

# КОЛЕБАНИЯ

## МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

**Механические колебания** — повторяющиеся через равные промежутки времени движения, при которых тело многократно и в разных направлениях проходит положение равновесия.

Для изучения колебаний используют две распространённые модели колебательных систем

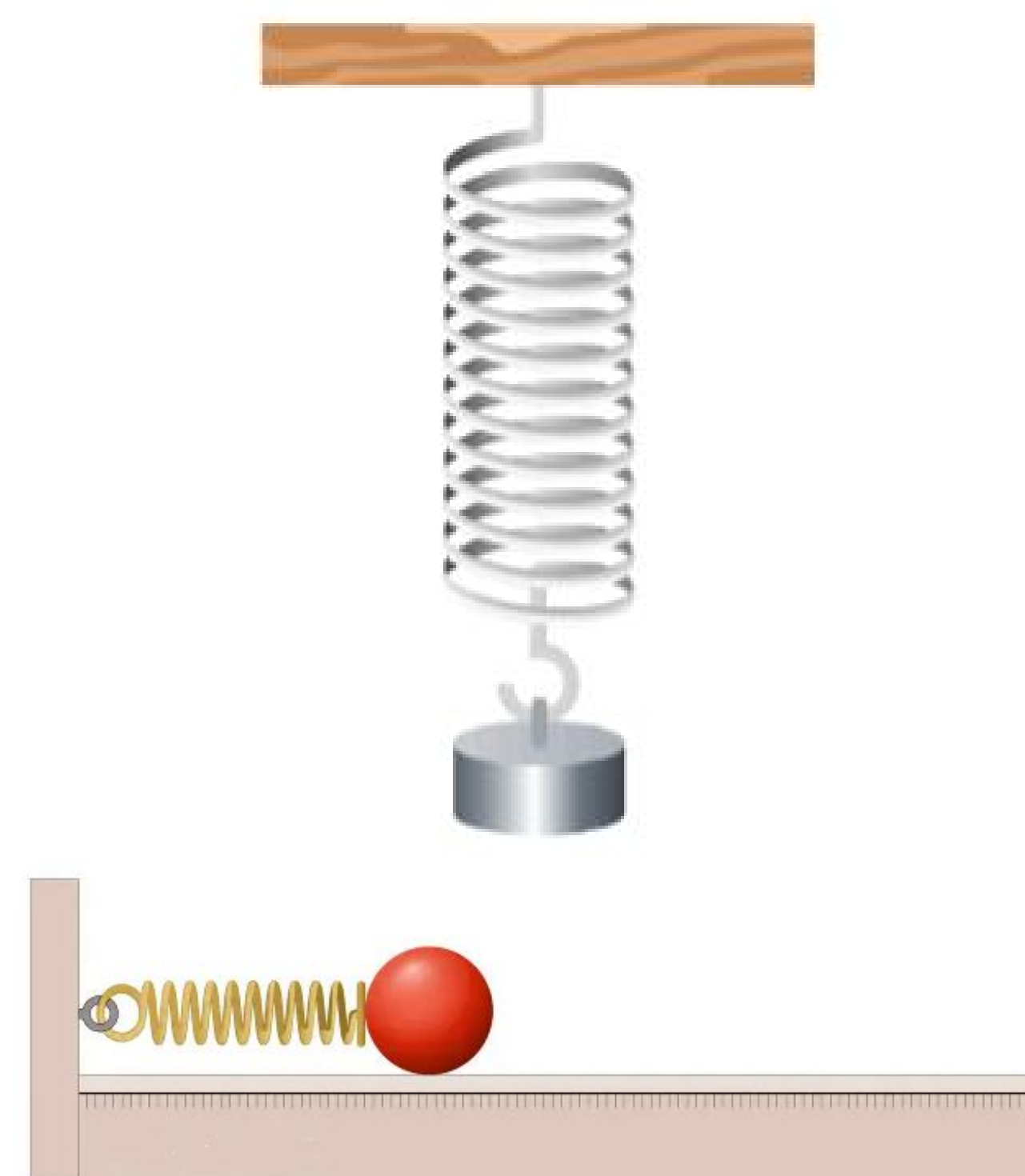
### 1. Нитяной (математический) маятник

Называют тело на невесомой нерастяжимой нити.



### 2. Пружинный маятник

Это груз, прикрепленный к пружине.



Полным колебанием называют движение, за которое тело возвращается в исходную точку (из которой началось колебание).

### Характеристики колебаний

1. Период ( $T$ ) — время одного полного колебания

$$T = \frac{t}{N}, [T] = 1\text{с}$$

$N$  — число колебаний

$t$  — время, с

На период колебаний маятника могут повлиять параметры самой колебательной системы:

- Чем больше длина нити, тем больше период колебаний
- Чем больше жесткость пружины, тем меньше период колебаний

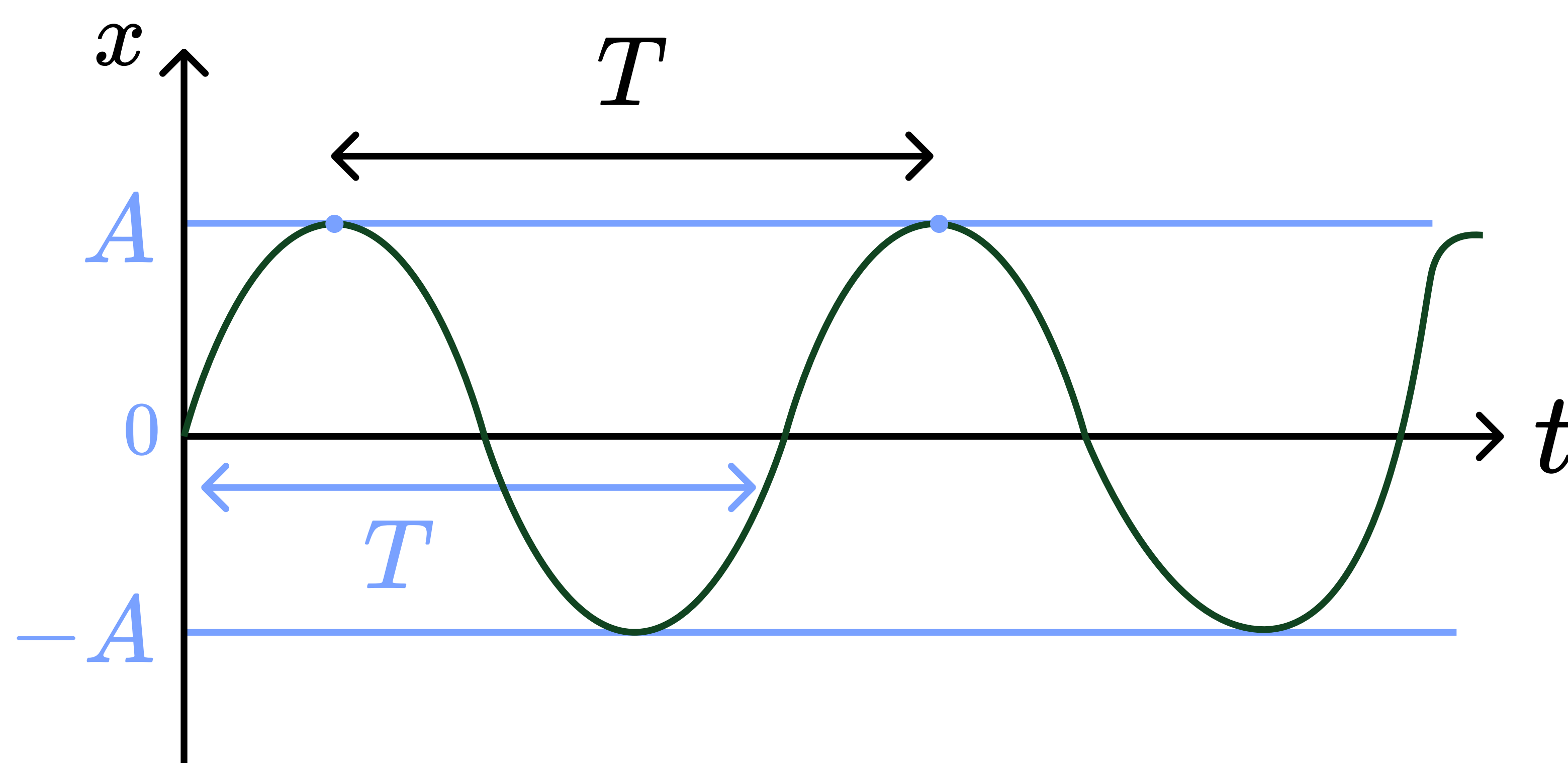
2. Частота ( $\nu$ ) — число колебаний в единицу времени

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}, [\nu] = 1\text{Гц}$$

3. Амплитуда колебаний ( $A, X_m$ ) — модуль наибольшего смещения колеблющегося тела от положения равновесия

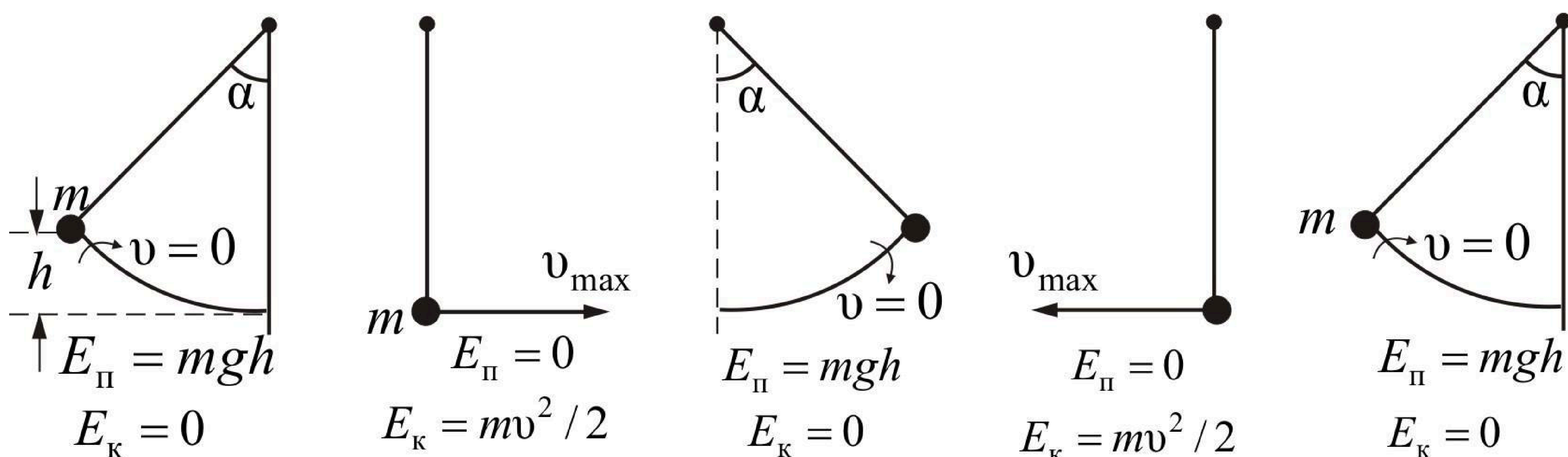
$$[A] = 1\text{ м}$$

За одно полное колебание тело проходит амплитуду 4 раза.



## ЭНЕРГИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

В механических колебаниях маятника происходит преобразование одной формы энергии в другую. Рассмотрим процесс на примере простого маятника:



- Когда маятник находится в верхней позиции (максимальный угол отклонения), его скорость равна нулю, а потенциальная энергия достигает максимума.
- При движении вниз потенциальная энергия начинает превращаться в кинетическую. В процессе падения скорость маятника увеличивается, а высота уменьшается. Потенциальная энергия снижается, а кинетическая энергия возрастает.
- Когда маятник достигает самой низкой точки своего движения, он имеет максимальную кинетическую энергию и минимальную потенциальную энергию. Здесь вся энергия маятника сконцентрирована в виде кинетической.
- После достижения нижней точки маятник начинает подниматься. Во время подъёма кинетическая энергия начинает превращаться обратно в потенциальную, так как скорость снижается, а высота снова увеличивается.

**Вывод:** Таким образом, при механических колебаниях маятника имеет место постоянное преобразование потенциальной и кинетической энергии.

Если система замкнута от внешнего воздействия (нет трения и сопротивления воздуха), то полная механическая энергия системы сохраняется  $E = \text{const}$



# ВОЛНЫ

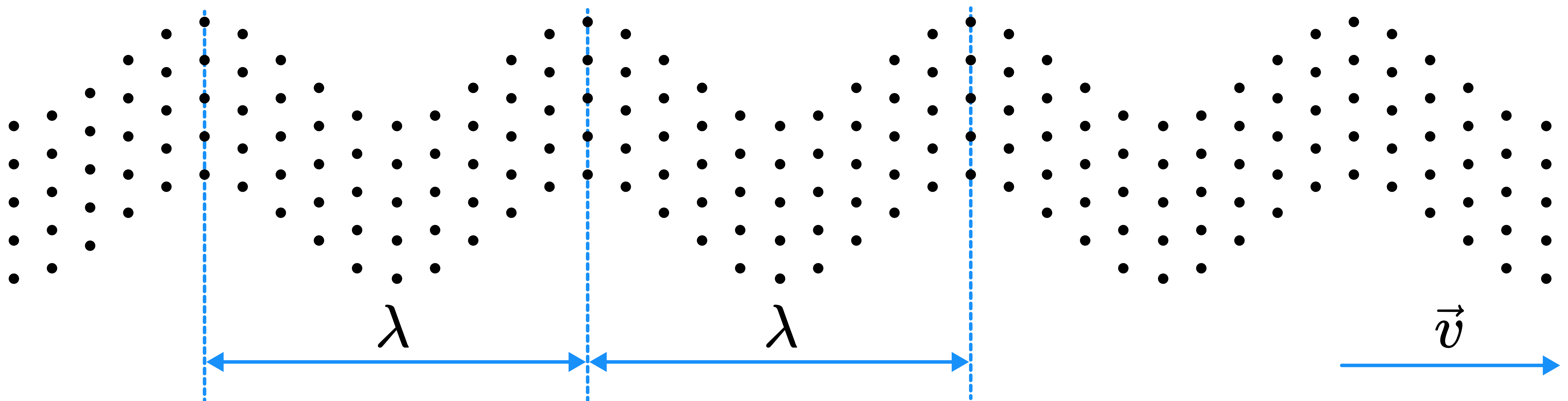
## МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ

Это процесс распространения механических колебаний в упругой среде с течением времени.

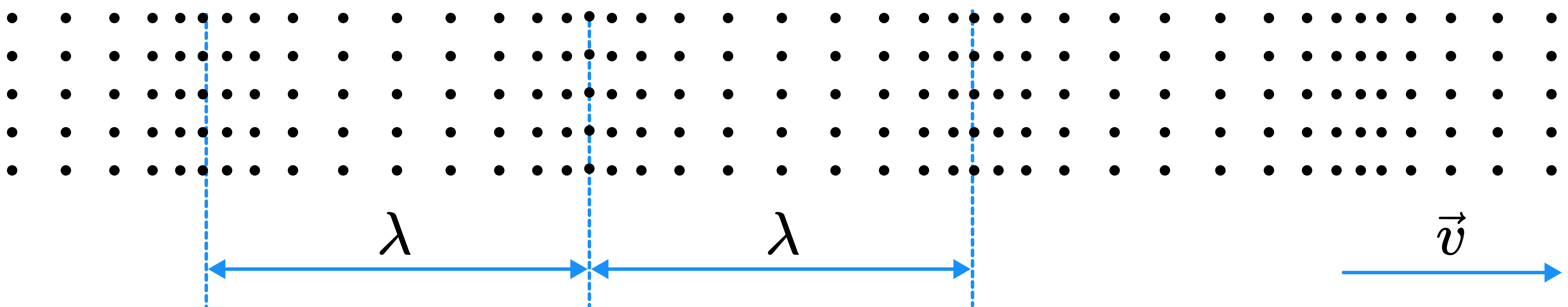
### Виды волн

**1. Поперечная** — это волна, в которой колебание частиц среды происходит перпендикулярно направлению распространения волны.

Поперечные волны могут возникать и распространяться только в **твёрдых** средах, так как для возникновения поперечной волны требуется деформация сдвига, а она возможна только в твёрдых телах.



**2. Продольная** — это волна, в которой колебание частиц среды происходит в направлении распространения волны.

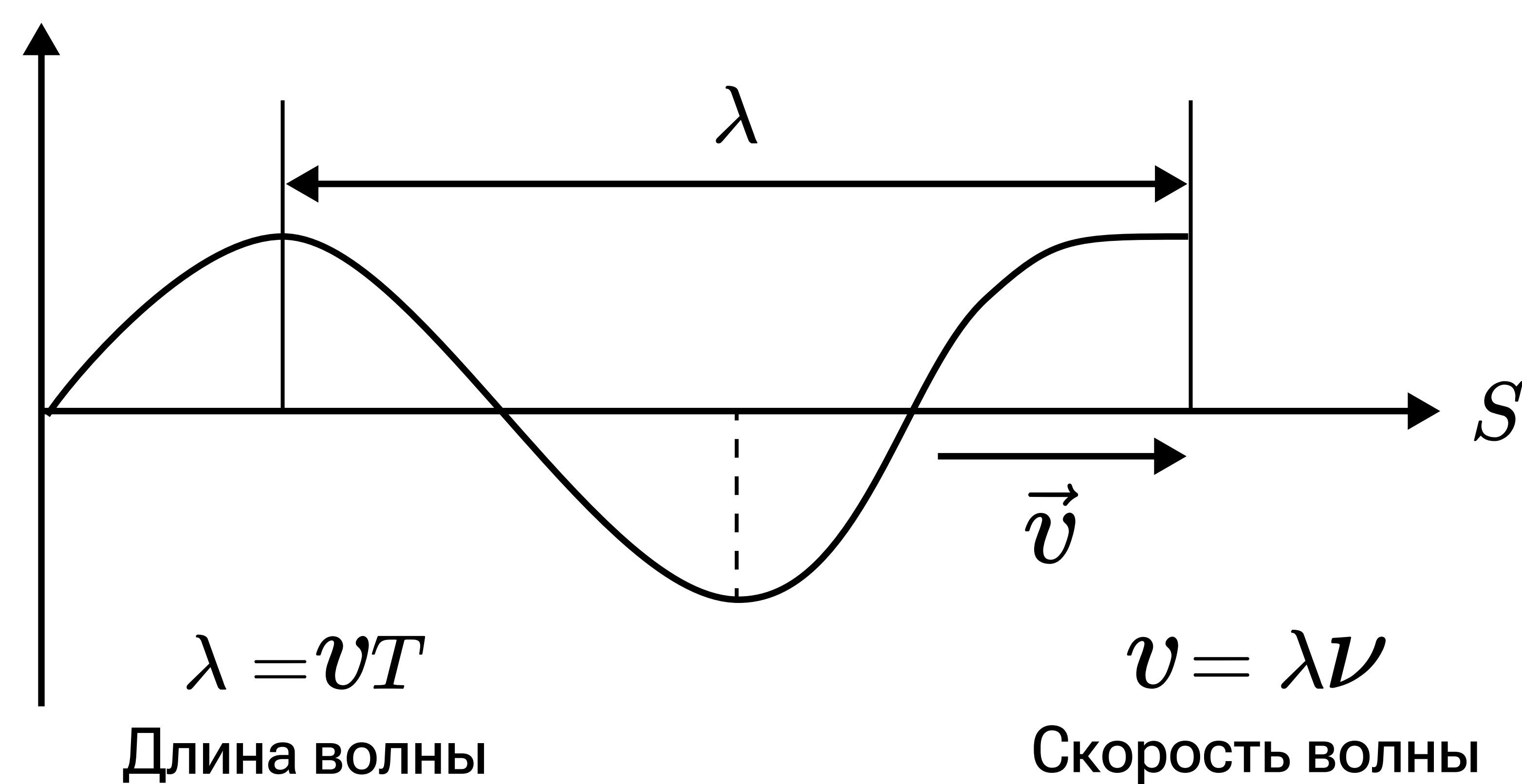


Продольные волны могут возникать и распространяться в любой среде (твёрдой, жидкой, газообразной), так как для возникновения продольной волны необходима деформация сжатия или растяжения.

**ВАЖНО!** Волны — колебания частиц среды, в отсутствии среды существование волны невозможно. В вакууме механические волны не распространяются.

Длина волн( $\lambda$ ) — расстояние, которое проходит волна за время равное периоду.

Скорость распространения волны равна произведению длины волны на частоту колебаний.



## ЗВУК

Физическое явление, представляющее собой распространение упругих волн в газообразной, жидкой или твёрдой среде. Источниками звука являются колеблющиеся тела.

Ухо человека воспринимает в качестве слышимого звука колебания определённого диапазона частот от 20 Гц до 20 000 Гц. Такие колебания называют звуковыми.

- Колебания с частотой меньше 20 Гц называются инфразвуком (выстрелы, молнии)
- Колебания с частотой  $2 \cdot 10^4$  -  $2 \cdot 10^9$  Гц называются ультразвуком (сирены, пчёлы)
- Колебания с частотой более  $2 \cdot 10^9$  Гц называются гиперзвуком («Тепловой» шум вещества)

### Характеристики звуковой волны

**1. Скорость звука** зависит от свойств среды, в которой он распространяется. Чем более жёсткая (или менее сжимаемая) среда, тем выше скорость звука.

**2. Громкость звука** — определяется амплитудой звуковых колебаний. Чем больше амплитуда, тем громче звук.





**3. Высота звука** — частота звуковых колебаний (чем больше частота, тем выше звук).



## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗВУКА С ВЕЩЕСТВОМ

Звук при столкновении с любой поверхностью может повести себя по-разному: он может отражаться, преломляться или поглощаться этой поверхностью.

### 1. Отражение звуковых волн

Если звуковая волна достигает твёрдой гладкой преграды, то она отражается от неё, а звук возвращается к вам в виде эхо.

*Пример:* эхо в горах.

**Эхо** — это звуковая волна, отражённая от удалённой преграды.

### 2. Поглощение звуковых волн

Если среда мягкая, пористая, то звуковая волна больше не возвращается к источнику. Она частично проникает в материал и энергия механической волны переходит в тепловую энергию.

*Пример:* в студиях звукозаписи или кинотеатрах стены защищены мягкими панелями.

На практике звук редко полностью отражается или полностью поглощается. Чаще всего его часть отражается, а часть поглощается.

### 3. Преломление звуковых волн.

**Преломление звука** — это явление, происходящее, когда звуковая волна переходит из одной среды в другую и при этом меняет направление своего распространения.

*Пример:* ультразвуковая диагностика органов человека.

Когда звуковая волна попадает из одной среды в другую, она меняет скорость, и это вызывает изменение направления её движения. Преломление волны на границе сред обусловлено различием в акустическом сопротивлении этих сред, которое зависит как от плотности, так и от упругих свойств.

**ВАЖНО!** При переходе из одной среды в другую меняется скорость звука и длина волны, а частота звука остаётся постоянной.