

**В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М. Черныш**

# **ФИЗИКА И БИОФИЗИКА**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ**

---

**УЧЕБНИК**

2-е издание,  
исправленное и дополненное

Министерство образования и науки РФ

Рекомендовано ГОУ ВПО «Московская медицинская академия  
имени И.М. Сеченова» в качестве учебника для студентов  
учреждений высшего профессионального образования,  
обучающихся по специальностям 060101.65 «Лечебное дело»,  
060103.65 «Педиатрия», 060105.65 «Медико-профилактическое дело»  
по дисциплине «Физика»

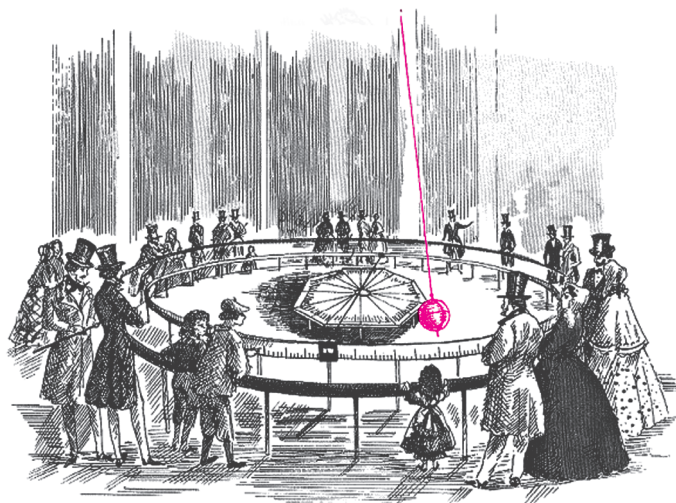
Регистрационный номер рецензии 154 от 20 мая 2010 года  
ФГУ «Федеральный институт развития образования»



**Москва**  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
**«ГЭОТАР-Медиа»**  
**2014**

# Глава 1

## Механические колебания



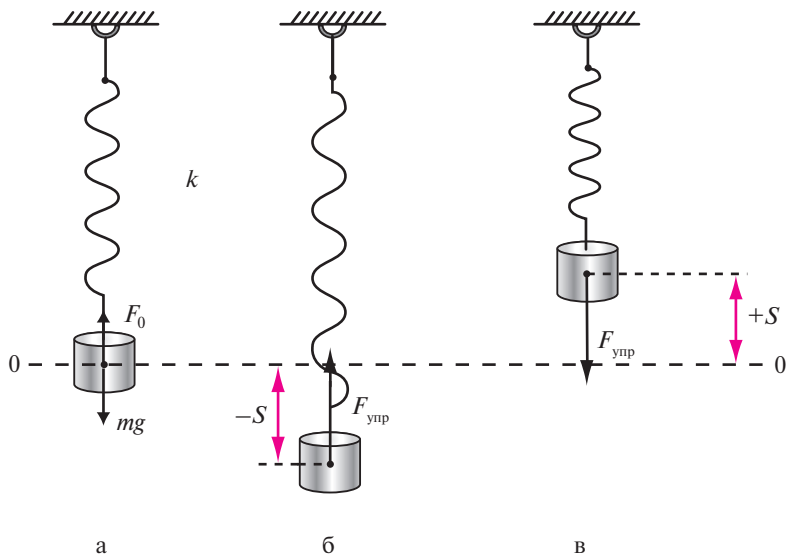
***Колебаниями** называют движения или процессы, характеризующиеся той или иной степенью повторяемости во времени.*

Таким свойством могут обладать явления и процессы различной природы: механической, электрической, тепловой, биологической. Например, меняют положение в пространстве маятник часов, струны музыкальных инструментов, изменяются величины напряжения в электрическом контуре и суточная температура воздуха, сокращается сердечная мышца, возникают нервные импульсы.

Всем колебаниям независимо от их природы присущи некоторые общие закономерности.

Одним из видов колебаний являются механические колебания. В зависимости от характера воздействия на колебательную систему различают свободные, вынужденные и автоколебания.

**Свободные** — колебания, которые возникают в системе под действием внутренних сил и происходят после того, как система тем или иным способом была выведена из состояния равновесия. Если на



**Рис. 1.1.** Пружинный маятник: а — положение равновесия ( $F_0=mg$ ); б — пружина растянута, смещение тела  $-S$ ; в — пружина сжата, смещение тела  $+S$

такую систему не действуют никакие внешние силы (вынуждающие или силы трения), то такие колебания совершаются по *гармоническому закону*. Если свободные колебания совершаются при действии сил трения, то они всегда являются *затухающими*.

**Вынужденные** — колебания, совершаемые системой под действием внешней периодически изменяющейся силы.

**Автоколебания** — всегда вынужденные колебания, но моменты воздействия внешней вынуждающей силы регулируются самой колеблющейся системой.

## 1.1. ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

**Гармонические колебания** — это самый простой вид колебаний, характеризующийся тем, что смещение колеблющейся точки совершается по закону синуса либо косинуса.

Рассмотрим вертикально расположенную пружину, один конец которой закреплен, а на другой подвешено тело массой  $m$  (рис. 1.1, а).

В этом положении начальная упругая сила  $F_0$  и сила тяжести  $mg$  уравновешивают друг друга и тело находится в состоянии покоя. Если пружину растянуть (рис. 1.1, б) или сжать (рис. 1.1, в) на некоторое расстояние  $S$ , то на тело будет действовать сила упругости, вызванная смещением тела.

Для небольших деформаций пружины справедлив закон Гука:

$$F_{\text{упр}} = -ks,$$

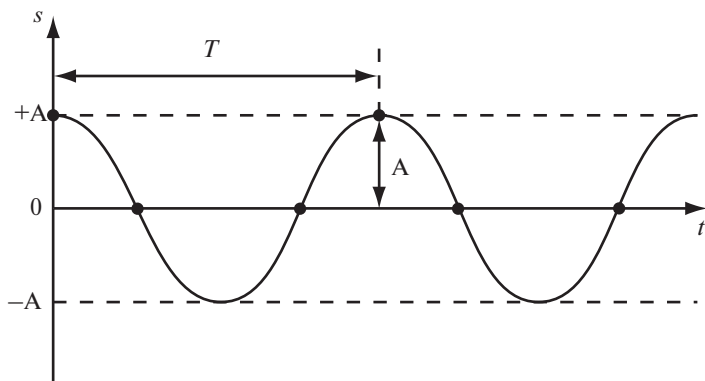
где  $k$  — коэффициент упругости пружины;  $s$  — смещение тела относительно положения равновесия. Упругая сила всегда направлена в сторону положения равновесия и противоположно смещению тела. Поэтому в формуле ставится знак « $-$ ». Так как смещения тела отсчитываются от положения равновесия (уровень 0—0 на рис. 1.1), то постоянную составляющую смещения за счет силы тяжести  $mg$  можно не учитывать.

Тогда, с учетом второго закона Ньютона, можно записать уравнение движения тела:

$$m \frac{d^2 s}{dt^2} = -ks. \quad (1.1)$$

Введем замену:

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}, \quad (1.2)$$



**Рис. 1.2.** График гармонического колебания:  $s$  — смещение тела;  $t$  — время;  $A$  — амплитуда колебаний;  $T$  — период колебаний