

# ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ НЕИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

---

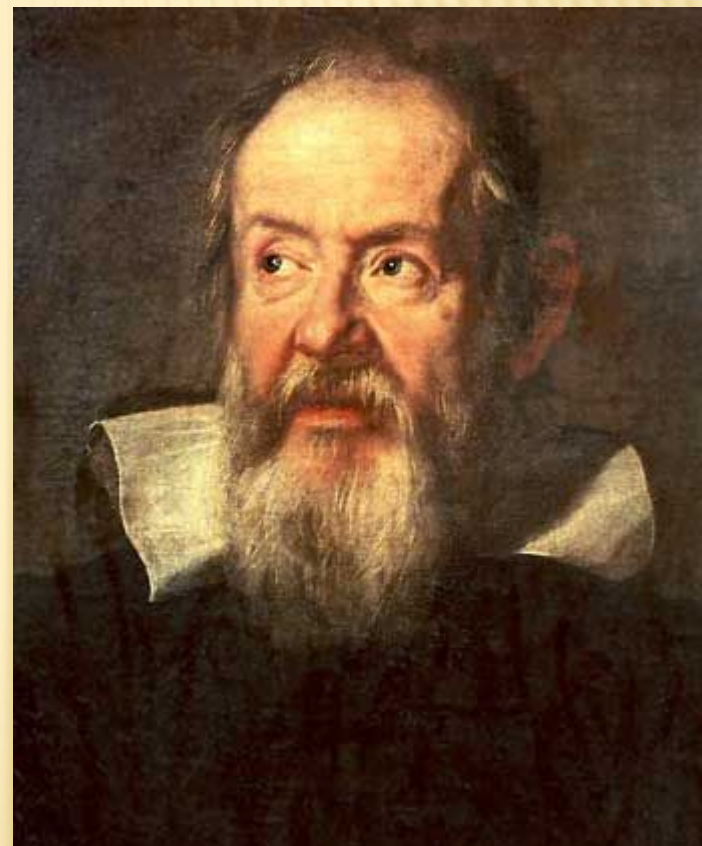
# ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Законами Ньютона можно пользоваться **только** в инерциальных системах отсчета.

Галилео Галилей, исходя из наблюдений над природными явлениями сформулировал классический принцип относительности.

**Классический принцип относительности:**

во всех инерциальных системах отсчета все механические явления протекают одинаково при **одинаковых** начальных условиях.



Галилео Галилей  
(1564-1642)

	Наблюдатель на Земле	Наблюдатель в вагоне, движущемся относительно её поверхности равномерно и прямолинейно
Траектория тела	Прямая линия	Парабола
Начальные условия	Тело покоится	Начальная скорость тела равна по модулю скорости движения вагона относительно Земли и противоположна по направлению.



Падение тела выглядит неодинаково для разных наблюдателей.



# НЕИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

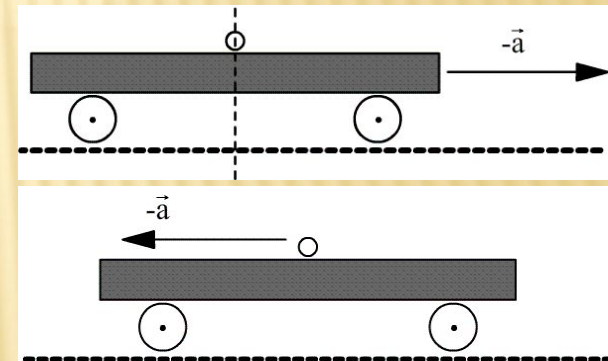
- Инерциальные системы отсчета: **ускорение** тела – результат его взаимодействия с другими телами (результат действия сил).

Пример:

В неподвижном вагоне поезда на гладком столе стоит игрушечный автомобиль.

При начале движения вагона вправо с ускорением  $\vec{a}$  :

- относительно **рельсов** - игрушка своего положения не **изменит**, если действием сил трения можно пренебречь;
- относительно **столика** – игрушка будет катиться влево с ускорением  $-\vec{a}$ , равным по модулю ускорению самого вагона относительно рельсов, но противоположно направленным.



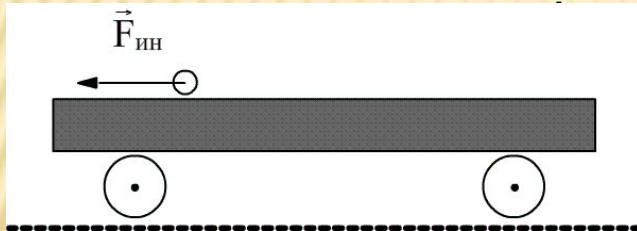
**Неинерциальные системы отсчета** – это системы отсчета, в которых наблюдается ускоренное движение тел при **отсутствии** действия на них сил со стороны других тел.

**Причина** неинерциальности систем отсчета – **ускоренное** движение этих систем отсчета относительно инерциальной системы.

**Движение тел в неинерциальных системах отсчета:** выполняется второй закон Ньютона, если формально считать, что здесь, кроме реальных сил взаимодействия, существует еще так называемые **силы инерции**.

$$F_{ин} = -ma$$

где  $F_{ин}$  – силы инерции;  
 $a$  – ускорение, с которым движется система отсчета



$m$  – масса ускоряемого тела.

Можно сказать, что на автомобиль подействовала сила инерции.

$$\sum \vec{F} + \vec{F}_{ин} = m\vec{a}$$

- Второй закон Ньютона

Где  $\vec{a}$  – ускорение тела относительно неинерциальной системы отсчета;  
 $\sum \vec{F}$  – сумма реальных сил, действующих на тело.

**Пример:** рассмотрим тело в системе отсчета «лифт»:

$\vec{a}$  - ускорение лифта;

$m\vec{g}$  - сила тяжести;

$\vec{N}$  - сила реакции опоры;

$\vec{F}_{ин} = -m\vec{a}$  - сила инерции.

1. Лифт движется вертикально вверх с ускорением  $\vec{a}$  :

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{ин} = 0$$

$$OY: N - mg - ma = 0$$

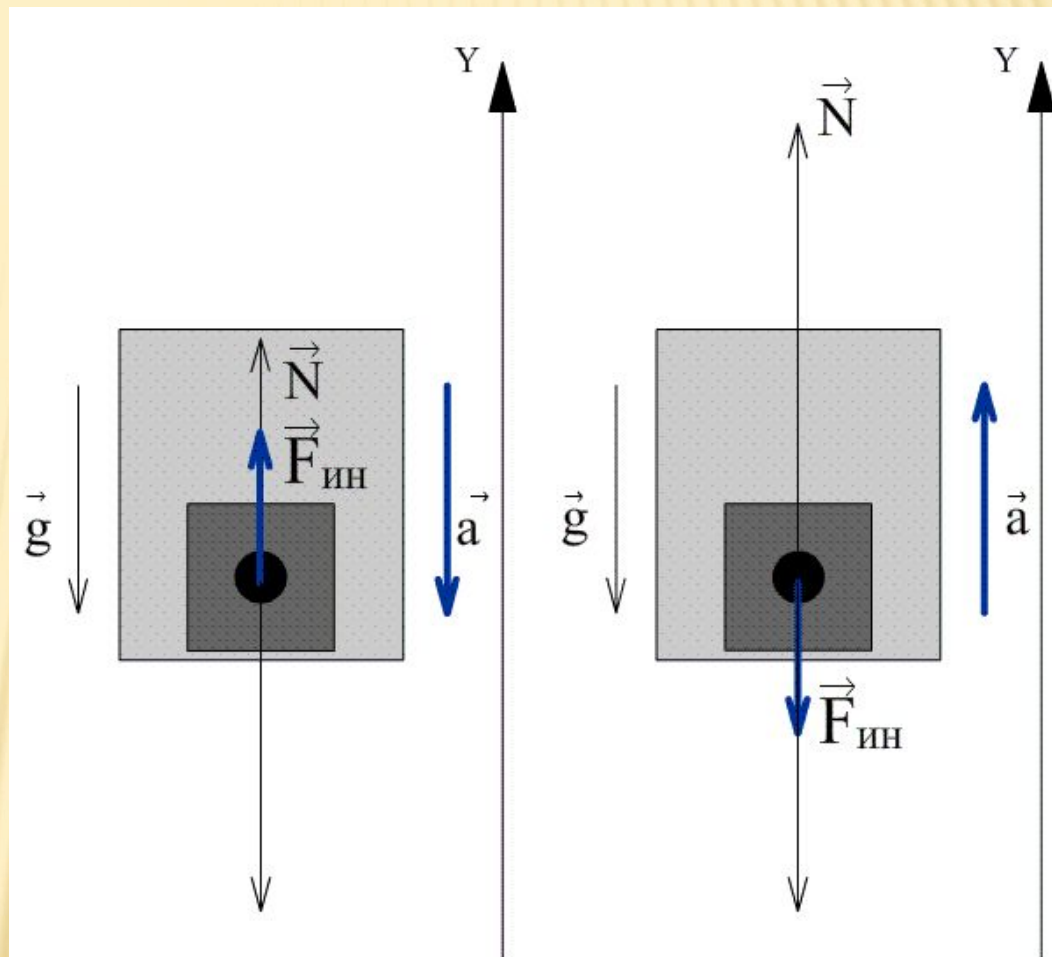
$$N = m(g + a)$$

2. Лифт движется с ускорением  $\vec{a}$ , направленным вертикально вниз:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{ин} = 0$$

$$OY: N - mg + ma = 0$$

$$N = m(g - a)$$





## Движение тел относительно поверхности Земли:

- Земля вращается вокруг своей оси;
- $\omega = a^2 r$  центростремительное ускорение точек поверхности Земли,  $r$  - расстояние от данной точки до оси вращения.  $\omega_{\max} = 0,034 \text{ м/с}^2$
- на тело действует сила инерции, направленная от оси вращения и перпендикулярно ей:

$$\vec{F}_{ин} = -m\omega = ma^2 r$$

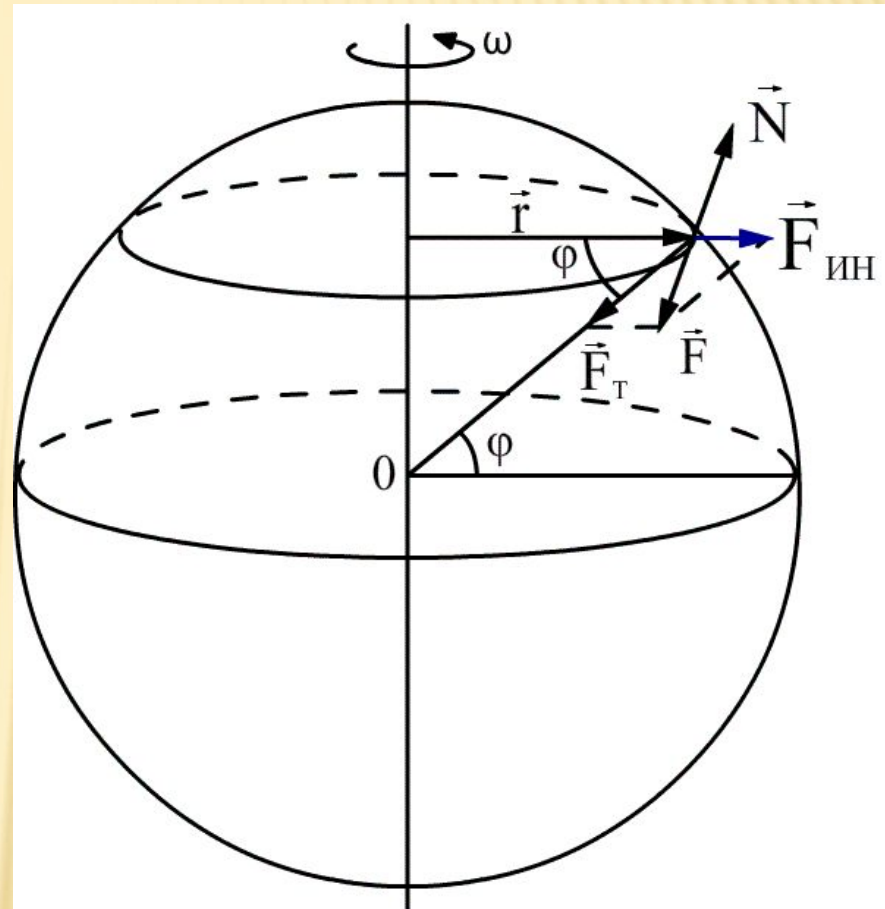


$$\vec{F} = \vec{F}_m + \vec{F}_{ин}$$

Силу  $\vec{P}$ , равную силе, действующей на тело, но приложенную к опоре, называют весом тела.

- сила  $\vec{P}$  на любой широте  $\varphi$ , отличной от  $0^\circ$  и  $90^\circ$  не направлена к центру Земли;

- $\vec{P} = \vec{F}$



Модуль силы инерции, действующая во вращательной системе отсчета на неподвижные тела:

$$F_{ин} = ma^2 r = ma^2 R \cos \varphi$$

где  $r = R \cos \varphi$  расстояние от тела до оси вращения;  
 $\varphi$  - широта местности.

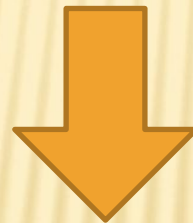
$r$  на разных широтах разное:



На экваторе наибольшее



На полюсе равно нулю



Сила инерции и вес тела имеют различные значения.