

Оптические методы и устройства обработки информации*

Светлана Юрьевна
Михневич

* Данные презентации подготовлены для курса лекций «Оптические методы и устройства обработки информации» в соответствии с методическим пособием, где представлены все ссылки на источники.

Список основной литературы

1. Михневич, С. Ю. Оптические методы и устройства обработки информации: учеб. пособие с грифом Министерства образования / С. Ю. Михневич – Минск: БГУИР, 2017. – 140 с.
2. Физические основы построения устройств оптической обработки сигналов: Учебно-метод. пособие по курсу «Устройства оптической обработки сигналов» для студентов специальности «Радиотехника»/ А.И. Конойко, С.А.Рыбаков, М.П.Федоринчик. - Мн.:БГУИР, 2002. - 67 с.
3. Оптические методы и устройства обработки информации (ОМУОИ): Учеб. пособие для студентов специальности Т.09.01.00. В 3-х ч. /А.И. Конойко - Мн.:БГУИР, 1999.
4. Юу Ф.Т.С. Введение в теорию дифракции, обработку информации и голографию. М.: "Сов.радио", 1979.
5. Верещагин И.К., Косяченко Л.А., Кокин С.М. Введение в оптоэлектронику. М.: "Высш. шк.", 1991.
6. Акаев А.А., Майоров С.А. Оптические методы обработки информации. М.: "Высш. шк.", 1988.

План лекций

1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
2. НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА
3. ИНТЕГРАЛЬНАЯ И ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА
4. ОПТИЧЕСКИЕ И КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Электромагнитная природа оптического излучения

Уравнения Максвелла

$$\text{rot } \mathbf{E} = - \partial \mathbf{B} / \partial t ,$$

$$\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j} + \partial \mathbf{D} / \partial t = \mathbf{j} + \mathbf{j}_d ,$$

$$\text{div } \mathbf{D} = \rho ,$$

$$\text{div } \mathbf{B} = 0 .$$

$$\begin{aligned} \nabla \times \vec{E} &= - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \vec{H} &= - \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \vec{j} \\ \nabla \vec{D} &= \rho \\ \nabla \vec{B} &= 0 \end{aligned}$$

Материальные уравнения

$$\mathbf{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{E} , \quad \mathbf{B} = \mu \mu_0 \mathbf{H} \quad \text{и} \quad \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} .$$

где σ – удельная электрическая проводимость,

μ, ε – магнитная и диэлектрическая проницаемость;

\mathbf{j} – плотность электрического тока;

ρ – плотность электрического заряда.

Волновое уравнение светового поля

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\vec{A} = \frac{1}{v^2} \cdot \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2}$$

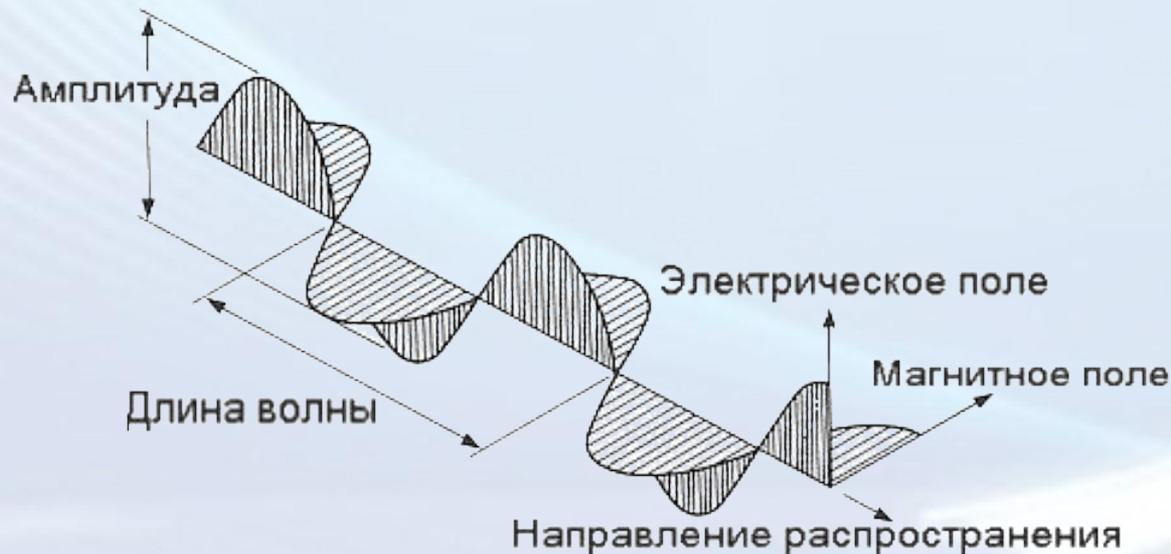
$$\Delta \vec{A} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2}$$

$$A \sin(kx - \omega t + \varphi_0)$$

$$Ae^{i(kx - \omega t + \varphi_0)}$$

$$v^2 = \frac{c^2}{\epsilon\mu}$$

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$$



Колебания синфазные
, противофазные

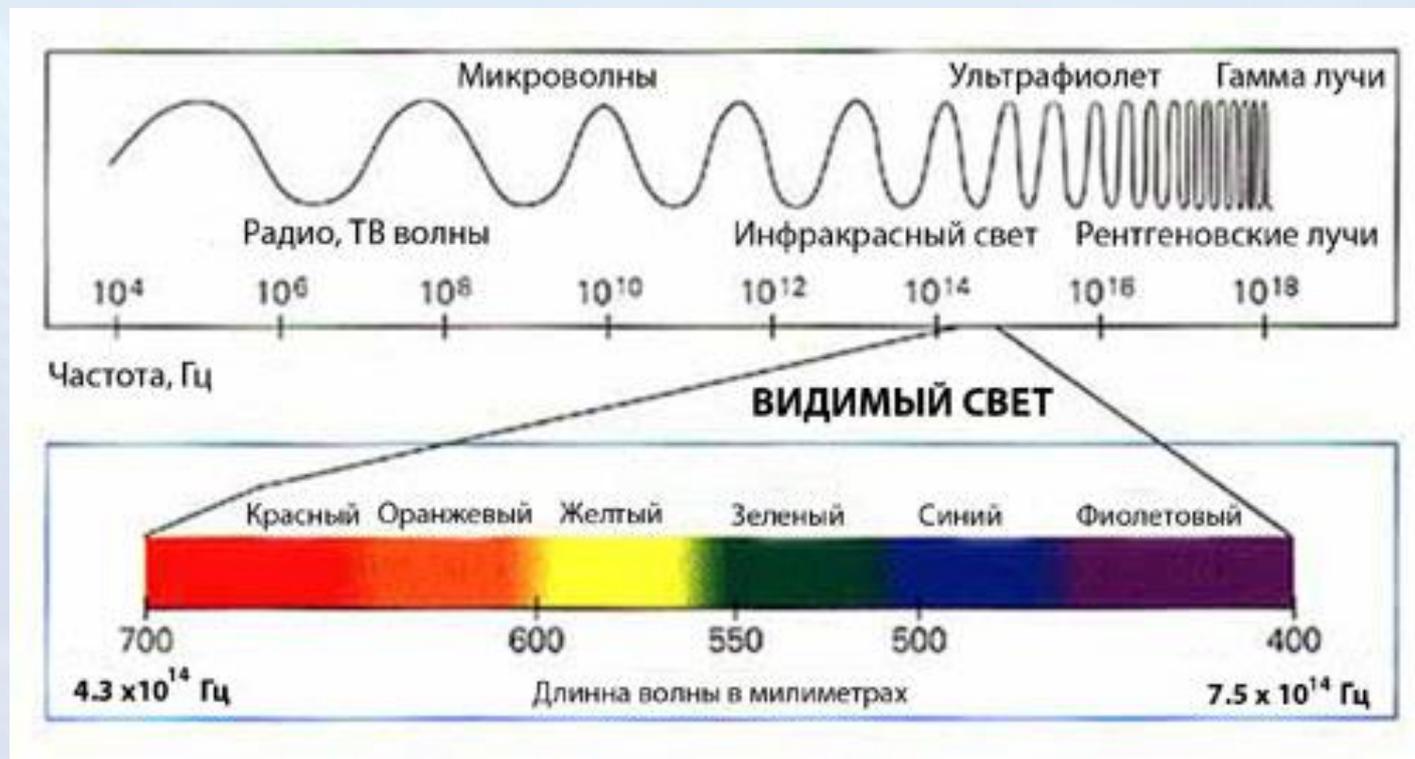
Монохроматические
волны

Плоские волны

Оптические сигналы и поля

Спектральный диапазон —
от ультрафиолетового излучения (10–380 нм)
до дальнего инфракрасного диапазона (780 нм–1 мм).

большинстве практических применений используется видимый диапазон
длин волн (380 нм до 780 нм)
и ближний инфракрасный (0,4–1,6 мкм).



Основные характеристики источников света

Как физическое явление свет характеризуется спектральными и энергетическими величинами

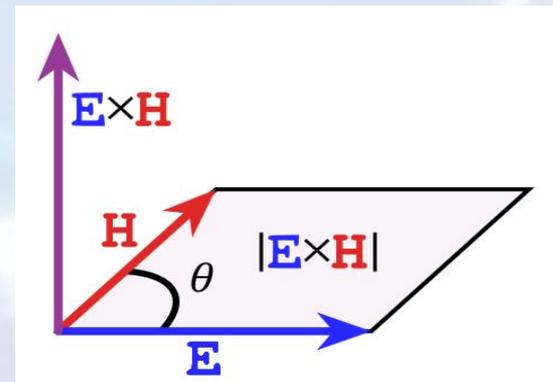
Энергетические характеристики делятся на классические (световые) и современные (энергетические)

Амплитуда поля не может непосредственно наблюдаться или измеряться, так как поле очень быстро меняется во времени с частотой 10^{15} Гц, а любые приемники излучения имеют значительно большее, чем период колебаний, время инерции. Поэтому регистрируется лишь усредненная во времени величина - интенсивность поля I ($Вт/м^2$)

Вектор Пойнтинга - вектор плотности потока энергии электромагнитного поля

$$\mathbf{S} = [\mathbf{E} \times \mathbf{H}] \quad \bar{\mathbf{S}} = \frac{1}{2}[\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*]$$

$$\mathbf{S} = \frac{c}{4\pi}[\mathbf{E} \times \mathbf{H}]$$



Энергетические и световые величины

Интенсивность электромагнитного излучения равна усреднённому за период значению модуля вектора Пойнтинга

$$I(t) = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} |\vec{S}(t)| dt,$$

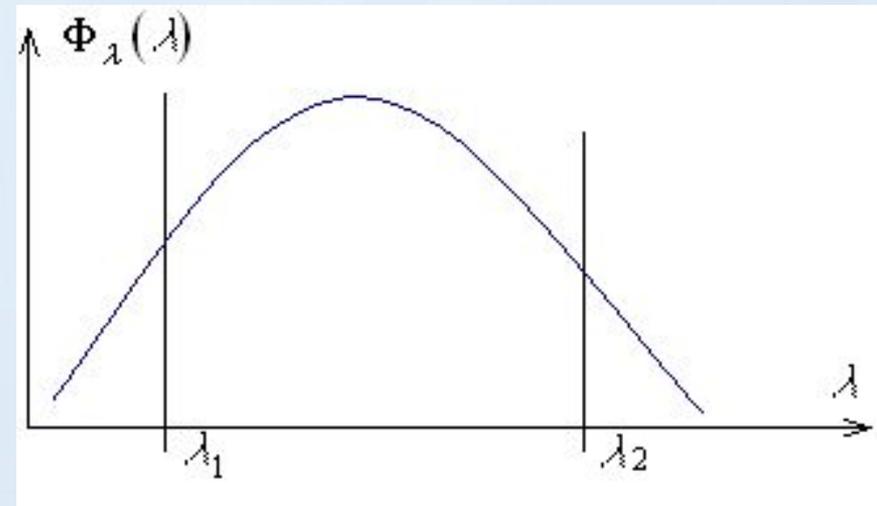
Для монохроматической линейно поляризованной волны

$$I = \frac{1}{2} c \varepsilon_0 \varepsilon E_0^2 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\varepsilon_0 \varepsilon}{\mu_0 \mu}} c E_0^2$$

Световые величины

- Сила света (кандел, свеча)
- Поток излучения (люмен)
- Освещенность (люкс)
- Светимость
- Яркость

Энергия зависит от спектрального состава света.



Спектральная плотность
потока излучения

Связь световых и энергетических величин

Связь световых и энергетических величин устанавливается через зрительное восприятие. Функция видности - это относительная спектральная кривая эффективности монохроматического излучения.

Видность - величина, обратно пропорциональная монохроматическим мощностям, дающим одинаковое зрительное ощущение. Функция видности глаза максимальна в области желто-зеленого цвета (550-570 нм) и спадает до нуля для красных и фиолетовых лучей.

