



# РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Авторы: М. И. Петелин

---

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (от лат. *relativus* – относительный), раздел технич. физики, в котором рассматривается преобразование энергии мощных электронных потоков в когерентное электромагнитное излучение.

В диапазоне частот от гигагерц (ГГц) до терагерц (ТГц) действие наиболее мощных генераторов и усилителей основано на длительном распределённом взаимодействии электромагнитных волн с электронными пучками в вакуумных каналах. В приборах с прямолинейными траекториями пучков электронов их скорость близка к фазовой скорости одной из пространственных гармоник рабочей волны ([синхронизм](#)), а в приборах с периодич. криволинейными траекториями электронных пучков используется резонанс между колеблющимися электронами и электромагнитной волной. Конфигурация любого из таких приборов оптимизируется так, что:

- 1) высокочастотное (ВЧ) поле осуществляет модуляцию инжектированного стационарного электронного пучка;
- 2) при последующем движении электроны группируются в компактные сгустки;
- 3) на заключит. стадии электромагнитная волна отбирает у электронных сгустков значит. часть их энергии.

Для повышения мощности ВЧ вакуумных электронных приборов при их проектировании увеличивают рабочее напряжение и электронный ток. При импульсных напряжениях от долей до десятков мегавольт используют термокатодные [электронные пушки](#) с токами до сотен ампер и взрыво-эмиссионные электронные пушки с токами до сотен килоампер. В таких пучках скорость электронов достигает величин, близких к скорости света, и динамика электрона описывается на основе релятивистской теории. В этом случае для приборов с прямолинейной траекторией упрощается структура синхронной электронам электромагнитной волны, а для

приборов с периодич. криволинейными траекториями электронов отношение частоты излучения к частоте колебаний частиц пропорционально квадрату энергии электронов.

Импульсные генераторы с взрывоэмиссионными катодами имеют мощности порядка нескольких гигаватт в диапазоне сантиметровых волн и  $10^2$  МВт в диапазоне миллиметровых волн. [Лазер на свободных электронах](#) (ЛСЭ) имеет мегаваттную мощность в терагерцевом диапазоне. Разрабатываются мощные импульсные ЛСЭ в рентгеновском диапазоне.

В перспективе мощные ВЧ релятивистские электронные приборы могут использоваться в радиолокации, при исследовании материалов и в качестве ускорителей заряженных частиц.