



# ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

Авторы: В. С. Эдельман

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ, характеристика

$\sigma(\omega)$  металлов и полупроводников, посредством которой задаётся линейная связь между плотностью тока

$j$  и напряжённостью

$E$  приложенного переменного электрич. поля частоты

$\omega$ :

$$j(\omega) = \sigma(\omega) \cdot E(\omega).$$

Это выражение является обобщением [Ома закона](#) и справедливо, когда эффективная длина свободного пробега

$l_{эфф}$  носителей заряда (напр., электронов) ограничена:

$$l_{эфф} \ll$$

$\delta$ , где

$\delta$  – характерный размер, на котором изменяется поле

$E$ . В изотропных средах  $\delta$  п. определяется (по порядку величины) соотношением:

$$\sigma(\omega) \sim \frac{\omega_{пл}^2}{4\pi} \cdot \frac{\tau}{1 - i\omega\tau},$$

где

$\omega_{пл} = (4\pi n e^2 / m^*)^{1/2}$  – плазменная частота электронов,

$n$  – их концентрация,

$m^*$  – эффективная масса электрона,

$e$  – его заряд,

$\tau$  – время между столкновениями электронов. При выполнении условия (1) описание

В. п. возможно путём введения т. н. эффективной диэлектрич. проницаемости, учитывающей вклад электронов:

$$\epsilon_{\text{эфф}} = \epsilon + 4\pi i\sigma(\omega)/\omega,$$

где

$\epsilon$  – диэлектрич. проницаемость ионной решётки. В электронных проводниках, в отличие от диэлектриков, зависимость

$\epsilon_{\text{эфф}}$  от частоты (временная дисперсия

$\epsilon_{\text{эфф}}$ ) проявляется, начиная с низких частот, что является следствием наличия свободных носителей заряда, способных изменять свою энергию на сколь угодно малую величину. Роль характерной частоты, определяющей временную дисперсию, при низких частотах играет частота столкновений электронов

$\nu = 1/\tau$ , при высоких – плазменная частота. При

$\omega \gg \omega_{\text{пл}}$  вклад электронов проводимости в

$\epsilon_{\text{эфф}}$  мал и различие между проводником и диэлектриком исчезает. При

$\omega \ll \omega_{\text{пл}}$  ток проводимости обуславливает быстрое затухание электромагнитной волны в тонком слое вблизи поверхности проводника (см. [Скин-эффект](#)).

При наложении постоянного магнитного поля В. п. существенно изменяется: напр., даже в случае изотропного проводника появляются недиагональные холловские компоненты (см. [Холла эффект](#)). В сильных магнитных полях в В. п. металлов и вырожденных полупроводников возникают [квантовые осцилляции](#).

Знание В. п. позволяет вычислить распределение электрич. поля в проводнике, а также поверхностный [импеданс](#), характеризующий амплитуду и фазу отражаемой проводником волны.

## Литература

Лит.: Абрикосов А. А. Введение в теорию нормальных металлов. М., 1972; Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Электродинамика сплошных сред. 2-е изд. М., 1982.