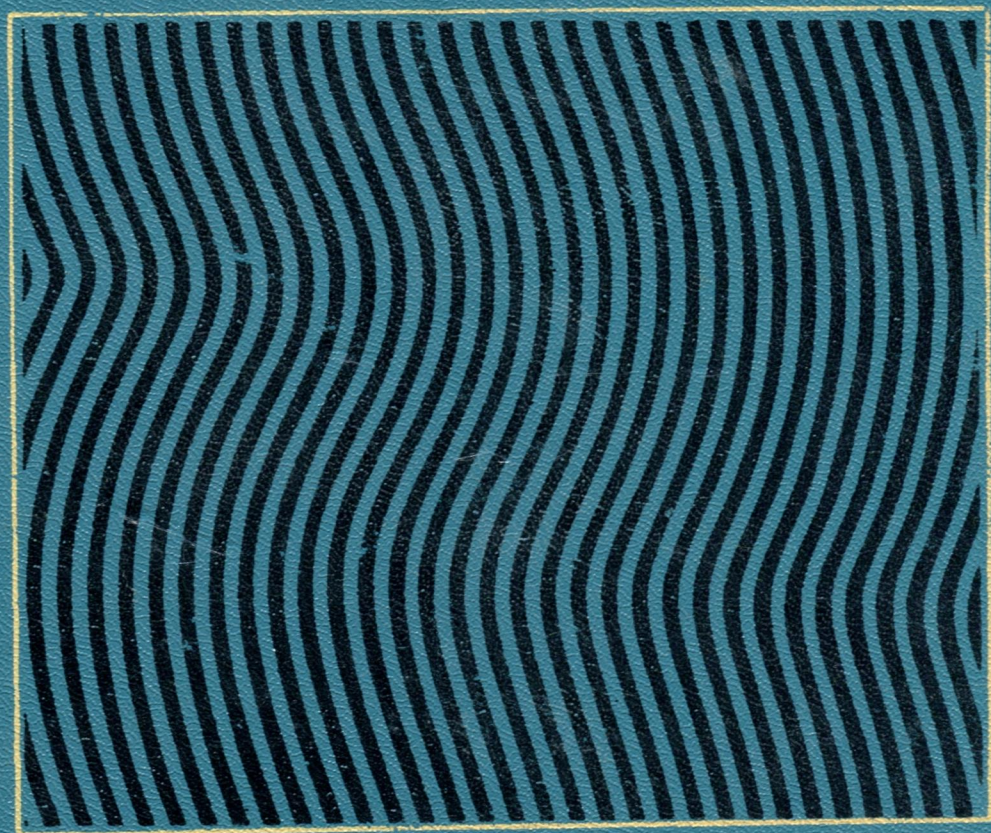


Ю. В. НОВОЖИЛОВ, Ю. А. ЯПТА

---

# ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

---



Ю. В. НОВОЖИЛОВ, Ю. А. ЯППА

# ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

*Допущено Министерством  
высшего и среднего специального образования СССР  
в качестве учебного пособия  
для студентов физических специальностей университетов*



МОСКВА «НАУКА»  
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1978

537

Н 74

УДК 538.3

Электродинамика. Новожилов Ю. В., Яппа Ю. А., учебное пособие, Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М., 1978, 352 стр.

Книга представляет собой курс электродинамики, включающий элементы ряда современных ее применений: магнитной гидродинамики, нелинейной оптики, теории движения заряженных частиц в неоднородных полях и др. В ней содержатся как релятивистская электродинамика (с подробным рассмотрением теории излучения), так и основы нерелятивистской электродинамики сплошных сред. Изложение начинается с формулировки общих уравнений Максвелла, а затем рассматриваются их применения с учетом тех дополнительных соображений, которые при этом необходимы. Таким образом, всюду проведен принцип «от общего — к частному»; в этом состоит основное отличие данного курса электродинамики от всех других аналогичного объема, имеющих на русском языке.

Н  $\frac{20402-094}{053(02)-78}$  БЗ-30-93—78

© Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |            |
|--|------------|
| Предисловие . . . . .  | 5          |
| <b>Глава 1. Основы электродинамики Максвелла . . . . .</b>   | <b>7</b>   |
| § 1. Уравнения Максвелла. Единицы измерения электромагнитных величин . . . . .   | 7          |
| § 2. Потенциалы электромагнитного поля. Градиентная инвариантность. Вектор Герца . . . . .   | 23         |
| § 3. Законы изменения энергии, импульса и момента импульса . . . . .   | 28         |
| § 4. Замечания о математических свойствах уравнений Максвелла. Единственность решения в ограниченной области. Условия на границе двух сред . . . . . | 34         |
| <b>Глава 2. Релятивистская формулировка электродинамики . . . . .</b>  | <b>40</b>  |
| § 5. Принцип относительности. Преобразования Лоренца и основы релятивистской кинематики . . . . .  | 40         |
| § 6. Релятивистская динамика материальной точки . . . . .  | 51         |
| § 7. Уравнения Максвелла в релятивистской форме. Преобразования напряженностей . . . . .   | 55         |
| § 8. Релятивистские уравнения движения заряда . . . . .  | 65         |
| § 9*. Вариационный принцип для электромагнитного поля . . . . .  | 70         |
| § 10*. Теорема Э. Нетер. Дифференциальные и интегральные законы сохранения для электромагнитного поля в релятивистской форме . . . . .               | 77         |
| <b>Глава 3. Статические поля. Решение волнового уравнения. Поле излучения . . . . .</b>  | <b>86</b>  |
| § 11. Электростатическое поле . . . . .  | 86         |
| § 12. Магнитостатическое поле, создаваемое токами . . . . .  | 94         |
| § 13. Решение неоднородного волнового уравнения. Потенциалы Льебара — Вихерта . . . . .  | 99         |
| § 14. Напряженности поля точечного заряда. Поле излучения. Равномерно и прямолинейно движущийся заряд . . . . .                                      | 106        |
| § 15*. Закон сохранения энергии-импульса для электромагнитного поля точечного заряда в релятивистской форме . . . . .                                | 112        |
| § 16. Энергия излучения движущегося заряда . . . . .   | 119        |
| § 17. Излучение ограниченных колеблющихся источников . . . . .   | 127        |
| <b>Глава 4. Свойства излучения в изотропных средах . . . . .</b>   | <b>135</b> |
| § 18. Плоские волны. Отражение и преломление. Интерференция . . . . .  | 135        |
| § 19. Релятивистские преобразования плоской волны . . . . .  | 142        |
| § 20. Принцип Гюйгенса. Основы теории дифракции . . . . .  | 148        |
| § 21. Приближение геометрической оптики . . . . .  | 156        |
| § 22. Основы термодинамики излучения . . . . .   | 160        |

|   |     |
|---|-----|
| Глава 5. Уравнение Лоренца — Дирака. Рассеяние и поглощение электромагнитного поля . . . . .                          | 172 |
| § 23*. Уравнение Лоренца — Дирака. Реакция излучения . . . . .  | 172 |
| § 24*. Перенормировка массы. Гиперболическое движение заряда . . . . .  | 176 |
| § 25. Спектральный состав излучения осциллятора. Рассеяние и поглощение излучения . . . . .                           | 180 |
| Глава 6. Движение заряженных частиц в электромагнитном поле. Система взаимодействующих зарядов . . . . .              | 190 |
| § 26. Интегрирование уравнений движения . . . . .   | 190 |
| § 27. Теория дрейфа в неоднородном электромагнитном поле . . . . .  | 203 |
| § 28. Система взаимодействующих частиц . . . . .  | 210 |
| Глава 7. Сплошные среды в электрическом поле . . . . .  | 221 |
| § 29. Введение в электродинамику сплошных сред . . . . .  | 221 |
| § 30. Свойства идеальных проводников в электростатическом поле . . . . .  | 224 |
| § 31. Свойства диэлектриков в электростатическом поле. Изотропные диэлектрики . . . . .                               | 233 |
| § 32. Анизотропные диэлектрики . . . . .  | 246 |
| Глава 8. Электрический ток. Магнитное поле в сплошной среде . . . . .   | 251 |
| § 33. Магнитная энергия и силы в системе контуров постоянного тока. Квазистационарные токи в линейных цепях . . . . . | 251 |
| § 34. Вихревые токи. Термоэлектрические и терромагнитные явления. Эффект Холла . . . . .                              | 260 |
| § 35. Элементы магнитной гидродинамики . . . . .  | 267 |
| § 36. Простейшие свойства ферромагнетиков . . . . .   | 274 |
| § 37. Феноменологическое описание сверхпроводимости . . . . .   | 286 |
| Глава 9. Переменное электромагнитное поле в сплошных средах . . . . .   | 293 |
| § 38. Электромагнитные волны в проводниках. Волновод и резонатор . . . . .  | 293 |
| § 39. Дисперсия электромагнитного поля в веществе. Волны в анизотропных средах . . . . .                              | 300 |
| § 40. Волны в магнитной гидродинамике . . . . .   | 312 |
| § 41. Понятие о нелинейной оптике . . . . .   | 317 |
| Приложения . . . . .  | 321 |
| А. Основные формулы тензорного анализа . . . . .  | 321 |
| Б. Векторный анализ в трехмерном евклидовом пространстве . . . . .  | 328 |
| В. Основные формулы с дельта-функцией и ее производными . . . . .   | 334 |
| Г. Интегрирование по гиперповерхностям в пространстве Минковского . . . . .   | 336 |
| Д. Применение преобразования Фурье для решения волнового уравнения . . . . .  | 341 |
| Список принятых обозначений . . . . .   | 345 |
| Предметный указатель . . . . .  | 348 |