



**Только поезд пройдёт вдоль  
разъезда,  
Нам покажется – мы не стоим,  
А безмолвно срываемся с  
места.**

**Только он промелькнет –  
обнажится**

**То же зданьице, поле окрест.**

какой физический принцип иллюстрируют  
эти поэтические строки?

**Ю.П. Кузнецов «Отцепленный вагон»**



Тело может находиться в состоянии  
покоя относительно одного тела

И

Одновременно в состоянии движения  
относительно другого тела



Тема

# Относительность движения





# Относительность движения

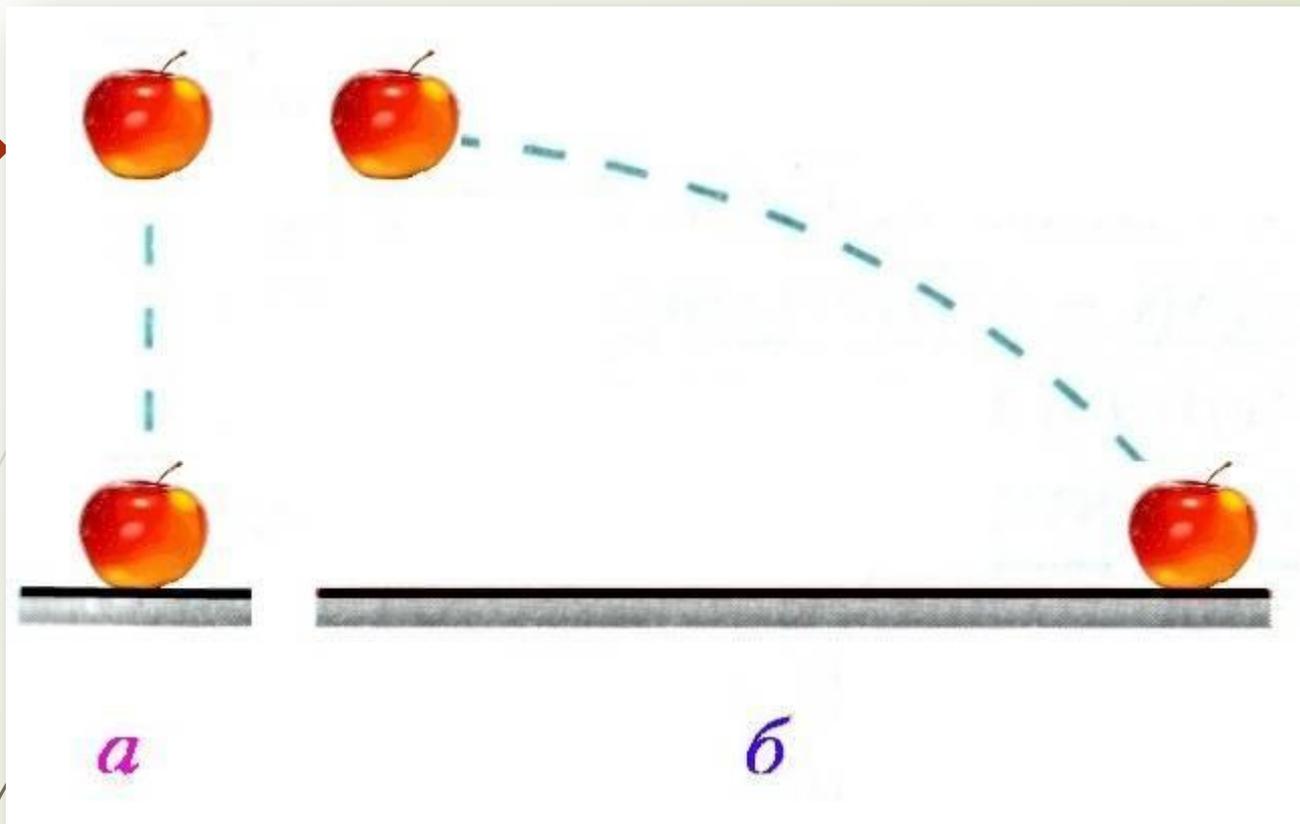
- проявляется в том, что скорость, траектория, путь и некоторые другие характеристики движения относительны, т.е. они могут быть различны в разных системах отсчета



В системе отсчёта,  
связанной с Землей,  
траектория капель –  
**вертикальная линия.**



В системе отсчёта,  
связанной с автобусом,  
траектория капель –  
**наклонная линия.**



С полки движущегося вагона падает яблоко по **прямой вертикальной линии** относительно пассажира, находящегося в вагоне (**рис. а**).  
Относительно стоящего на платформе человека траектория того же яблока – **кривая линия** (**рис. б**).

Вертолет вертикально опускается на землю.

Относительно вертолета точка А будет все время двигаться по **окружности**.

Для наблюдателя та же самая точка будет двигаться по **винтовой траектории**.



## ЗАДАЧА

**Относительно чего человек в вагоне движется?**

**Относительно чего человек в вагоне остается в покое?**



## ЗАДАЧА

Найти скорость человека, переходящего по лодке, относительно лодочной станции.

**НСО** – Неподвижная система отсчета (берег, лодочная станция)

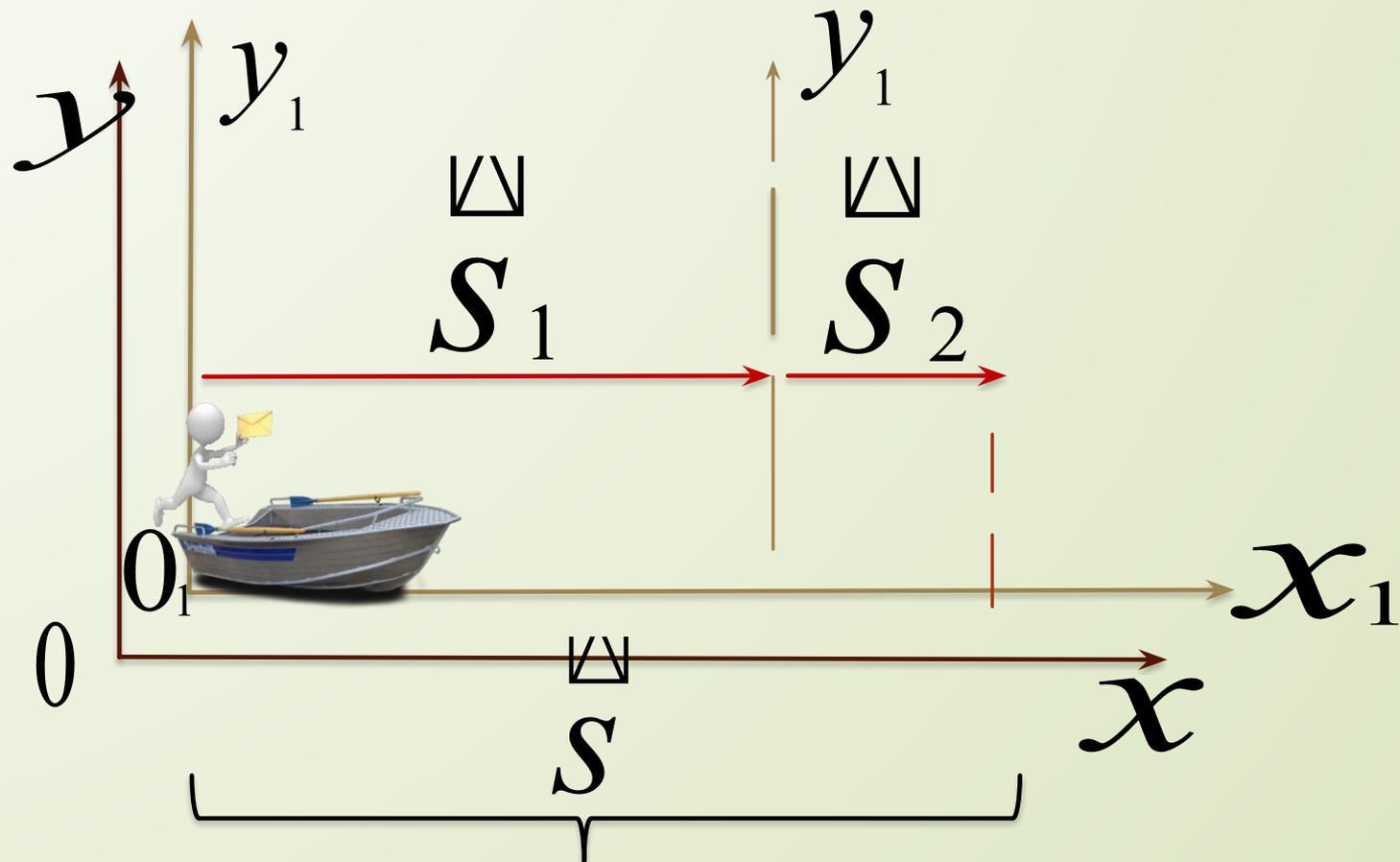
**ПСО** – Подвижная система отсчета (лодка)

# Лодка – **ПСО**; Берег – **НСО**

$S_1$  – перемещение ПСО относительно НСО

$S_2$  – перемещение человека относительно ПСО

$S$  – перемещение человека относительно НСО



# Выведем классический закон сложения скоростей

$$\begin{aligned} \mathbb{W} S &= \mathbb{W} S_1 + \mathbb{W} S_2 \quad / \quad :t \\ \frac{\mathbb{W} S}{t} &= \frac{\mathbb{W} S_1}{t} + \frac{\mathbb{W} S_2}{t} \\ \mathbb{W} \underline{\underline{U}} &= \mathbb{W} \underline{\underline{U}}_1 + \mathbb{W} \underline{\underline{U}}_2 \end{aligned}$$

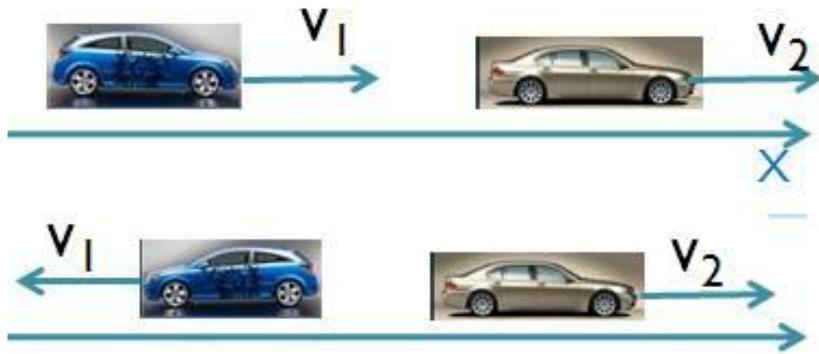
# Классический закон сложения скоростей

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$\vec{v}$  – скорость человека относительно НСО

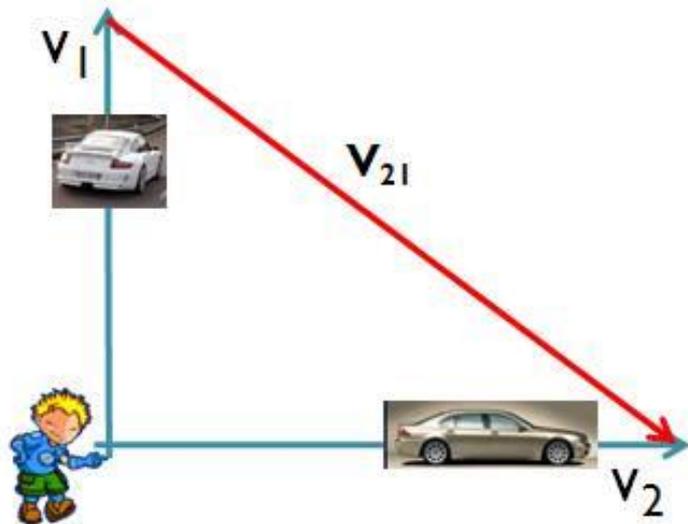
$\vec{v}_1$  – скорость ПСО относительно НСО

$\vec{v}_2$  – скорость человека относительно ПСО



$$v_{21} = v_2 - v_1$$

$$v_{21} = v_2 + v_1$$

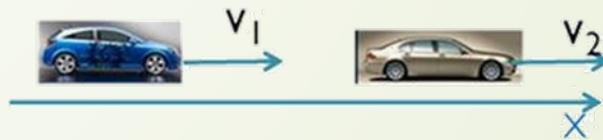


$$v_{21} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

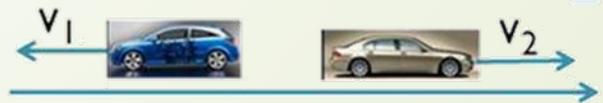
- 
- Анализ условия задачи, выделение движущихся тел. Краткая запись условия задачи. Определение неподвижной и подвижной системы отсчета (НСО и ПСО), движущегося тела.
  - Записать закон сложения скоростей или перемещений в векторной форме.
  - Изобразить графически параметры заданных движений, при этом выбрать начальный момент времени и совместить начало НСО и ПСО.
  - Отобразить на графике, который строится под первоначальным, изменение величин, описанных в задаче со временем.
  - Сравнение закона сложения скоростей (перемещений) и графика.
  - Записать закон сложения скоростей (перемещений) в проекциях на оси координат, объединив их в систему (или найти геометрическую сумму путем сложения векторов).
  - Решить полученную систему уравнений. Подставить в решение общего вида значения величин и произвести вычисления.
  - На примерах решения типовых задач на относительность движения покажем применение данного способа решения.

### Задача № 1.

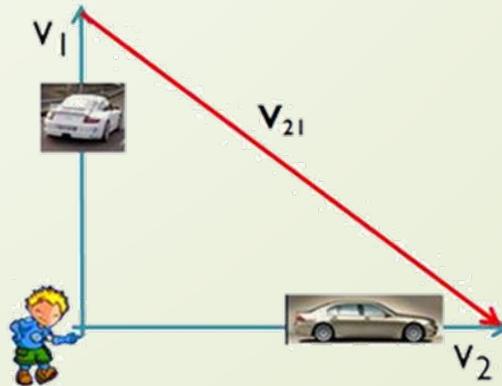
Два поезда движутся равномерно друг за другом. Скорость первого 80 км/ч, а второго 60 км/ч. Какова скорость второго поезда относительно первого ?



$$v_{21} = v_2 - v_1$$



$$v_{21} = v_2 + v_1$$



$$v_{21} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

## Задача №2

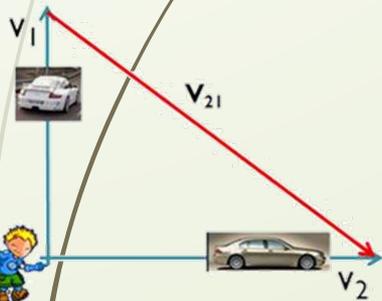
Скорость течения реки  $V = 1,5$  м/с. Каков модуль скорости  $V_1$  катера относительно воды, если катер движется перпендикулярно к берегу со скоростью  $V_2 = 2$  м/с относительно него.



$$v_{21} = v_2 - v_1$$



$$v_{21} = v_2 + v_1$$



$$v_{21} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

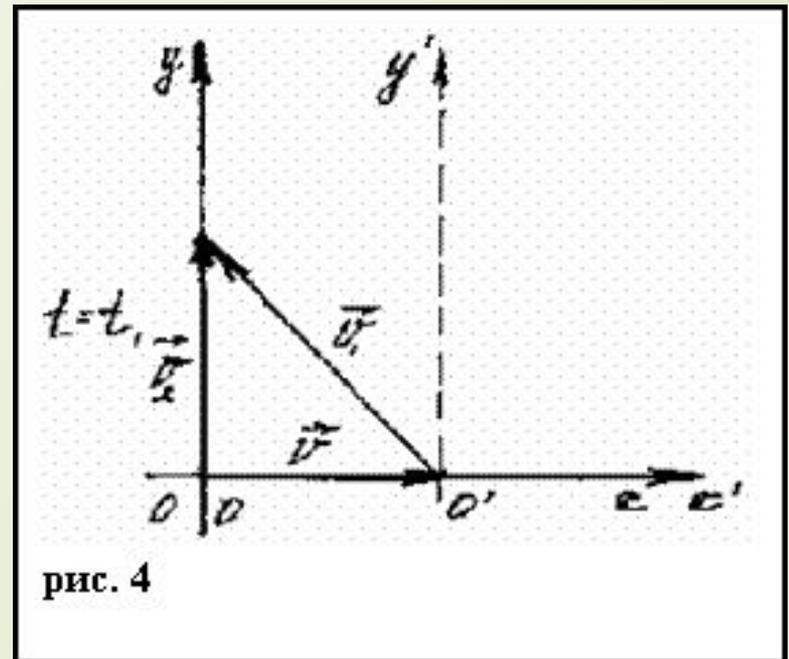
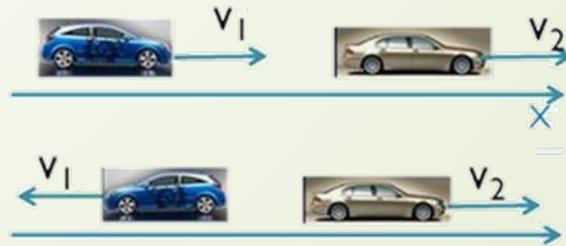


рис. 4

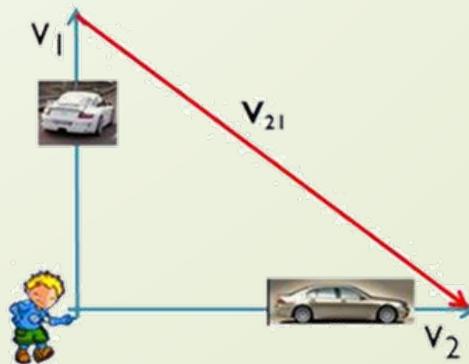
### Задача № 3

Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 72 и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 14 с. Какова длина второго поезда ?



$$v_{21} = v_2 - v_1$$

$$v_{21} = v_2 + v_1$$



$$v_{21} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

#### Задача № 4

Катер, двигаясь против течения реки, проплывает около стоящего на якоре буя и встречает там плот. Через 12 минут после встречи катер повернул обратно и догнал плот на расстоянии 800м ниже буя. Найти скорость течения реки.

#### □ Задача № 5

□ Автоколонна длиной 2 км движется со скоростью 40 км/ч. Мотоциклист выехал из хвоста колонны со скоростью 60 км/ч. За какое время он достигнет головной машины ? Какой путь за это время пройдет мотоциклист относительно Земли ?

#### Задача № 6

Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься идущий вверх пассажир по движущемуся эскалатору ?

Задача 7. Теплоход длиной  $l$  м движется прямолинейно по озеру со скоростью  $v$ . Катер, имеющий скорость  $u$  км/ч, проходит расстояние от кормы до носа движущегося теплохода и обратно за время  $t$  с. Найти скорость теплохода.

- Задача 8. Пролетая над пунктом А, пилот вертолета догнал воздушный шар, который сносило ветром по курсу вертолета. Через полчаса пилот повернул обратно и встретил воздушный шар в 30 км от пункта А. Чему равна скорость ветра, если мощность двигателя вертолета оставалась постоянной?

Задача не требует решения: шар снесло за час на 30 км, следовательно, скорость ветра 30 км/ч. Хотя, конечно, можно было бы определить скорость удаления шара и вертолета на пути туда, затем скорость сближения на пути обратно... Записать разность расстояний, которые пролетел пилот туда и обратно и приравнять эту разность к 30 км... Но ответ будет тот же самый, тогда зачем усложнять?



Задача 9. Два автомобиля движутся навстречу друг другу с равными скоростями по 80 км/ч каждая. За какое время расстояние между ними уменьшится на 10 км?

- Задача 10. По двум параллельным железнодорожным линиям равномерно движутся два поезда: грузовой длиной 630 м со скоростью 48 км/ч и пассажирский длиной 120 м со скоростью 102 км/ч. В течение какого времени пассажирский поезд проходит мимо машиниста грузового, если поезда движутся:
  - а) в одном направлении;
  - б) навстречу друг другу?



Задача 11. По двум взаимно перпендикулярным дорогам движутся равномерно грузовая и легковая машины со скоростями 36 км/ч и 72 км/ч соответственно. На каком расстоянии окажутся друг от друга машины через 10 мин после встречи у перекрестка?

□ Задача 12. По гладкой горизонтальной поверхности льда скользят в одном направлении массивный брусок со скоростью  $u = 1$  м/с и небольшая шайба со скоростью  $u = 3$  м/с, догоняющая брусок. В некоторый момент времени шайба находилась в точке В на расстоянии  $L = 1$  м от бруска. Через какое время, считая от этого момента, шайба вернётся в точку В? Столкновение шайбы с бруском упругое. Скорость шайбы перпендикулярна грани бруска, о которую она ударяется. Масса шайбы намного меньше массы бруска.