

# Вектор Пойнтинга

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

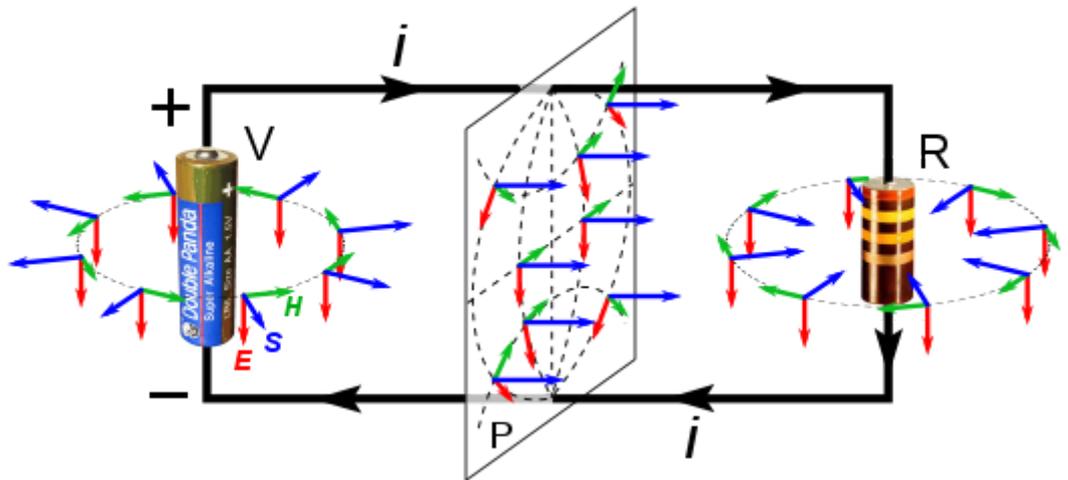
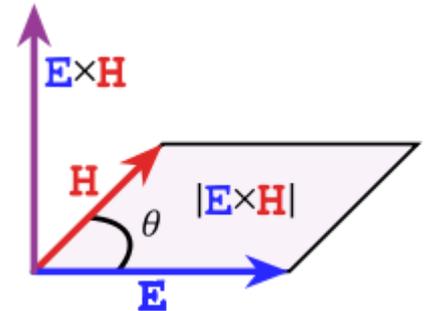
**Вектор Пойнтинга** (также *вектор Умова* — *Пойнтинга*) — вектор плотности потока энергии электромагнитного поля, компоненты которого входят в состав компонент тензора энергии-импульса электромагнитного поля<sup>[1]</sup>.

Вектор Пойнтинга **S** можно определить через векторное произведение двух векторов:

$$\mathbf{S} = \frac{c}{4\pi} [\mathbf{E} \times \mathbf{H}] \text{ (в системе СГС),}$$

$$\mathbf{S} = [\mathbf{E} \times \mathbf{H}] \text{ (в Международной системе единиц (СИ)),}$$

где **E** и **H** — векторы напряжённости электрического и магнитного полей соответственно.



цепь постоянного тока *i*, соединяющая батарею V с резистором R

**вектор Пойнтинга S** в пространстве, окружающем цепь

**напряжённость электрического поля E**

**напряжённость магнитного поля H**

Вокруг батареи вектор Пойнтинга направлен от батареи, что свидетельствует о переносе энергии из батареи; вокруг резистора вектор Пойнтинга направлен к резистору, что говорит о переносе энергии в резистор; поток вектора Пойнтинга через любую плоскость P между батареей и резистором — направлен от батареи к резистору.

В случае квазимонохроматических электромагнитных полей, справедливы следующие формулы для усреднённой по периоду комплексной плотности потока энергии<sup>[2]</sup>:

$$\bar{\mathbf{S}} = \frac{c}{8\pi} [\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*] \text{ (в системе СГС),}$$

$$\bar{\mathbf{S}} = \frac{1}{2} [\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*] \text{ (в системе СИ),}$$

где **E** и **H** — векторы комплексной амплитуды электрического и магнитного полей соответственно. В этом случае чёткий физический смысл имеет только действительная часть комплексного вектора **S** — это вектор усреднённой за период плотности потока энергии. Физический смысл мнимой части зависит от конкретной задачи.

Модуль вектора Пойнтинга равен количеству энергии, переносимой через единичную площадь, нормальную к **S**, в единицу времени. Своим направлением вектор определяет направление переноса энергии.

Поскольку тангенциальные к границе раздела двух сред компоненты **E** и **H** непрерывны (см. граничные условия), то нормальная составляющая вектора **S** непрерывна на границе двух сред.

## Содержание

**Вектор Пойнтинга и импульс электромагнитного поля**

**История**

**См. также**

**Источники**

## Вектор Пойнтинга и импульс электромагнитного поля

В силу симметричности тензора энергии-импульса, все три компоненты вектора пространственной плотности импульса электромагнитного поля равны соответствующим компонентам вектора Пойнтинга, делённым на квадрат скорости света:

$$\frac{d\mathbf{p}}{dV} = \frac{1}{c^2} \mathbf{S} = \frac{1}{c^2} [\mathbf{E} \times \mathbf{H}] \text{ (в системе СИ)}$$

В этом соотношении проявляется материальность электромагнитного поля.

Поэтому, чтобы узнать импульс электромагнитного поля в той или иной области пространства, достаточно проинтегрировать вектор Пойнтинга по объёму.

## История

Общее представление о потоке механической энергии в пространстве впервые было введено Н. А. Умовым в 1874 году для упругих сред и вязких жидкостей. На этом основании в более старых русскоязычных публикациях вектор плотности потока энергии *любой физической природы* называется **вектором Умова**<sup>[3]</sup>. В 1884 году Д. Г. Пойнтингом<sup>[4]</sup> были разработаны представления о плотности потока электромагнитной энергии. Поэтому вектор плотности потока *электромагнитной* энергии называется **вектором Пойнтинга**.

Сами же законы сохранения и превращения энергии, где присутствует понятие плотности потока какого-либо вида энергии, используются, как правило, без указания имен первооткрывателей, поскольку законы сохранения являются следствием других уравнений и дополнительных условий.

## См. также

- Теорема Пойнтинга

## Источники

---

1. Пойнтинга вектор ([http://femto.com.ua/articles/part\\_2/2938.html](http://femto.com.ua/articles/part_2/2938.html)) // Физическая энциклопедия : [в 5 т.] / Гл. ред. А. М. Прохоров. — М.: Большая российская энциклопедия, 1992. — Т. 3: Магнитоплазменный — Пойнтинга теорема. — С. 671. — 672 с. — 48 000 экз. — ISBN 5-85270-019-3.
  2. *Марков Г.Т., Сазонов Д.М.* Глава 1 Электродинамические основы теории антенн, § 1-1. Уравнения Максвелла // Антенны. — М.: Энергия, 1975. — С. 16-17. — 528 с.
  3. *Сивухин Д. В.* Общий курс физики. Т III. Электричество. 1975
  4. *Фейнман Р.* Глава 27. Энергия поля и его импульс. § 3. Плотность энергии и поток энергии в электромагнитном поле // Лекции по физике. — Вып. 4. — М.: Мир, 1965. — Т. 6. Электродинамика. — С. 286-290. — 340 с.
- 

Источник — [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Вектор\\_Пойнтинга&oldid=107845940](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Вектор_Пойнтинга&oldid=107845940)

---

**Эта страница в последний раз была отредактирована 25 июня 2020 в 06:45.**

Текст доступен по лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike; в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Wikimedia Foundation, Inc.