



Московский авиационный институт

Введение в радиофизику

Ильин Евгений Вячеславович
доцент каф. 406

jenyay.ilin@gmail.com
<http://jenyay.net>

План работы учебный год

- **Лекции**
- **Защита реферата**
- **Зачет**
- **Летняя практика**

Список рассматриваемых тем

- **Основные понятия.**
- **Программы электродинамического моделирования.**
- **Антенны и антенные решетки.**
- **Радиолокация и технология Stealth.**
- **Радары подповерхностного зондирования.**
- **Спутниковые навигационные системы.**
- **Сотовая связь.**

Кафедра 406

*«Радиофизика, антенны и
микроволновая техника»*

Радиофизика

Радиофизика - раздел физики, охватывающий изучение и применение *электромагнитных* колебаний и *волн* радиодиапазона, а также распространение развитых при этом принципов и методов в другие области физики и за её пределы.

Физическая энциклопедия. - 1988

Что такое волна?

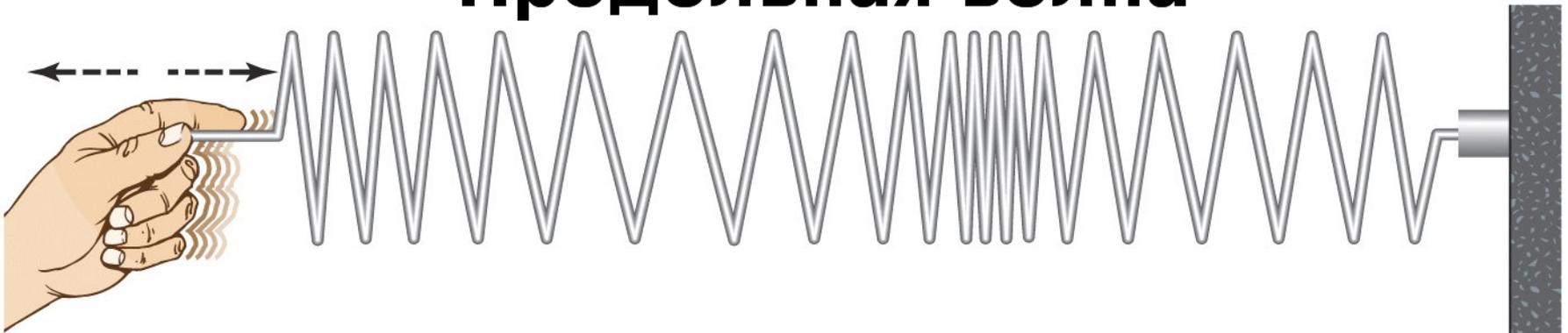
Волна - ???

Что такое волна

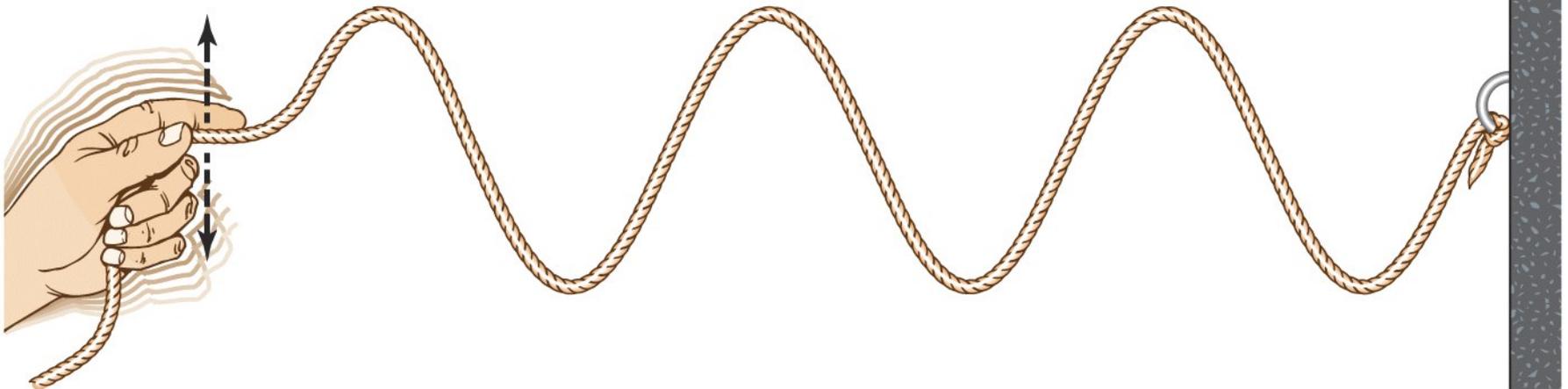
Волна - изменение состояния среды (возмущение), распространяющееся в этой среде и несущее с собой энергию.

Типы волн

Продольная волна



Поперечная волна

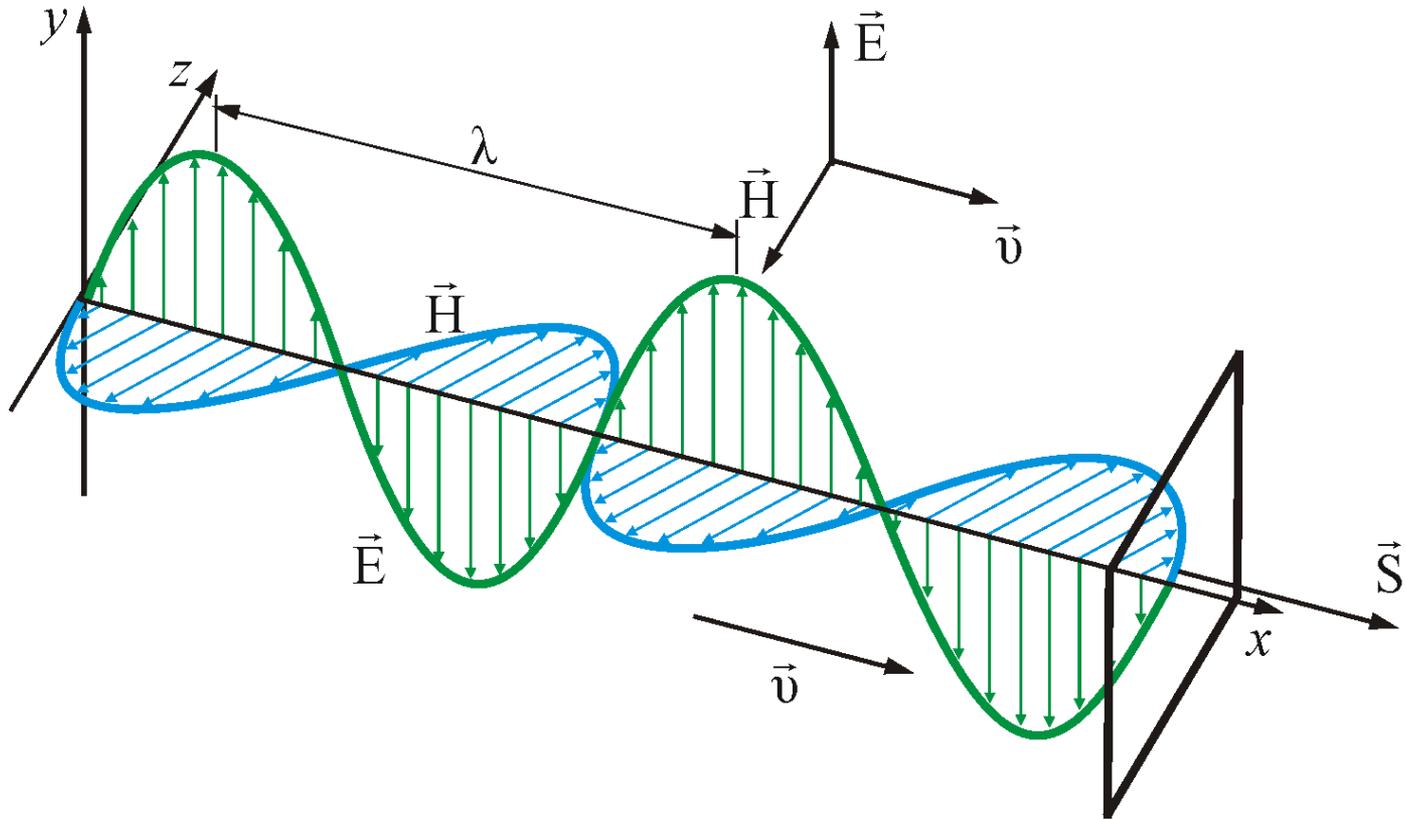


Типы волн

Продольные волны — волны, рассматриваемый параметр которых (смещение молекул, механическое напряжение, и т. д.) изменяется периодически **вдоль оси распространения.**

Поперечные волны — волны, в которых колебания происходят **перпендикулярно оси распространения.**

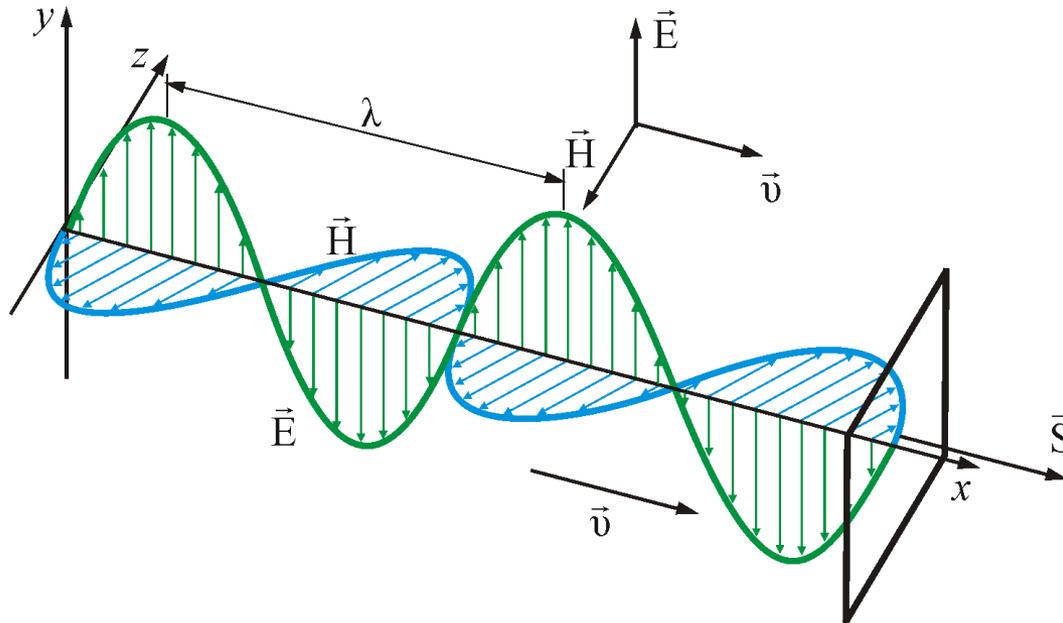
Электромагнитная волна



E – ???

H – ???

Электромагнитная волна



\vec{E} – вектор напряженности электрического поля [В/м]

\vec{H} – вектор напряженности магнитного поля [А/м]

$\vec{D} = \epsilon\epsilon_0\vec{E}$ – вектор электрической индукции [Кл / м²]

$\vec{B} = \mu\mu_0\vec{H}$ – вектор магнитной индукции [Тл]

Основные соотношения

\mathbf{E} – вектор напряженности электрического поля [В/м]

\mathbf{H} – вектор напряженности магнитного поля [А/м]

λ – длина волны [м]

T – период [с]

f – частота [Гц]

v – скорость распространения волны [м/с]

$$\lambda = ???$$

Основные соотношения

\mathbf{E} – вектор напряженности электрического поля [В/м]

\mathbf{H} – вектор напряженности магнитного поля [А/м]

λ – длина волны [м]

T – период [с]

f – частота [Гц]

v – скорость распространения волны [м/с]

$$\lambda = T \cdot v = \frac{v}{f}$$

Скорость распространения электромагнитной волны

$$v = ???$$

Параметры сред. Диэлектрическая проницаемость

ε_a – абсолютная диэлектрическая проницаемость [Ф/м]

ε – относительная диэлектрическая проницаемость []

$$\varepsilon_a = \varepsilon \varepsilon_0$$

$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ [Ф/м] – электрическая постоянная

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}}$$

$c = 299\,792\,458$ м/с $\approx 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме

Диэлектрическая проницаемость некоторых веществ

Вещество	Относительная диэлектрическая проницаемость
Вакуум	1
Сухой песок	4
Земля	6
Дерево	4 - 6
Вода	80

Параметры сред. Магнитная проницаемость, проводимость

μ_a – абсолютная магнитная проницаемость [Гн/м]

μ – относительная магнитная проницаемость []

$$\mu_a = \mu \mu_0$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ [Гн/м] – магнитная постоянная

σ – проводимость [См/м = 1 / (Ом · м)]

Проводимости некоторых веществ

Вещество	Проводимость, См/м
Стекло	10^{-11}
Сухой песок	0.001
Влажная земля	0.01
Графит	125 000
Алюминий	37 000 000
Золото	45 500 000
Медь	58 100 000
Серебро	62 500 000

Радиофизика

Радиофизика - раздел физики, охватывающий изучение и применение электромагнитных колебаний и волн *радиодиапазона*, а также распространение развитых при этом принципов и методов в др. области физики и за её пределы.

Физическая энциклопедия. - 1988

Диапазоны радиоволн

Радиодиапазон занимает интервал частот от 10^4 до 10^{11} Гц

Название диапазона	Интервал длин волн	Интервал частот
Сверхдлинные волны (СДВ)	100 - 10 км	3 - 30 кГц
Длинные волны (ДВ)	10 - 1 км	30 - 300 кГц
Средние волны (СВ)	1000 - 100 м	300 - 3000 кГц
Короткие волны (КВ)	100 - 10 м	3 - 30 МГц
Ультракороткие волны (УКВ)		
Метровые	10 - 1 м	30 - 300 МГц
Дециметровые	10 - 1 дм	300 - 3000 МГц
Сантиметровые	10 - 1 см	3 - 30 ГГц
Миллиметровые	10 - 1 мм	30 - 300 ГГц
Субмиллиметровые	1 - 0.05 мм	300 - 6000 ГГц

Сверхвысокочастотное (СВЧ) излучение

Сверхвысокочастотное излучение
(СВЧ-излучение, микроволновое
излучение) — электромагнитное излуче-
ние, включающее в себя дециметровый,
сантиметровый и миллиметровый диапазон
радиоволн (длина волны от 1 м — частота
300 МГц до 1 мм — 300 ГГц).

Примеры использования диапазонов СВЧ

Технология	Диапазон частот, ГГц
Сотовая связь (GSM)	0.8 – 0.9 и 1.8 – 1.9
GPS	1.17645; 1.22760; 1.38105; и 1.57542
Bluetooth	2.4 – 2.4835
WiFi	0.9; 2.4 ; 3.6 и 5
WiMax	2.3-2.5; 2.5-2.7 и 3.4-3.8
Микроволновая печь	2.45

Кафедра 406

**«Радиофизика, *антенны* и
микроволновая техника»**

Антенны

Антенна - ???

Антенны

**Антенна - устройство,
предназначенное для излучения или
приема радиоволн.**

ГОСТ 24375-80. Радиосвязь. Термины и определения.