электромагнитное поле, создаваемое отд. заряженными частицами, в классич. Э. определяется [Лоренца – Максвелла уравнениями](#), которые лежат в основе классич. статистич. теории электромагнитных процессов в макроскопич. телах; усреднение этих уравнений приводит к уравнениям Максвелла.

Законы классич. Э. неприменимы при больших частотах (малых длинах) электромагнитных волн, т. е. для процессов, протекающих на малых пространственно-временных интервалах. В этом случае справедливы законы [квантовой электродинамики](#).

Историческая справка

Простейшие электрич. и магнитные явления были известны ещё в древние времена. Однако только в 1600 У. [Гильберт](#) впервые разграничил электрич. и магнитные явления; открыл существование и неотделимость магнитных полюсов друг от друга, установил, что земной шар является гигантским магнитом. В 17 – 1-й пол. 18 вв. были построены первые электростатич. машины, установлено существование электрич. зарядов двух типов, обнаружена электропроводность металлов. В 1745 изобретён конденсатор (лейденская банка). В 1747–53 Б. [Франклин](#) создал первую

последовательную теорию электрич. явлений, окончательно установил электрич. природу молнии и изобрёл молниеотвод.

Во 2-й пол. 18 в. началось количественное изучение электрич. явлений. Появились первые измерит. приборы – электроскопы, электрометры. Г. [Кавендиш](#) (1772) и Ш. [Кулон](#) (1785) экспериментально установили закон взаимодействия неподвижных точечных электрич. зарядов – [Кулона закон](#).

Следующий этап в развитии Э. связан с открытием в кон. 18 в. Л. [Гальвани](#) «животного электричества» и с работами А. [Вольты](#), который изобрёл первый источник электрич. тока – гальванич. элемент (1800), с помощью которого стало возможным создавать электрич. ток в течение длительного времени. В 1807 Г. [Дэви](#) осуществил [электролиз](#). В 1826 Г. [Ом](#) установил зависимость электрич. тока от напряжения в цепи ([Ома закон](#)), а в 1830 К. [Гаусс](#) сформулировал осн. теорему электростатики – [Гаусса теорему](#). В 1841–42 Дж. П. [Джоуль](#) и Э. Х. [Ленц](#) установили [Джоуля – Ленца закон](#).

В 1820 Х. [Эрстед](#) обнаружил действие электрич. тока на магнитную стрелку, что означало взаимосвязь между электрич. и магнитными явлениями. В том же году А. М. [Ампер](#) установил закон взаимодействия электрич. токов ([Ампера закон](#)); он показал также, что свойства намагниченных тел могут быть объяснены циркуляцией в их молекулах постоянных электрич. токов (молекулярных токов), т. е. все магнитные явления он свёл к взаимодействию токов, считая, что магнитные заряды не существуют. С открытиями Эрстеда и Ампера связывают рождение Э. как науки.

В 1831 М. [Фарадей](#) открыл явление [электромагнитной индукции](#), что положило начало развитию электротехники; в 1833–34 установил законы электролиза; пытаясь доказать взаимосвязь электрич. и магнитных явлений с оптическими, он открыл поляризацию диэлектриков (1837), явления [парамагнетизма](#) и [диамагнетизма](#) (1845), магнитное вращение плоскости поляризации света ([Фарадея эффект](#), 1845). Фарадей предположил, что наблюдаемое взаимодействие электрич. зарядов и токов осуществляется через создаваемые ими в пространстве электрич. и магнитное поля. Математич. формулировка законов электромагнитной индукции была дана Ф. Нейманом в 1845, кроме того, он ввёл понятия самоиндукции и взаимоиндукции.

У. [Томсон](#) (лорд Кельвин) развил теорию электромагнитных колебаний в контуре (1853).

Большое значение для развития Э. имело создание новых приборов и методов измерения, а также единой системы электр. и магнитных единиц измерений – [Гаусса системы единиц](#). В 1846 В. [Вебер](#) указал на связь силы тока с плотностью электр. зарядов в проводнике и скоростью их упорядоченного перемещения; установил закон взаимодействия движущихся точечных зарядов, который содержал новую универсальную электродинамич. постоянную, представляющую собой отношение электростатич. и электромагнитной единиц заряда и имеющую размерность скорости. В 1856 получено эксперим. значение этой постоянной, близкое к скорости света, что указало на взаимосвязь электромагнитных и оптич. явлений.

В 1861–73 Дж. [Максвелл](#), опираясь на эмпирич. законы электромагнитных явлений и введя гипотезу о порождении магнитного поля переменным электр. полем, сформулировал фундам. уравнения классич. Э., из которых вытекало важное следствие – существование электромагнитных волн, распространяющихся со скоростью света. Г. [Герц](#) (1886–89) экспериментально обнаружил существование электромагнитных волн и тем самым подтвердил теорию Максвелла. А. С. [Попов](#) (1896) с помощью электромагнитных волн установил беспроводную связь (радио). Уравнения Максвелла легли в основу электромагнитной теории света.

В кон. 19 – нач. 20 вв. начался новый этап в развитии Э. Исследования электр. разрядов в газах привели к открытию Дж. Дж. [Томсоном](#) дискретности электр. зарядов. В 1897 Томсон измерил отношение заряда электрона к его массе, в 1898 определил абсолютную величину заряда электрона. Х. [Лоренц](#), опираясь на открытие Томсона и молекулярно-кинетич. теорию, заложил основы электронной теории строения вещества.

Попытки применения законов классич. Э. к исследованию электромагнитных процессов в движущихся средах привели к созданию нового раздела Э. – [электродинамики движущихся сред](#). На малых пространственно-временных промежутках становятся существенными квантовые свойства электромагнитного поля, не учитываемые классич. Э., и во 2-й четв. 20 в. была создана [квантовая](#)

электродинамика.

С созданием новых теорий значение классич. Э. не уменьшилось, были определены лишь границы её применимости. Она является фундаментом большинства разделов электротехники, радиотехники, электроники и оптики.

Литература

Лит.: Петров Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн. 2-е изд. М., 2004;
Батыгин В. В., Топтыгин И. Н. Современная электродинамика. 2-е изд. М.; Ижевск, 2005; Сивухин Д. В. Общий курс физики. 6-е изд. М., 2015. Т. 3: Электричество.