

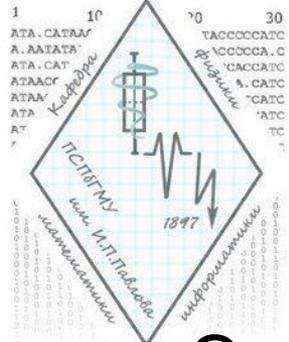
Дисциплина «Физика, математика»

Основные лекторы

1 поток: Тишков Артем Валерьевич, к.ф.-м.н., доцент

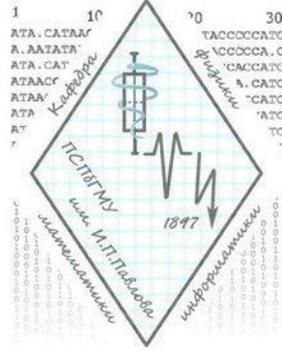
2 поток: Кулинкин Борис Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент

2019



Разделы дисциплины

- Элементы высшей математики
- Механика
- Акустика
- Гидродинамика, реология
- Термодинамика
- Токи НЧ, ВЧ, их воздействие на живую ткань
- Импеданс биологических тканей.
Электробезопасность.
- Оптика.
- Ионизирующее излучение и дозиметрия.



Объем дисциплины

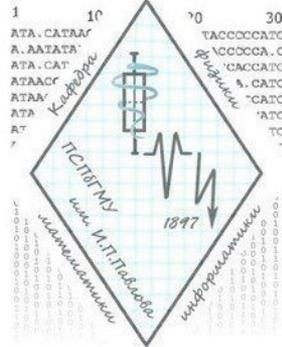
Лекции: 24 часа (12 лекций)

Практические занятия: 48 часов (12 занятий по 4 часа, с необходимыми перерывами между парами)

Среди этих 12 занятий:

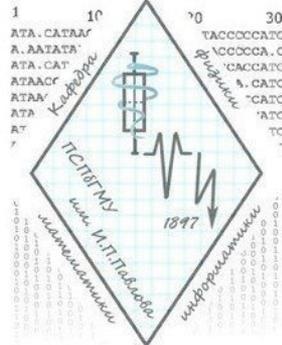
Контрольные работы: 6

Лабораторные работы: 10 (две спаренные – по вязкости и по взаимодействию света с веществом)



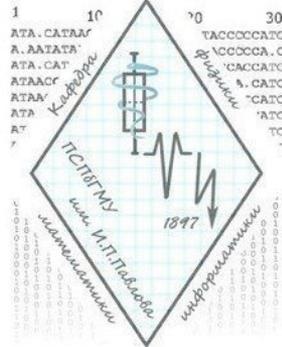
Балльно-рейтинговая система (БРС) (1/2)

Темы	Виды деятельности	Min	Max
Обр. измерений, математика	КР №1	6	10
Колебания	КР №2	4	6
Вязкость	Две ЛР	4	6
Теплопродукция	ЛР	2	3
Модуль Юнга	ЛР	3	5
Звук	ЛР	2	3
Техника безопасности, импеданс	ЛР	2	3
УВЧ, импульсные токи, ЭКГ	ЛР	2	3
Биомеханика, акустика, реология	КР №3	6	10
Действие ЭМП	КР №4	6	10



Балльно-рейтинговая система (БРС) (2/2)

Темы	Виды деятельности	Min	Max
Лазер	ЛР	2	3
Микроскоп	ЛР	2	3
Микроскоп	КР №5	6	10
Поляриметр, рефрактометр	ЛР	4	6
Взаимодействие света с веществом	КР №6	6	10
Рентген	ЛР	2	3
Ионизирующее излучение, основы дозиметрии	Пров. работа или реферат на усмотрение преподавателя	2	6
<u>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</u>		<u>61</u>	<u>100</u>₅



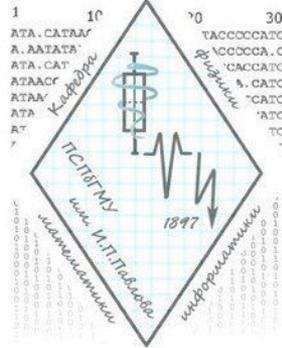
Взаимосвязь с курсом медицинской информатики

Один месяц (4 занятия по 4 часа) вы занимаетесь **медицинской информатикой** в компьютерных классах.

Какой именно месяц – зависит от «**линейки**».

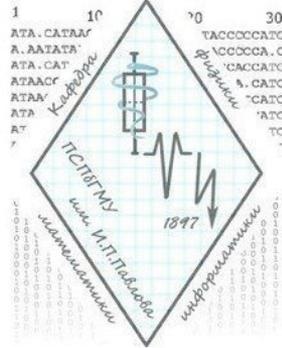
Линейка – это последовательность занятий. Всего существует пять линеек.

Какая группа учится по какой линейке и составы линеек определены в расписании кафедры (обращайтесь ВК Артем Тишков – пришлю всем желающим)



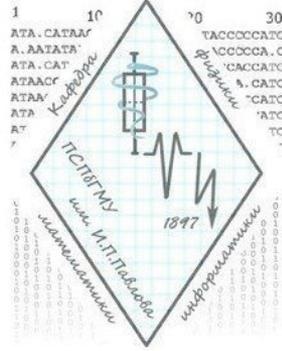
Линейки и дисциплины

- 1 линейка – медицинская информатика в сентябре, физика – с октября
- 2 линейка – медицинская информатика с 7 октября, физика – сентябрь + ноябрь-декабрь
- 3 линейка – медицинская информатика в с 4 ноября, физика – сентябрь-октябрь + декабрь
- 4,5 линейка – медицинская информатика с 25 ноября физика – сентябрь-ноябрь



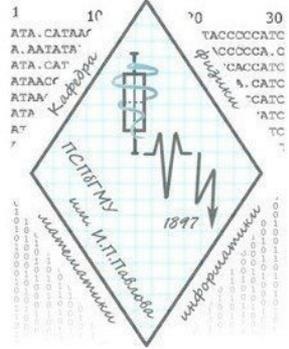
Литература и материалы

- Конспекты и слайды лекций
- Методички
 - 0791, 0801 (лабораторные работы ч1.2)
 - Некоторые понятия теории ошибок
 - Краткие основы медицинской электронной аппаратуры
 - 0742 Ионизирующее излучение
- Ремизов. Медицинская и биологическая физика
- Ремизов, Максина. Сборник задач по медицинской и биологической физике.

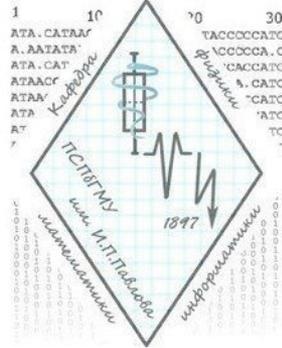


Дресс-код на занятиях

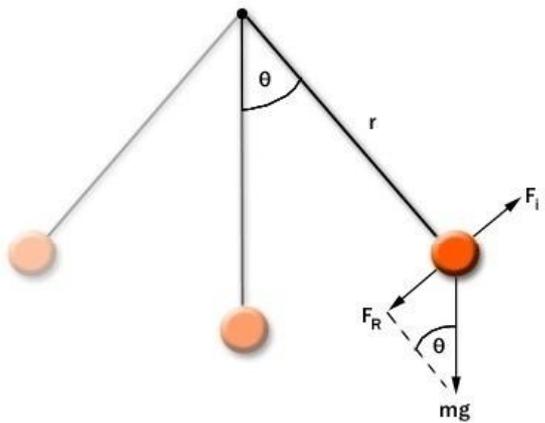
- Сменная обувь или бахилы
- Верхнюю одежду оставлять в гардеробе
- Халат – по требованию преподавателя



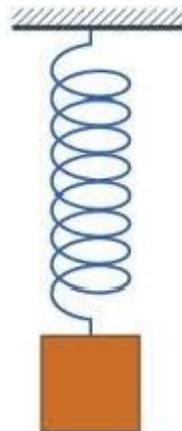
Тема 1. Колебания и волны



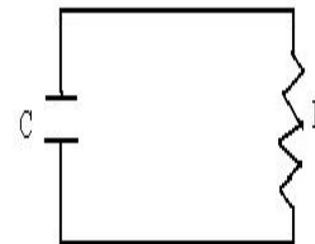
- При колебаниях характеристики системы отклоняются от положения равновесия



математический маятник



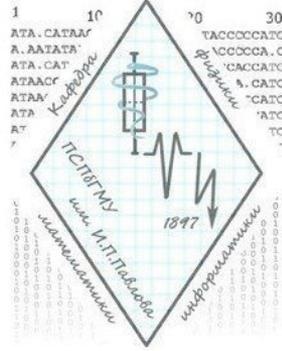
пружинный маятник



колебательный контур

Колебания

- Колебаниями называют такое движение или изменение состояния, которое характеризуется повторяемостью во времени значений физических величин, определяющих это движение или состояние.
- Колебательное движение называют периодическим, если значения физических величин, изменяющихся в процессе колебаний, повторяются через равные промежутки времени.
- Простейшим типом периодических колебаний являются гармонические колебания.



- Колебания какой-либо физической величины x называются гармоническими, если ее зависимость от времени t имеет вид:

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$$

ИЛИ

$$x(t) = A \cdot \sin(\omega_0 \cdot t + \varphi_1)$$

Причем значения A , ω_0 , φ_0 и φ_1 с течением времени не изменяются

Используемые обозначения

x – смещение от положения равновесия

t – время

A – амплитуда колебаний

T – период

$(\omega_0 t + \varphi_0)$ – фаза колебания, φ_0 - начальная фаза (при $t = 0$)

ω_0 – циклическая (круговая) частота гармонических колебаний

ν – частота, $\omega_0 = \pi \cdot \nu$

v – скорость движения

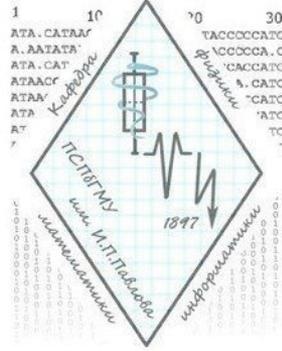
a – ускорение

g – ускорение свободного падения

F – сила

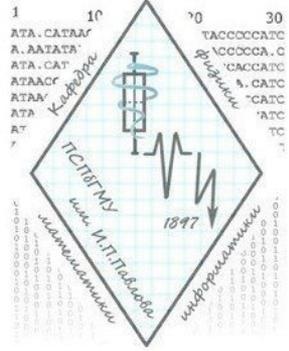
E – энергия

Дифференциальное колебание гармонических колебаний



- Если величина x изменяется по закону гармонических колебаний, то она удовлетворяет уравнению гармонических колебаний

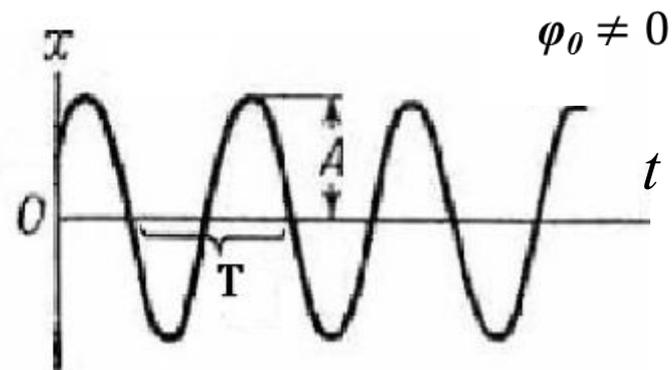
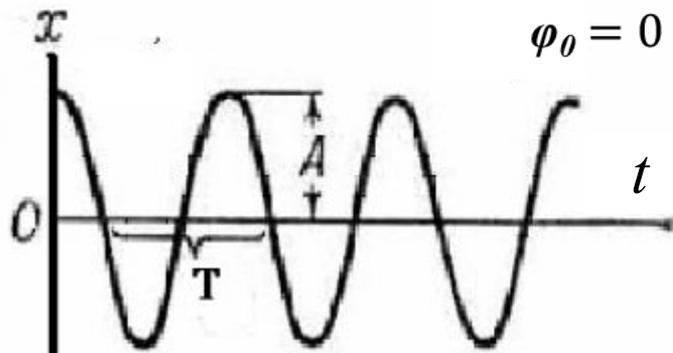
$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$$

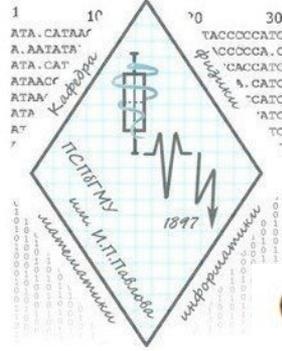


Решение дифференциального уравнения

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$$

φ_0 - начальная фаза (при $t = 0$)





Соотношение между смещением, скоростью и ускорением

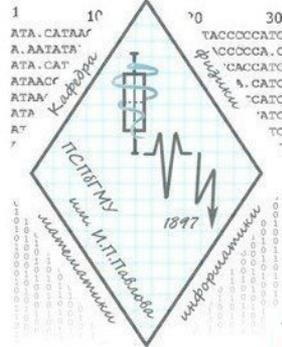
первая и вторая производные величины x по времени совершают колебания с той же частотой, но с амплитудами $A\omega_0$ и $A\omega_0^2$ и со сдвигом по фазе на $\pi/2$ и π , соответственно

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = -v_{\max} \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$v(t) = v_{\max} \cos\left[\frac{\pi}{2} + (\omega_0 t + \varphi_0)\right]$$

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = -A\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = -a_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$a(t) = a_{\max} \cos[\pi + (\omega_0 t + \varphi_0)]$$



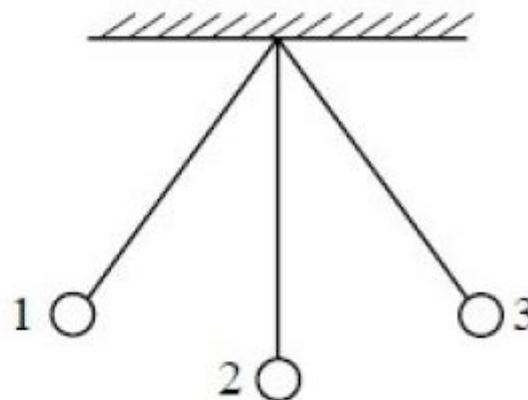
Равенство энергий вытекает из закона сохранения энергии: энергия ниоткуда не берется и не исчезает бесследно

1. $E_{\text{потенциальная}} = m \cdot g \cdot h$

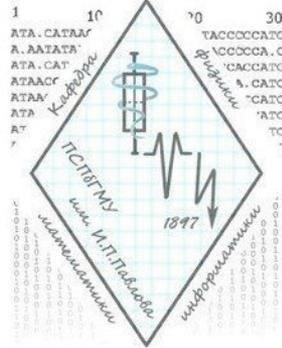
2. $E_{\text{кинетическая}} = m \cdot v^2 / 2$

3. $E_{\text{потенциальная}} = m \cdot g \cdot h$

$$E_1 = E_2 = E_3$$



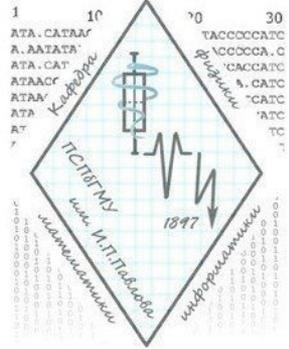
Энергия гармонических колебаний



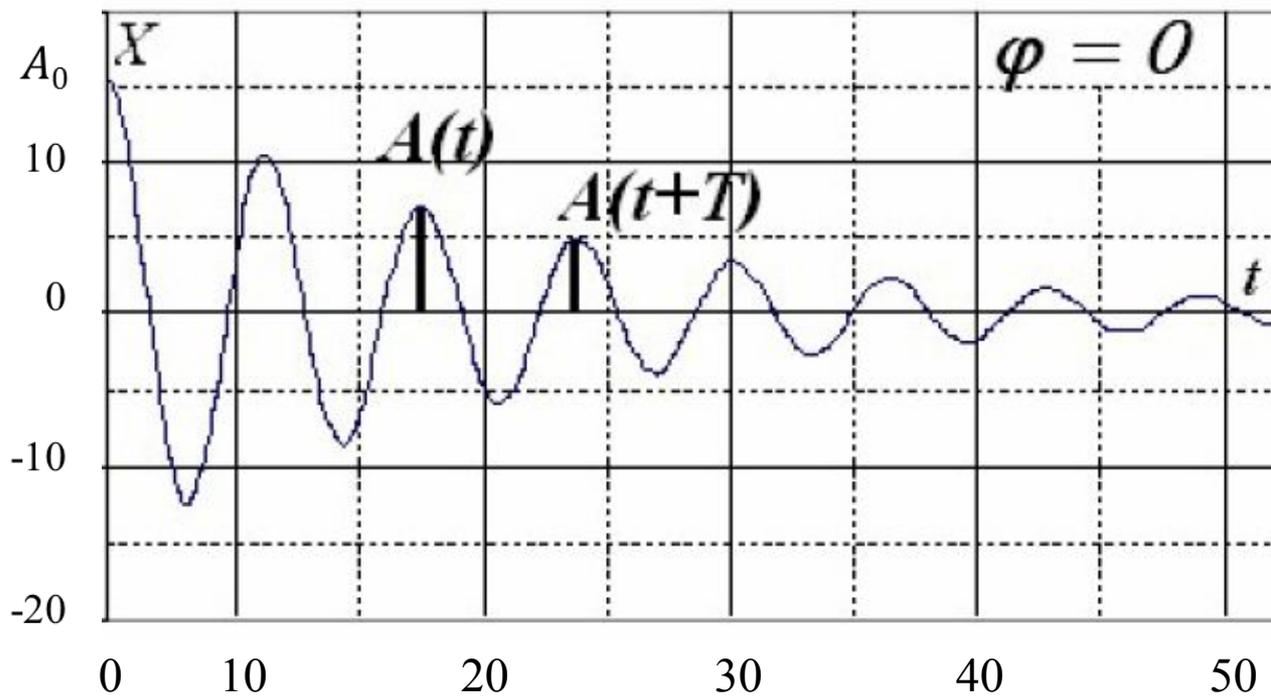
$$E_{\text{пот}} = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{m \cdot \omega_0^2 \cdot A^2}{2} \cdot \cos^2(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$$

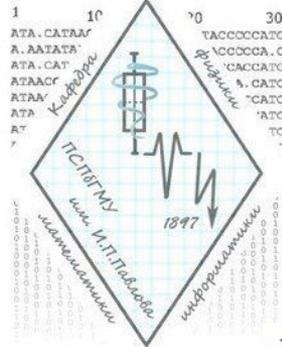
$$E_{\text{кин}} = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{m \cdot \omega_0^2 \cdot A^2}{2} \cdot \sin^2(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$$

$$E_{\text{полн}} = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} = \text{const} = \frac{kA^2}{2} = \frac{m\omega_0^2 A^2}{2}$$



Затухающие колебания





Колебания какой-либо физической величины x называются затухающими, если ее зависимость от времени t имеет вид:

$$x(t) = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

ω - частота затухающих колебаний

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$$

Дифференциальное уравнение затухающих колебаний:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

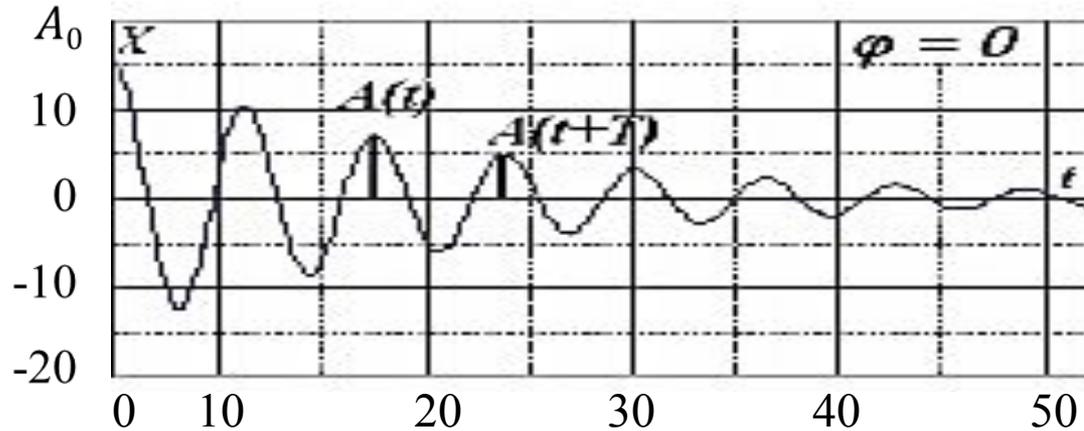
Характеристики затухающих колебаний

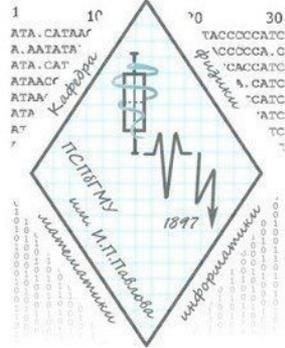
λ – логарифмический декремент затухания

β – коэффициент затухания

Место для формулы.

$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \ln \frac{A_0 \cdot e^{-\beta t}}{A_0 \cdot e^{-(\beta t+T)}} = \beta \cdot T$$





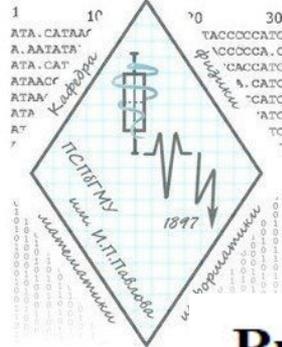
$$ma = m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - r \frac{dx}{dt}$$

$$F_{\text{тр}} = -r \frac{dx}{dt} \quad \beta = \frac{r}{2m}; \quad \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

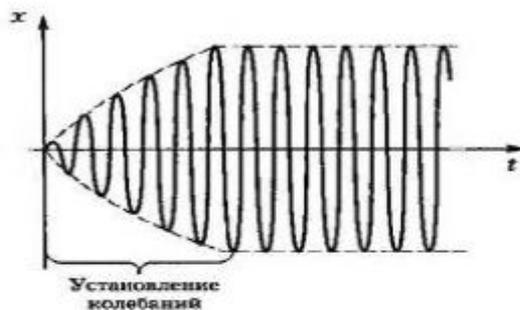
$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

решение дифференциального уравнения

$$x(t) = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$$



Вынужденные колебания возникают в осцилляторе под влиянием переменного **внешнего** воздействия



$$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = -k \cdot x - r \cdot \frac{dx}{dt} + F_0 \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

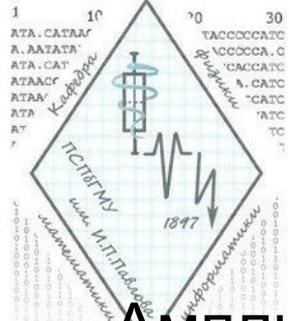
дифференциальное уравнение вынужденных колебаний

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \cdot \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} \cos(\omega \cdot t)$$

решение дифференциального уравнения

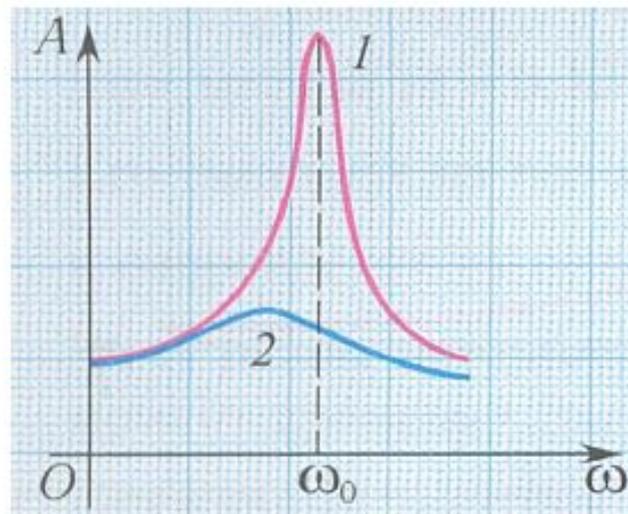
$$x(t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

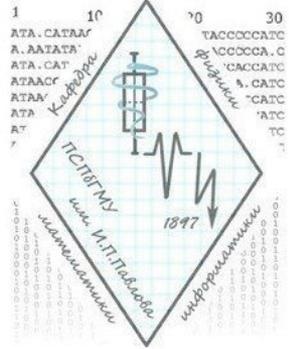
$$A = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2}}$$



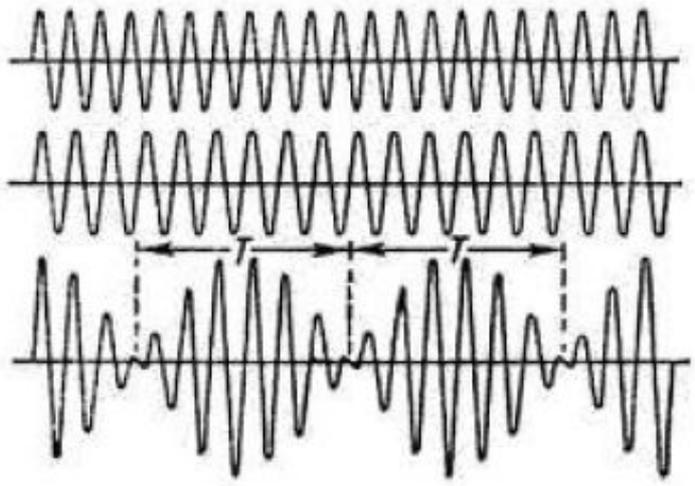
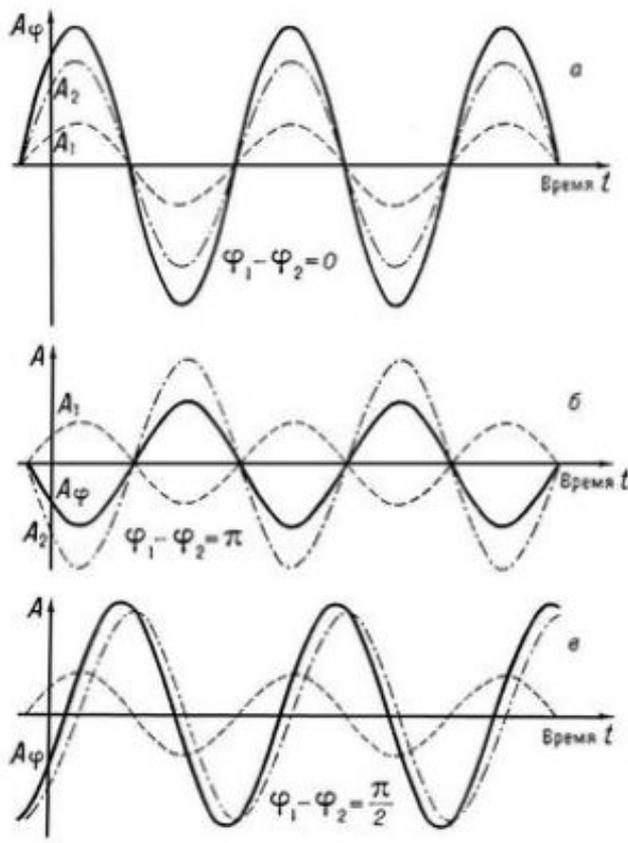
Резонанс

- Амплитуда вынужденных колебаний имеет максимальное значение при определенной частоте вынуждающей силы. Эту частоту называют **резонансной**.
- Явление достижения максимальной амплитуды вынужденных колебаний при совпадении собственной частоты колебаний с частотой вынуждающей силы называют **резонансом**.

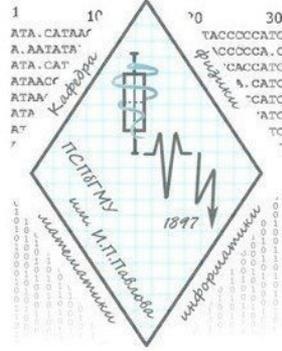




Сложение колебаний

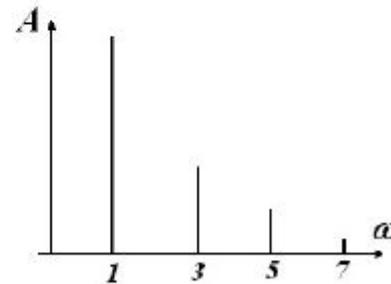
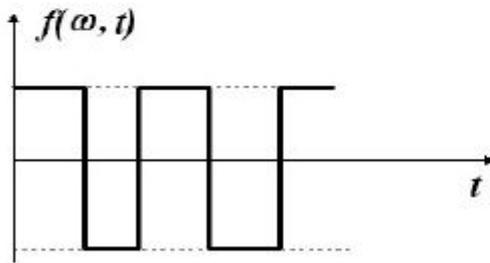


Сложное колебание. Теорема Фурье

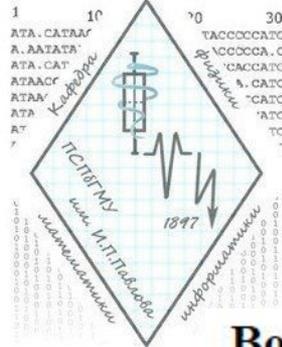


Сложная периодическая функция может быть представлена в виде суммы гармонических функций, частоты которых кратны частоте сложной периодической функции

$$f(\omega, t) = A_1 \sin \omega t + B_1 \cos \omega t + A_2 \sin 2 \omega t + B_2 \cos 2 \omega t + A_3 \sin 3 \omega t + B_3 \cos 3 \omega t + \dots$$



$$f(t) = \frac{4A}{T} \left(\sin t + \frac{1}{3} \sin 3t + \frac{1}{5} \sin 5t + \dots \right)$$



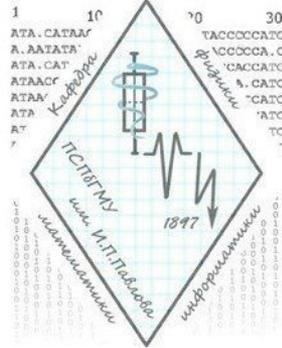
Волны это возмущения, которые с конечной скоростью распространяются от источника. Распространение волн связано с переносом энергии без переноса вещества, при этом возможны явления отражения, преломления, интерференции, дифракции, поляризации, поглощения и рассеяния.

Уравнение плоской волны:

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

Волна называется **гармонической**, если соответствующие ей колебания частиц происходят по закону **синуса** или **косинуса**.

Если S и x направлены вдоль одной прямой, волна **продольная**, если они взаимно перпендикулярны, волна **поперечная**.



Вопросы к лекции:

1. Гармонические колебания
2. Характеристики колебаний
3. Векторная диаграмма гармонического колебания
4. Энергия гармонического колебания
5. Затухающие колебания
6. Вынужденные колебания
6. Автоколебания
8. Сложение гармонических колебаний
9. Сложное колебание и его гармонический спектр
10. Механические волны. Уравнение плоской волны