



НАЙКВИСТА ФОРМУЛА

Авторы: А. П. Сухоруков

НАЙКВИСТА ФОРМУЛА (Найквиста теорема), определяет величину тепловых флуктуаций напряжения или тока в электрич. цепи в отсутствие источников тока. Выведена в 1928 амер. физиком Х. Найквистом. Согласно Н. ф., ср. значение квадрата тепловых флуктуаций напряжения равно:

$$V^2 = 4RkT\Delta\nu, \quad (*)$$

где

$R(\nu)$ – активное сопротивление проводника,

k – постоянная Больцмана,

T – абсолютная темп-ра проводника,

$\Delta\nu$ – ширина частотного диапазона измерений. Величина тепловых флуктуаций напряжения определяется только активным сопротивлением цепи

$R(\nu)$, а реактивные элементы, такие как ёмкость и индуктивность, не генерируют тепловой шум. Н. ф. позволила объяснить эксперимент амер. физика Дж. Джонсона (1928) по измерению разности потенциалов на концах проводника.

Формула

(*) справедлива в предположении равномерного распределения энергии по частотам.

Это свойство проводника нарушается в области низких температур и достаточно высоких частот, когда

$$h\nu \gg kT$$

(h – постоянная Планка). В этом случае вступают в силу законы квантовой механики и формула

(*) заменяется более общим выражением, выведенным Х. Калленом и Т. Уэлтоном (США) в 1951:

$$V^2 = 2R\nu cth(h\nu/2kT)\Delta\nu.$$

Н. ф. используют для оценки уровня тепловых шумов в измерит. и радиотехнич. устройствах, для определения темп-ры проводников. Для понижения тепловых шумов, ограничивающих чувствительность радиоэлектронной аппаратуры, часто применяют глубокое охлаждение активных элементов.

Литература

Лит.: Левин М. Л., Рытов С. М. Теория равновесных тепловых флуктуаций в электродинамике. М., 1967; Ван Дер Зил А. Шум: источники, описание, измерение. М., 1973; Основы радиофизики / Под ред. А. С. Логгинова. М., 1996.