

АКУСТИКА

Цель:

Изучить физический процесс - звук, его природу, его параметры и особенности его восприятия.

Актуальность:

Для того, чтобы в дальнейшем понять функцию органа слуха человека, принципы аудиометрии, необходимо прежде всего знать природу звука. В повседневной жизни широко используется звуковоспроизводящая аппаратура различного типа. Наблюдается также явление вредного влияния чрезмерно громкого звука на человека. Поэтому знания по акустике являются важными в подготовке врача.

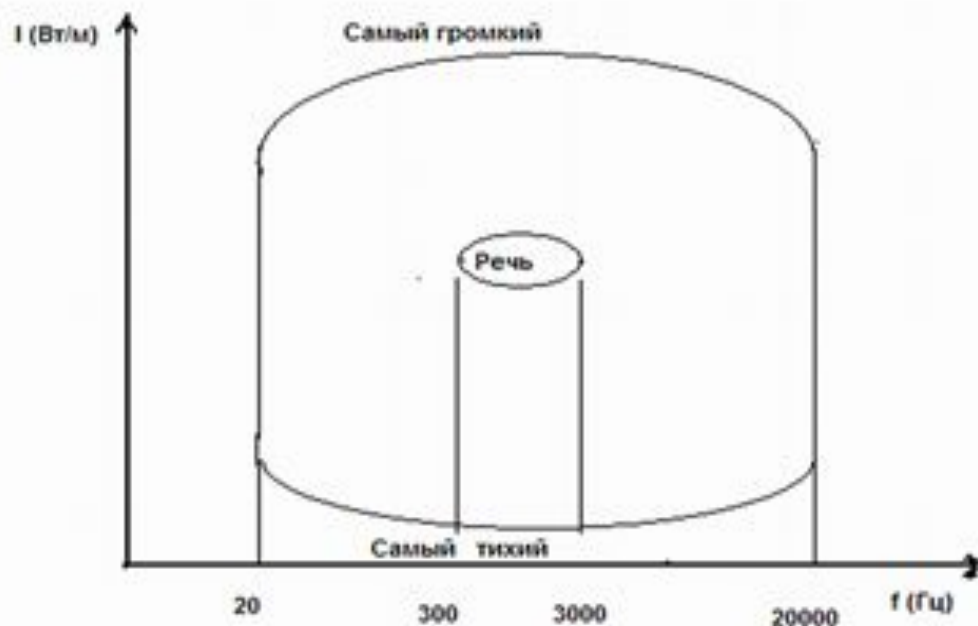
АКУСТИКА

План лекции:

1. Акустика - как часть физики
2. Скорость звука
3. Классификация звуков
4. Физические и психофизиологические характеристики звуков
5. Закон Вебера-Фехнера
6. Эффект Доплера
7. Акустика в медицине

Что такое акустика

- Акустика – это раздел физики, изучающий механические колебания и волны в диапазоне частот от 20 Гц до 20000 Гц



$$S = A \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

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

Скорость звука

- Скорость звука в воздухе зависит от температуры:

$$v = 20\sqrt{T}$$

Воздух при -20 С 310 м/с

Воздух при 0 С 325 м/с

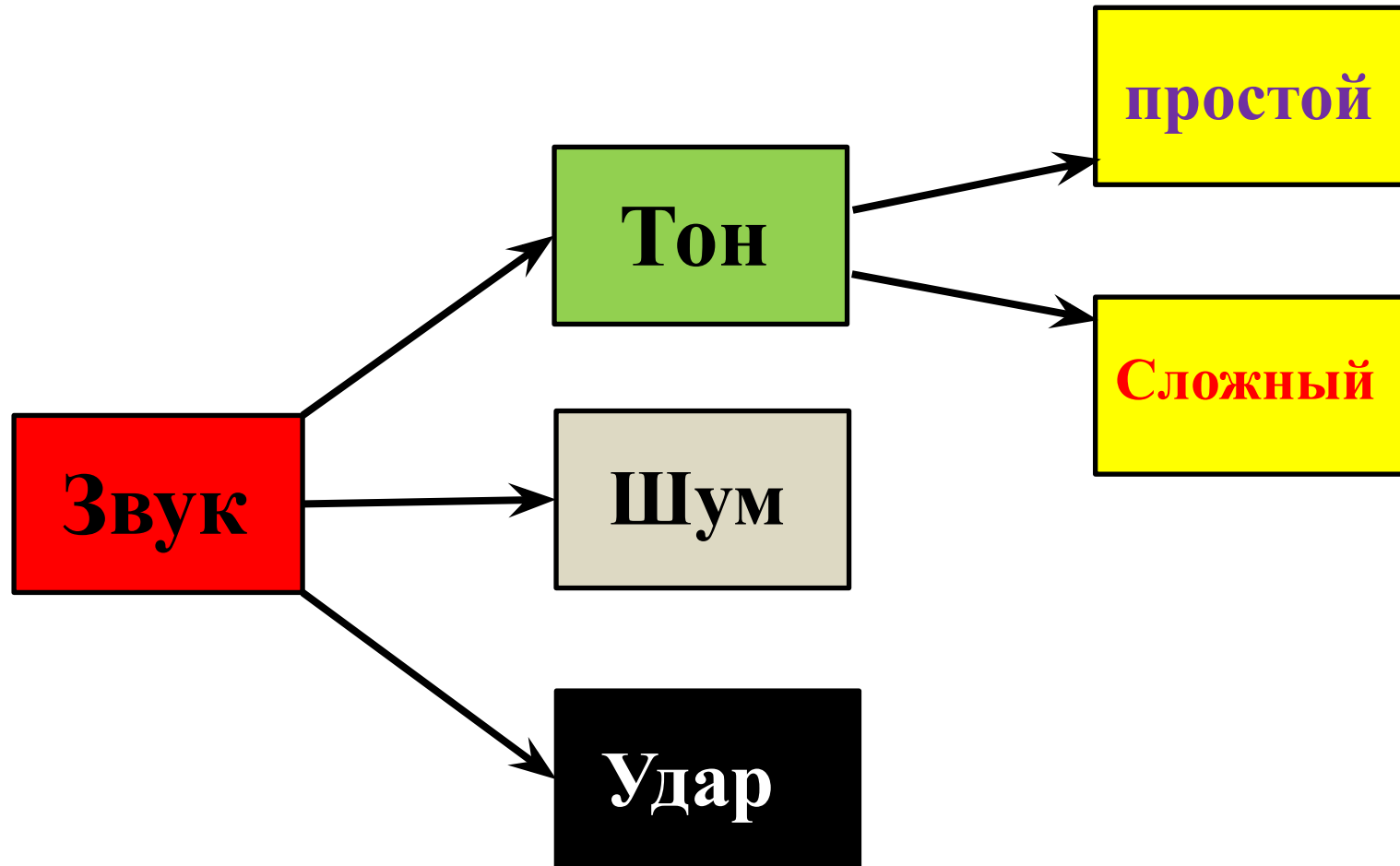
Воздух при +20 С 340 м/с

Вода и мягкие ткани 1500 м/с

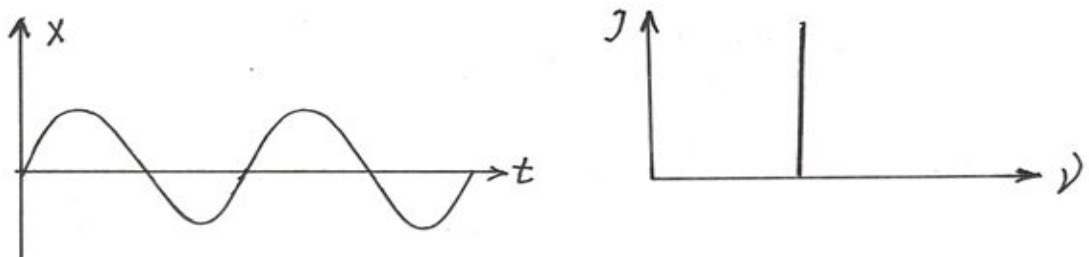
Железо 5000 м/с

Стекло 6000 м/с

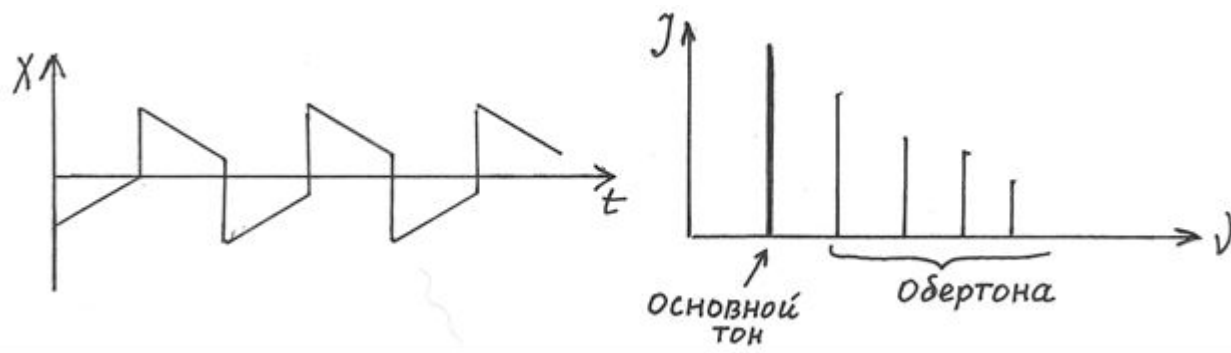
Классификация звуков



Тон

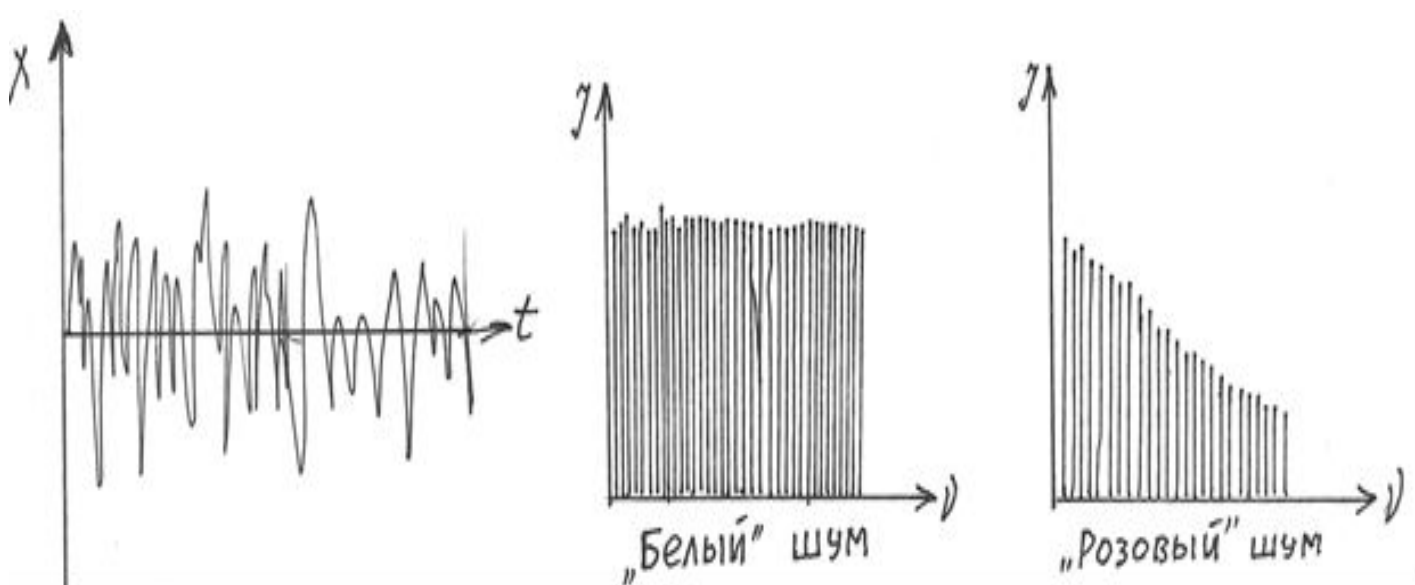


Простой тон. Одна спектральная линия. График – чистая синусоида.



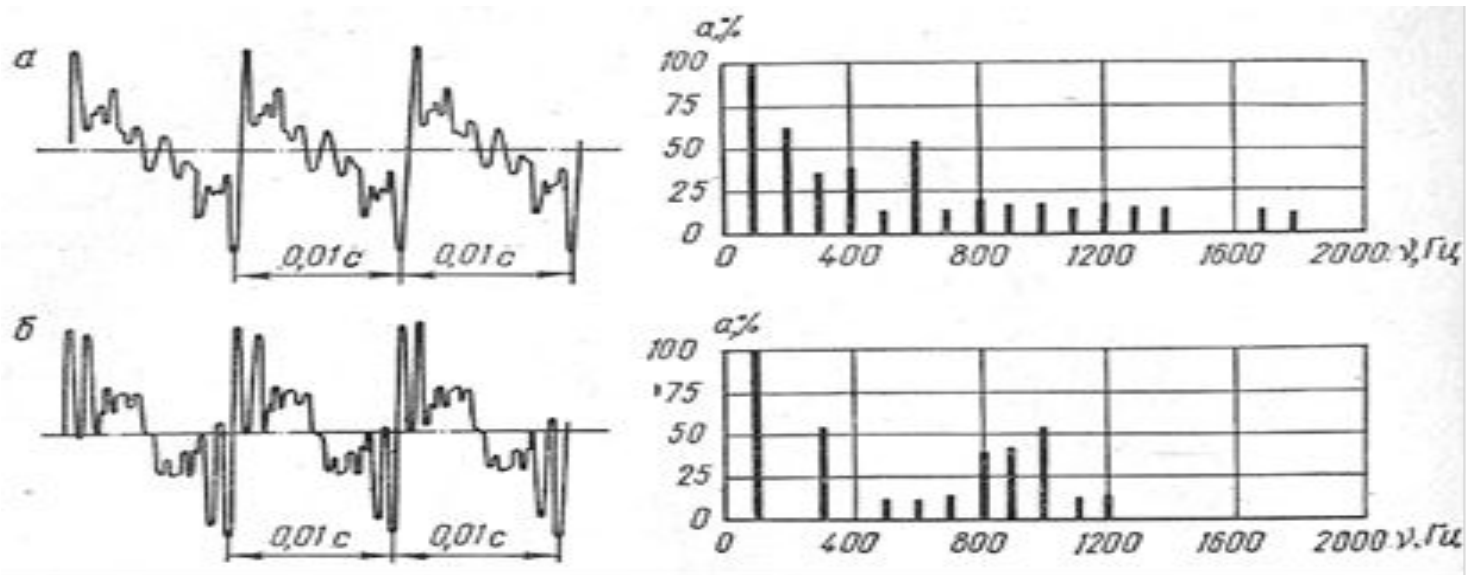
Один из сложных тонов. Набор определённых спектральных линий. В графике прослеживается чёткая периодичность.

Шум



В графике шума периодичность отсутствует.
Спектр шума – это множество спектральных
линий, сливающихся в сплошной фон.
Спектр характеризуется огибающей.

Сложный тон



а) кларнет

б) рояль

Характеристики звуков

N	Физические (для физиков)	Психофизиологические (для музыкантов)
1		Громкость
2		Высота тона (название ноты)
3	Гармонический спектр	Тембр (название музыкального инструмента)

$$I = \frac{\rho v A^2 \omega^2}{2} = \epsilon v$$

Уравнение Н. А. Умова

$$I = \frac{\Delta p^2}{2\rho v}$$

ϵ – объёмная плотность энергии $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \right]$

Закон Вебера-Фехнера

$$I_{max} = 10 \text{ Вт/м}^2 \quad I_{min} = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$$

$$I_{max}/I_{min} = 10^{13} (\text{раз})!$$

Если интенсивность звука изменяется по геометрической прогрессии, то ощущения на слух изменяются в арифметической прогрессии.

$$L = k \lg(I/I_0) \text{ (з-н Вебера-Фехнера)}$$

Если $k=1$, то L – бел (Б)

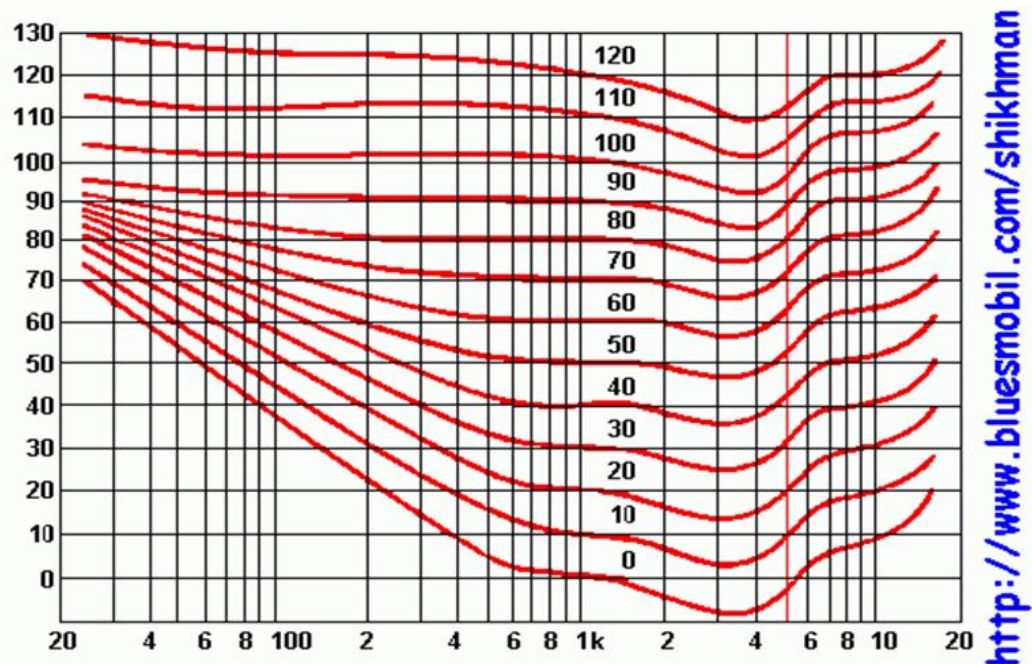
Если $k=10$, то L – децибел (дБ)

Громкость звука

- Ухо человека обладает неодинаковой чувствительностью во всём диапазоне слышимых частот: в середине диапазона чувствительность выше, на краях диапазона – ниже.
- Это связано с тем, что в середине диапазона лежит наиболее ценная информация для человека.
- В связи с этим, введена ещё одна характеристика звука, которая называется фон (Ф).
- Фоны – это те же децибелы, только оцениваемые не по прибору, а на слух.

Кривые равной громкости

- Громкость звука зависит не только от его интенсивности, но и от частоты.
- На частоте 1000 Гц децибелы и фоны численно совпадают.



Генерация звука

- Обычно для генерации звука применяются колеблющиеся тела различной природы, вызывающие колебания окружающего воздуха.



Акустическая системы

- Пассивная: состоит только из излучателя и ящика
- Активная: содержит также усилитель мощности



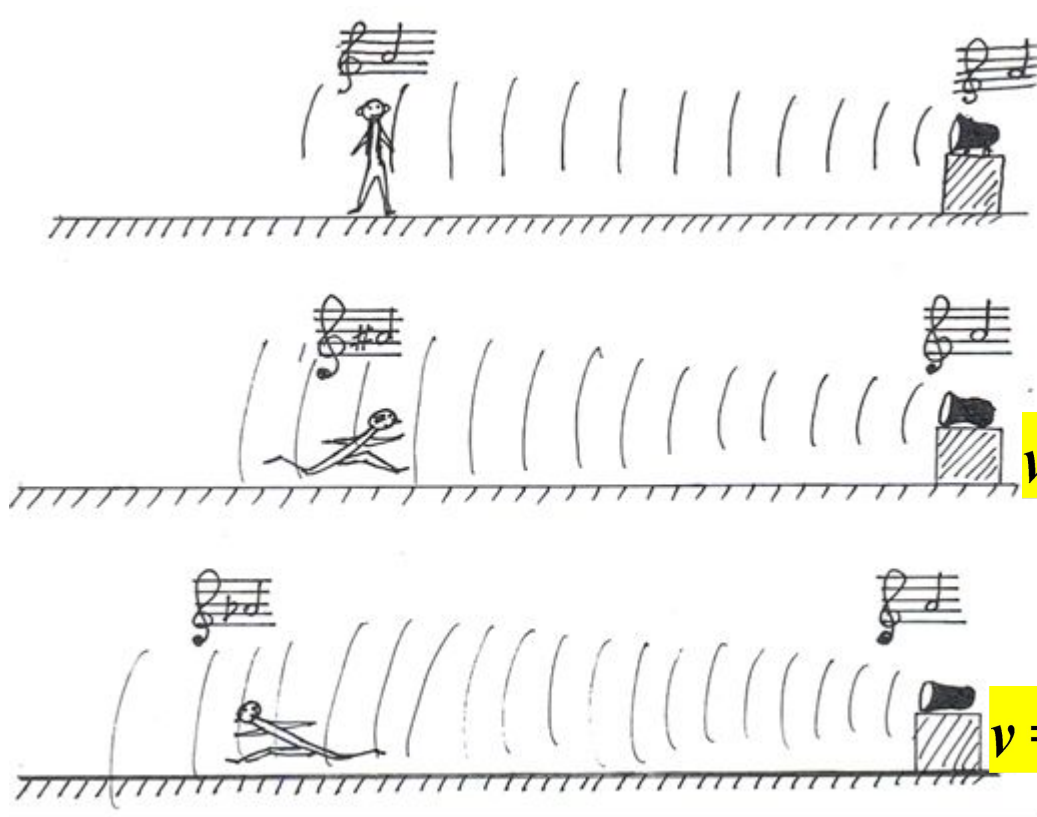
Акустические резонаторы

- Резонаторы - усилители колебаний. Явление акустического резонанса заключается в том, что акустическая система приводится в колебание, когда недалеко от нее звучит другая акустическая система с частотой колебаний, совпадающей с собственной частотой первой.



Эффект Допплера

- Воспринимаемая частота зависит от относительной скорости и направления движения источника и приёмника звука



$$v = (v_{зв} + v_n) / \lambda \text{ (при сближении)}$$

$$v = (v_{зв} - v_n) / \lambda \text{ (при удалении)}$$

Акустика в медицине

- **1. Аускультация – выслушивание работы внутренних органов. Используются стетоскоп и фонендоскоп**
- **2. Перкуссия – выстукивание. По перкуторному тону определяют границы и состояние внутренних органов.**
- **3. Аудиметрия – проверка остроты слуха и определение границ диапазона слышимости**

Контрольные вопросы

1. Что изучает акустика?
2. Что такое звук?
3. Что такое порог слышимости?
4. Что такое болевой порог?
5. В каких единицах измеряется интенсивность звука?
6. Что такое тон, шум и звуковой удар?
7. Как читается закон Вебера-Фехнера?
8. В каких единицах измеряется громкость звука?
9. Какие звуковые характеристики являются физическими?
10. Какие звуковые характеристики являются психофизиологическими?
11. Как проявляется эффект Допплера?
12. Как акустика используется в медицине?

Список литературы

Основная литература

- Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика : учебник для студентов медицинских вузов [8-е изд., стереотип.] / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко – М. : Дрофа, 2008. – 558 с.

Дополнительная литература

- Антонов, В.Ф. Физика и биофизика: учебник для вузов / В.Ф. Антонов, А.М. Черныш, Е.К. Козлова [и др.]; ред. В.Ф. Антонов – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 480 с.
- Колонда, Г.Г. Лекции по курсу медицинской и биологической физики. Раздел «Электродинамика»: учебное пособие / Г.Г. Колонда, Р.Ш. Ибрагимов – Новосибирск: Сибмедиздат, 2006. – 92 с.
- Ремизов, А.Н. Курс физики : учебник для студентов вузов / А.Н. Ремизов, А.Я. Потапенко – М. : Дрофа, 2004. – 720 с.
- Федорова, В.Н. Медицинская и биологическая физика: курс лекций с задачами; учебное пособие / В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 592 с.