



Волны в однородных и неоднородных средах

Лекция 1

Александр Иванович
Слепков

<http://aislepkov.phys.msu.ru>



Структура Курса

1. Основные свойства волновых процессов малой амплитуды.

Введение. Простейшие примеры волновых процессов. Поток энергии, волновое сопротивление, согласование. Дисперсия волн, групповая скорость. Понятие о модах. Связанные моды

2. Нелинейные волновые процессы.

Нелинейный осциллятор, примеры нелинейных систем. Волновые процессы при учете нелинейности, диссипации и дисперсии. Простые волны и образование разрывов. Образование солитонов.

3. Волны в направляющих системах.

Общие свойства волн в направляющих системах. Продольно однородные направляющие системы. Объемные резонаторы.

4. Распространение волн в периодических структурах.

Основные свойства полей в периодических структурах. Примеры периодических структур.

5. Генерация электромагнитных волн.

Индивидуальное излучение заряженных частиц. Основные принципы генерации электромагнитного поля.

Литература (основная)

1. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн, 2-е изд. М.: Наука, 1990
2. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн, 3-е изд. М.: Наука, 2001.
3. Н.В.Карлов, Н.А.Кириченко. Колебания, волны, структуры. М.2003.
4. В.В.Никольский. Электродинамика и распространение радиоволн. М. 1978
5. **<http://aislepkov.phys.msu.ru>**



Литература (дополнительная)

1. Д.И.Трубецков. Введение в синергетику. Колебания и волны. М.2003.
2. Д.И.Трубецков. Введение в синергетику. Хаос и структуры. М.2003.
3. Дж Пирс Почти все о волнах. М.1976.

Тема 1. Основные свойства волновых процессов малой амплитуды.

Литература дополнительная

1. Г. Пейн. Физика колебаний и волн. М. 1979.
2. Ф. Крауфорд. Волны. БКФ.Т.3. М. 1976.
3. Д.В.Сивухин. Общий курс физики. Т.1. Механика. М.1974.
4. В.А.Алешкевич, Л.Г.Деденко, В.А.Караваев. Университетский курс физики.Механика. М.2004.

Тема 1. Основные свойства волновых процессов малой амплитуды.

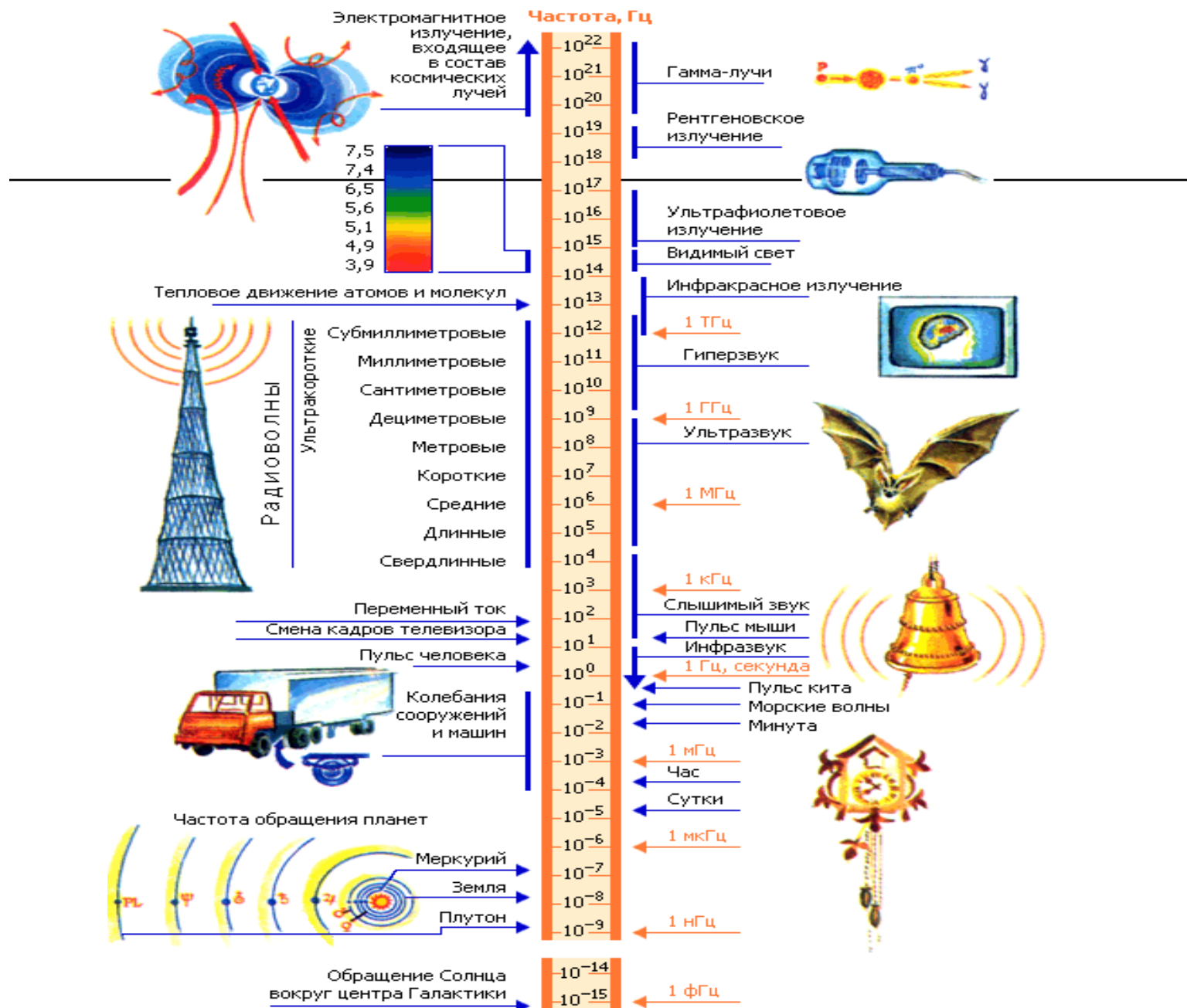
- **1.1. Введение.**
- **1.2. Волновое уравнение.**
- **1.3. Простейшие примеры волновых процессов.**
- **1.4. Явления на границе раздела двух сред. Волновое сопротивление. Граничные условия.**
- **1.5. Колебания в распределенной системе. Стоячие волны.**
- **1.6. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова. Интенсивность волны.**
- 1.7. Волновое уравнение и вектор Умова-Пойнтинга для электромагнитных волн.
- 1.8 Колебания в ансамбле невзаимодействующих осцилляторов. Классическая теория дисперсии.
- 1.9. Волны в упорядоченных структурах.
- 1.10. Предельный переход от упорядоченной структуры к одномерной сплошной среде.
- 1.11. Волновой пакет, групповая скорость.



1.1. Введение

Волна - изменения некоторой совокупности физических величин (полей), способные перемещаться (распространяться), удаляясь от места возникновения или колебаться в ограниченной области пространства (Физическая энциклопедия, "волны").

Важное свойство волновых движений – наличие локальной (близкодействующей) связи между возмущениями в соседних точках пространства.



1.2. Волновое уравнение

$$\frac{\partial u}{\partial t} + v \frac{\partial u}{\partial x} = 0$$

- Простейшее уравнение
волны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

- Волновое уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - v^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - L(u, x, t) = 0$$

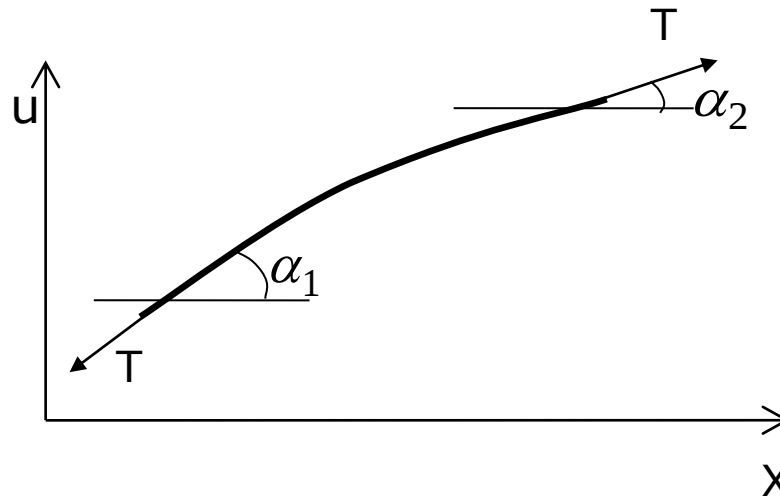
-Общий вид волнового уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - v^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t)$$

-Волновое уравнение при
наличии источников

1.3. Простейшие примеры волновых процессов.

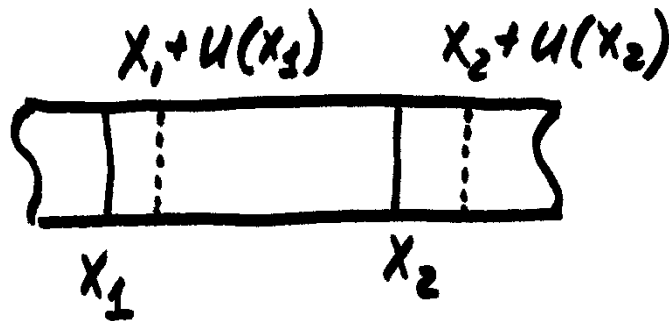
1.3.1. Распространение импульса вдоль натянутой струны.



$$\delta m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = T \cdot (\sin(\alpha_2) - \sin(\alpha_1))$$

1.3. Простейшие примеры волновых процессов.

1.3.2. Продольные волны в стержне.



$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$