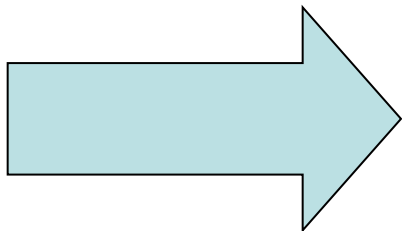


# ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ГАЛИЛЕЯ

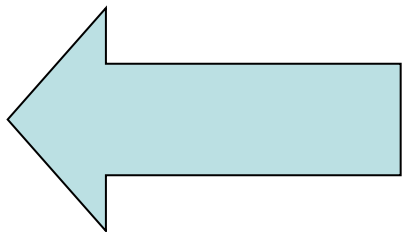
Бирюкова Ксения Сергеевна,  
10А класс, МОУ «Гимназия №5»,  
Г. Юбилейный Московской  
области,  
[birykova1996@mail.ru](mailto:birykova1996@mail.ru)

Научный руководитель:  
профессор кафедры «Прикладная  
механика и математика»  
Московского государственного  
строительного университета, д.т.н.,  
с.н.с  
Лебедев Владимир Валентинович,  
[Lebedev\\_v\\_2010@mail.ru](mailto:Lebedev_v_2010@mail.ru)

# ИНСТРУКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММОЙ



**Переход к следующему слайду, действию или ускорение действия.**



**Повторение предыдущего слайда, действия или отмена текущего действия.**

«Результаты стрельбы будут всегда одинаковые, к какой бы стране света она ни была направлена... это произойдет потому, что так же должно получаться, будет ли Земля в движении или стоять неподвижно... Дайте движение кораблю, и притом с какой угодно скоростью, тогда (если только движение его будет равномерным, а не колеблющимся туда и сюда) вы не заметите ни малейшей разницы».

«Письма к Инголи», 1624 г.



**Галилео-Галилей**  
(1564-1642)

Художник Оттавио Леони

Цель работы:

фронтально показать классу основные положения принципа относительности Галилея.

Актуальность работы:

непонимание учениками взаимосвязей между различными системами координат.

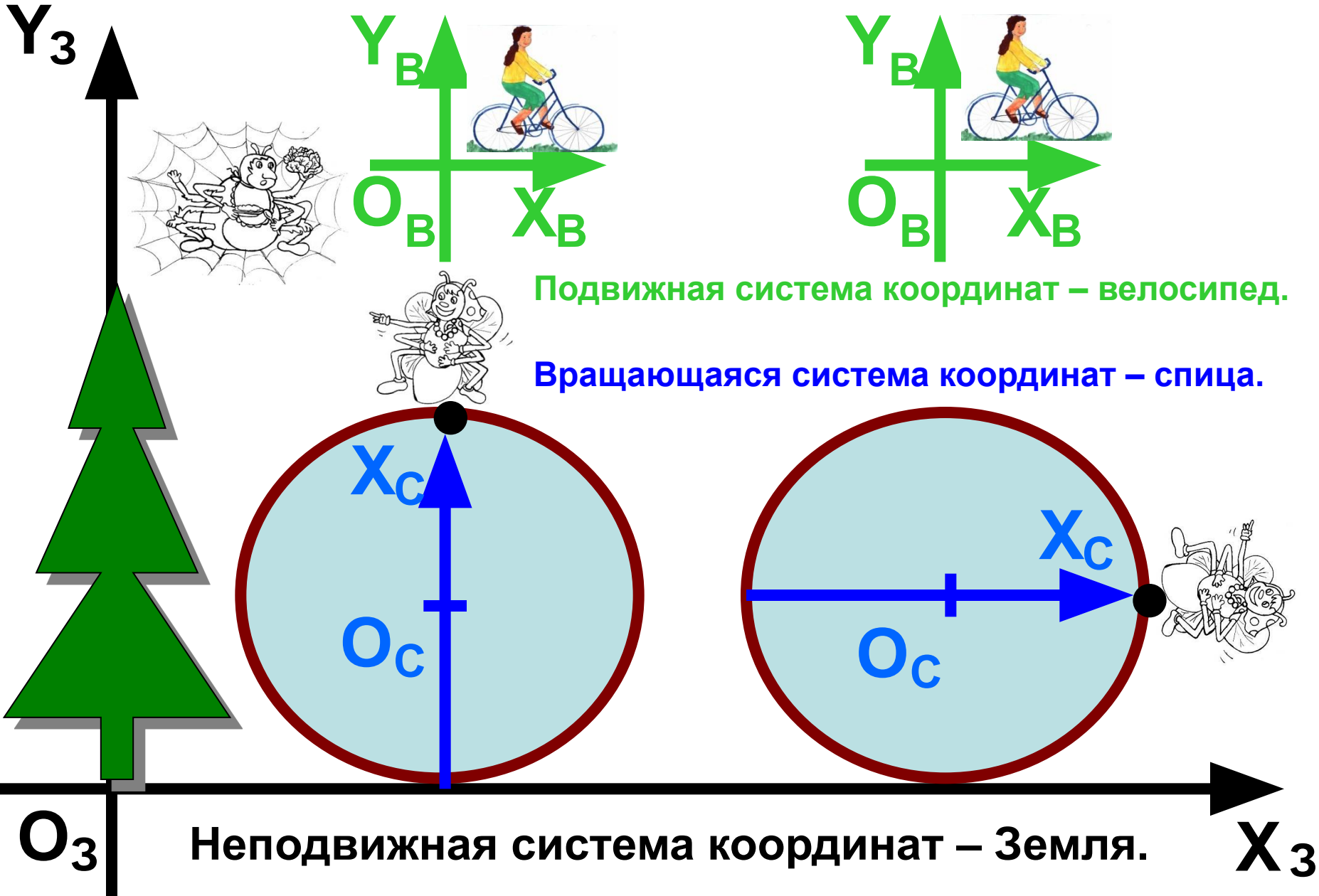
Новизна работы:

зрительная демонстрация материала, возможность многократного повторения основных положений теории.

Практическая значимость работы:

отработка умения и закрепление навыков решения задач по физике (части А,В,С ЕГЭ и олимпиадные задачи).

# ПРИНЦИП ГАЛИЛЕЯ ОПИСЫВАЕТ ДВИЖЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ КООРДИНАТ



# АБСОЛЮТНОГО ДВИЖЕНИЯ НЕТ! ДВИЖЕНИЕ ВСЕГДА ОТНОСИТЕЛЬНО!

Муха спит на конце спицы колеса. По какой траектории двигается муха?

1) Относительно спицы муха не двигается.  
В системе координат «Спица» муха покоится.  
Траектория мухи в системе координат «Спица» – точка.

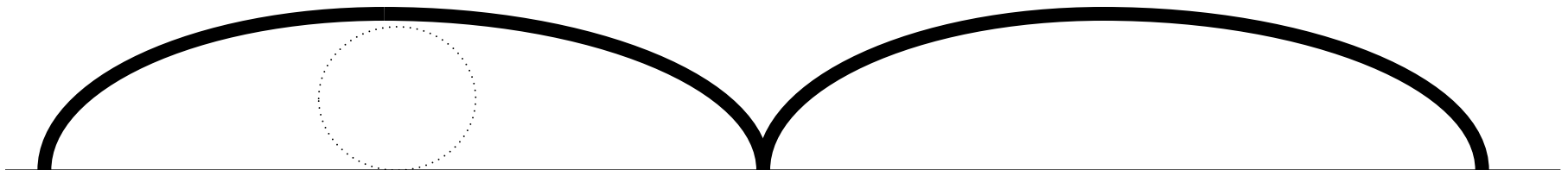


2) Относительно оси велосипеда муха движется по окружности. Велосипедист может увидеть три типа траектории мухи:

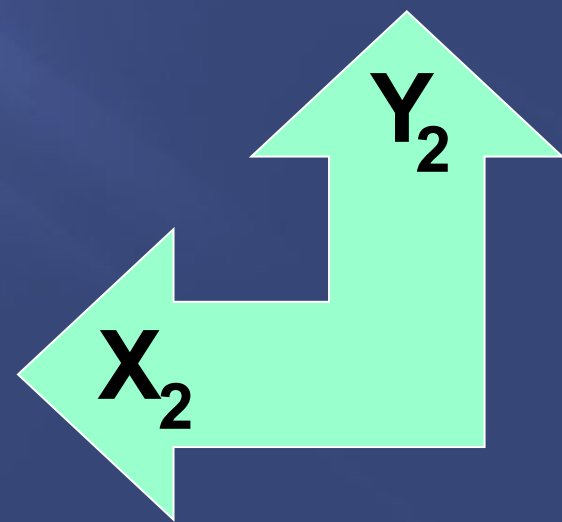
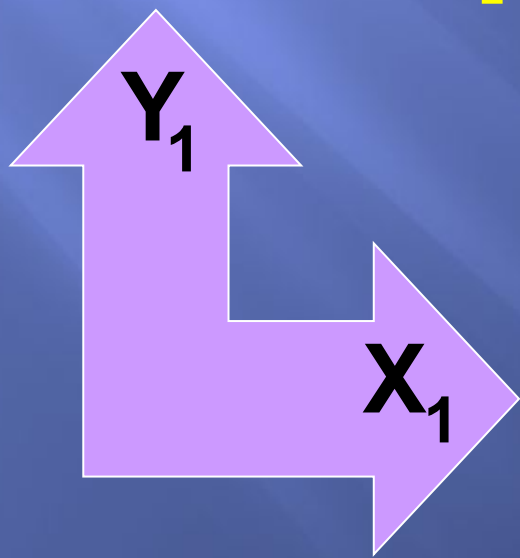
- окружность (если смотрит с оси велосипеда);
- эллипс (если смотрит под углом к оси);
- отрезок (если смотрит на колесо сверху).



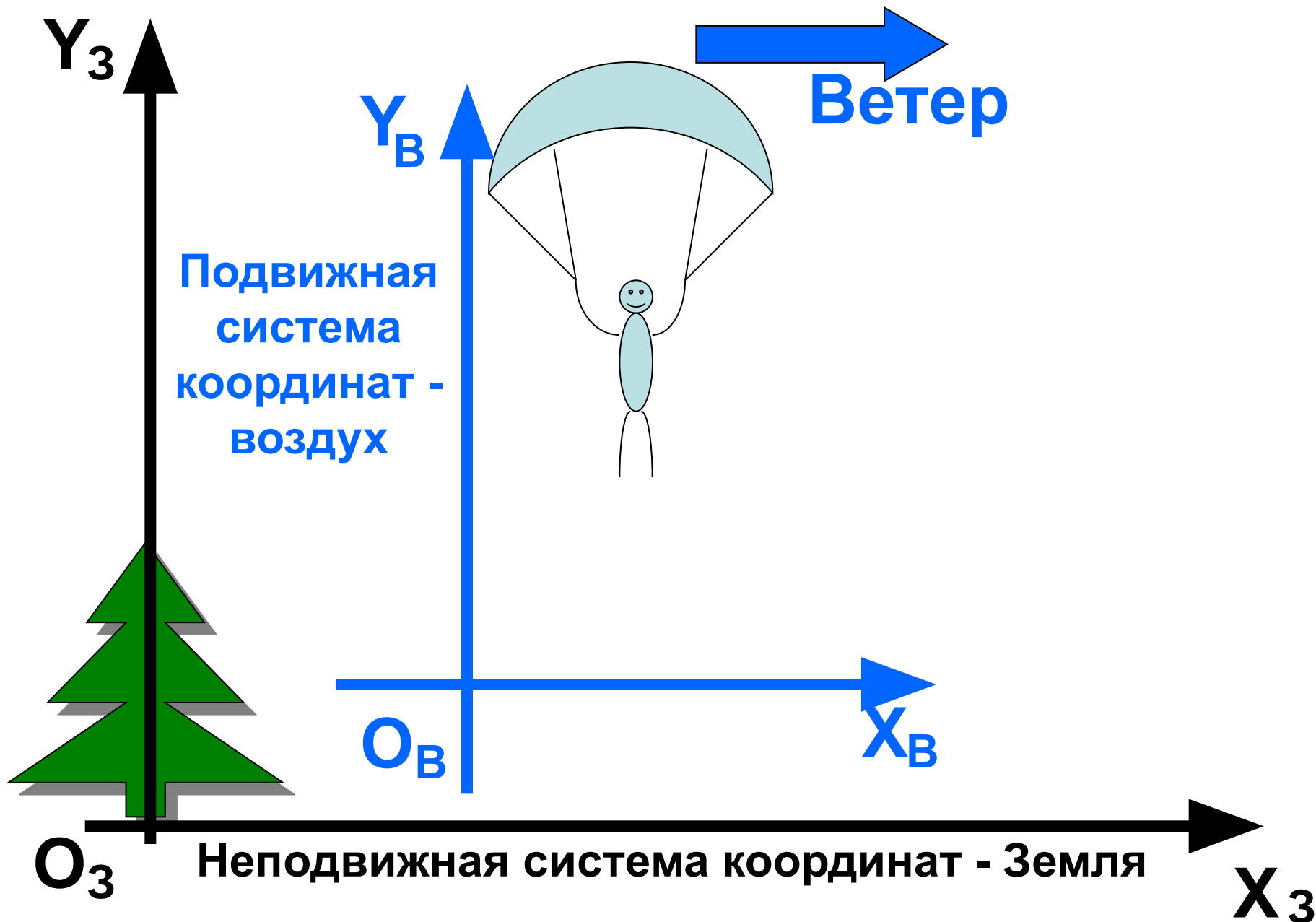
3) Относительно Земли муха движется по циклоиде.



# ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ КООРДИНАТ



# ПАРАШЮТИСТ И ВЕТЕР

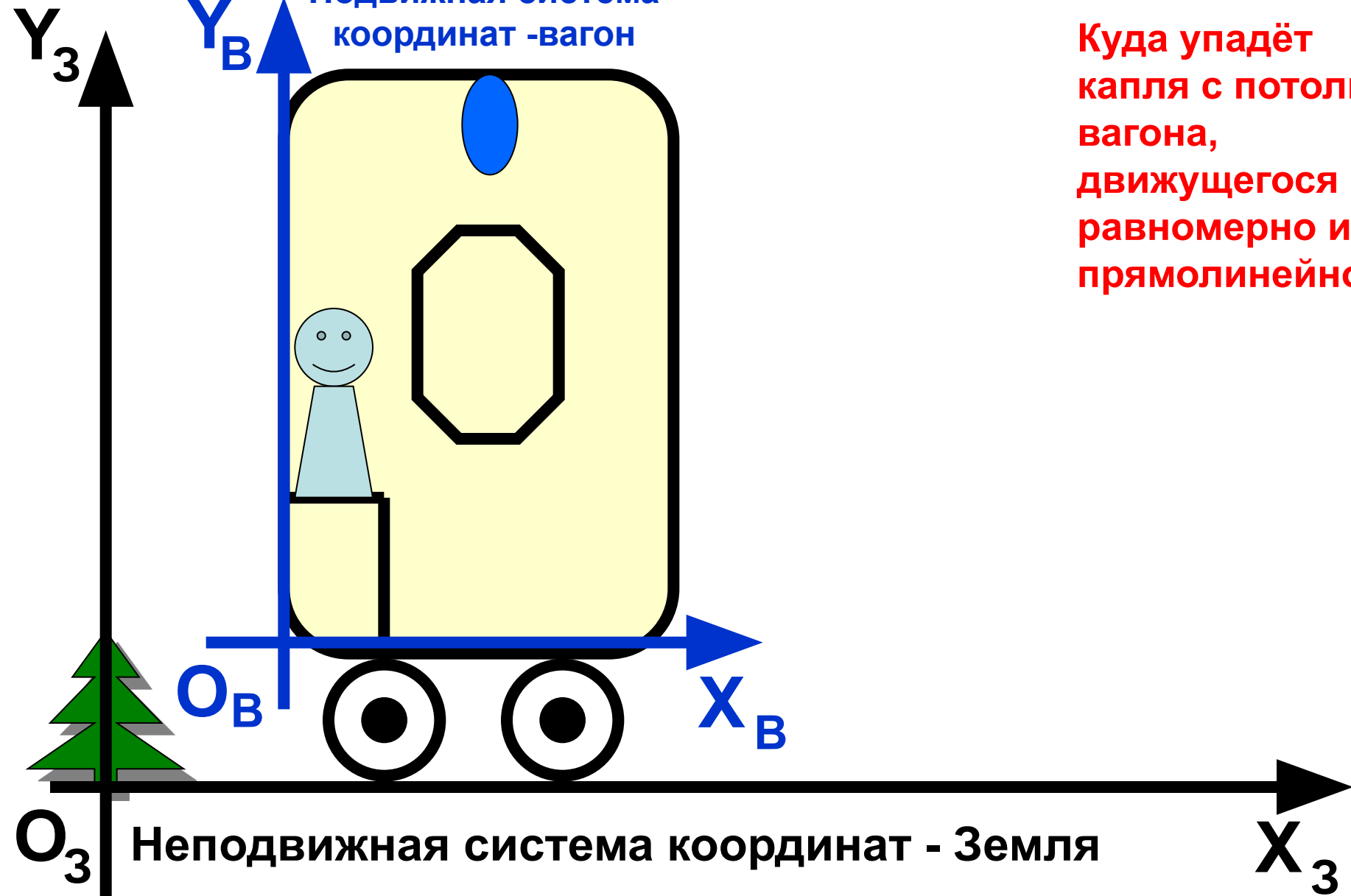




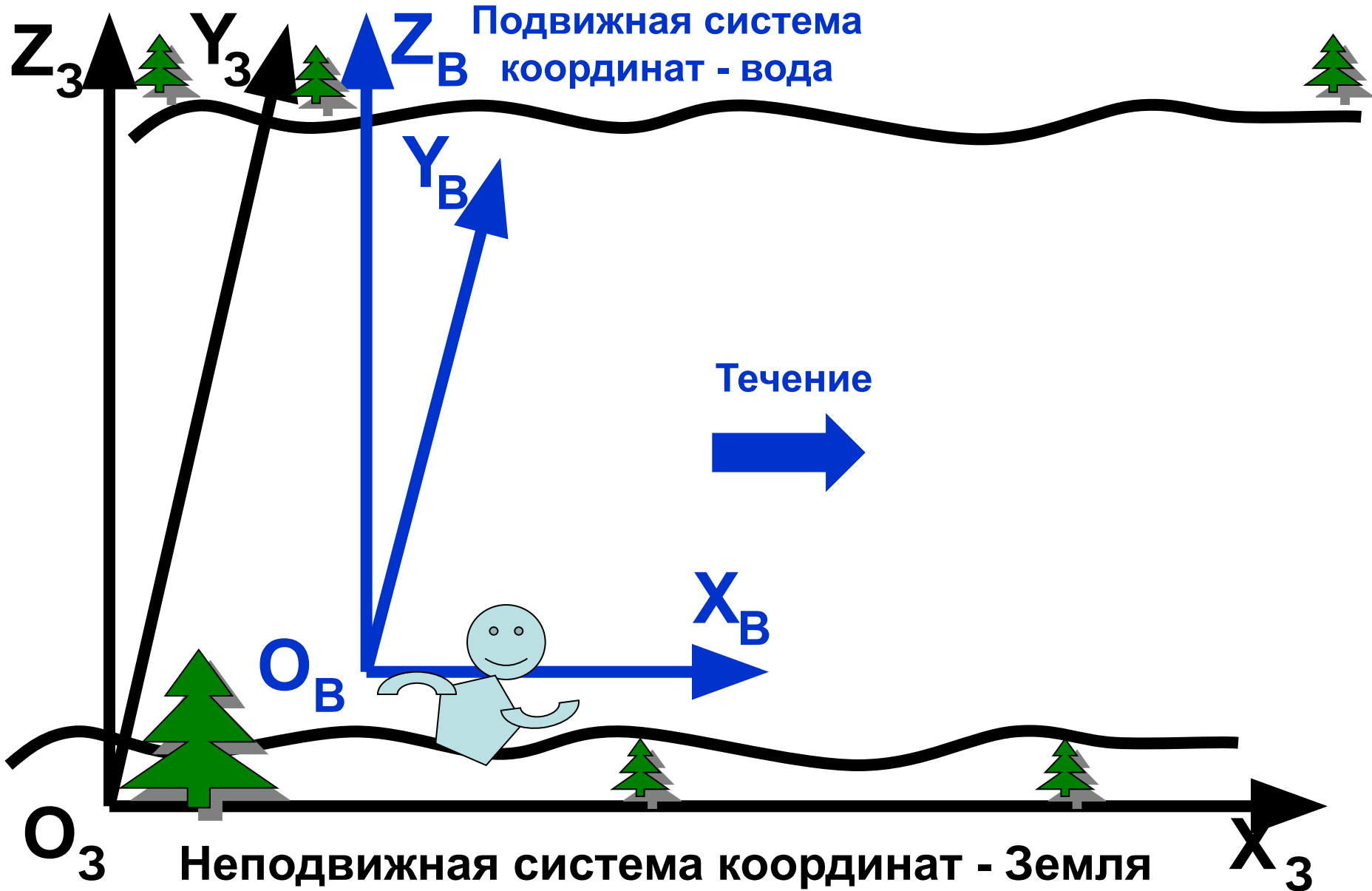
# КАПЛЯ ПАДАЕТ В ВАГОНЕ

Подвижная система  
координат - вагон

Куда упадёт  
капля с потолка  
вагона,  
движущегося  
равномерно и  
прямолинейно?

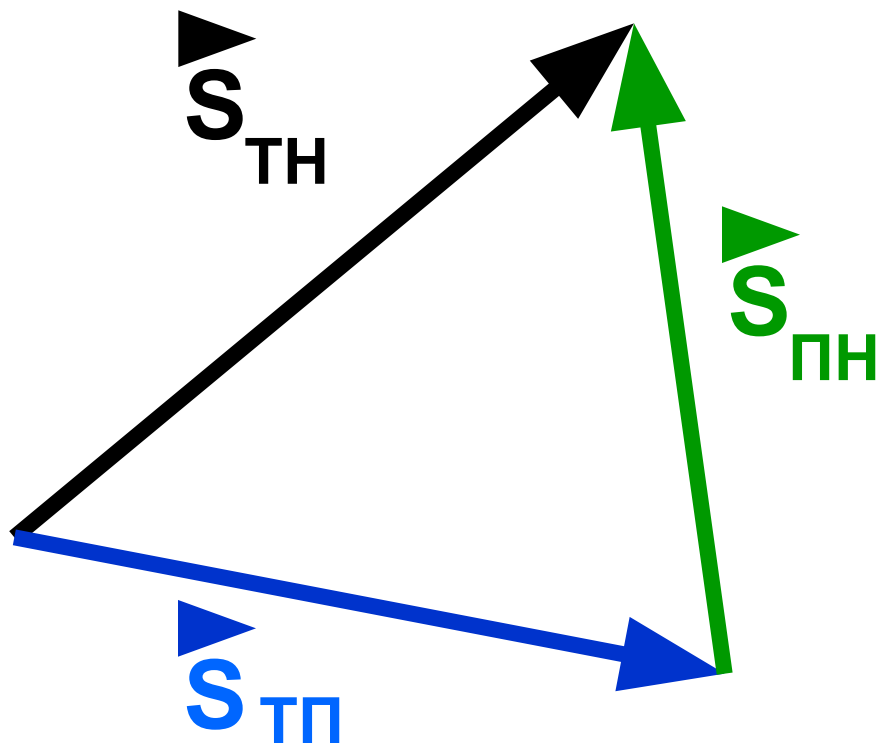


# ЧЕЛОВЕК ПЕРЕПЛЫВАЕТ РЕКУ



# ПРИНЦИП ГАЛИЛЕЯ ДЛЯ СЛОЖЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ – ЭТО ТРЕУГОЛЬНИК ВЕКТОРОВ

$$\vec{s}_{\text{ТН}} = \vec{s}_{\text{ТП}} + \vec{s}_{\text{ПН}}$$



Если известны любые два вектора, то всегда можно найти третий вектор.

$\vec{s}_{\text{ТН}}$

- перемещение тела относительно неподвижной системы координат;

$\vec{s}_{\text{ТП}}$

- перемещение тела относительно подвижной системы координат;

$\vec{s}_{\text{ПН}}$

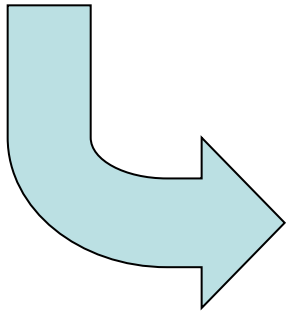
- перемещение подвижной системы координат относительно неподвижной.

# ВЗАИМОСВЯЗЬ ДВУХ ФОРМ ЗАПИСИ

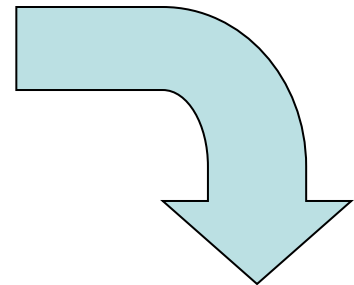
$$\vec{s}_{\text{ТН}} = \vec{s}_{\text{ТП}} + \vec{s}_{\text{ПН}}$$

Принцип Галилея для сложения перемещений.

Делим каждое слагаемое на время  $t$ .



$$\frac{\vec{s}_{\text{ТН}}}{t} = \frac{\vec{s}_{\text{ТП}}}{t} + \frac{\vec{s}_{\text{ПН}}}{t}$$



Принцип Галилея для сложения скоростей.

$$\vec{v}_{\text{ТН}} = \vec{v}_{\text{ТП}} + \vec{v}_{\text{ПН}}$$

# ПРИНЦИП ГАЛИЛЕЯ ДЛЯ СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ – ЭТО ТРЕУГОЛЬНИК ВЕКТОРОВ

Если известны любые два вектора, то всегда можно найти третий вектор.

$$\vec{v}_{ТН} = \vec{v}_{ТП} + \vec{v}_{ПН}$$

$\vec{v}_{ТН}$

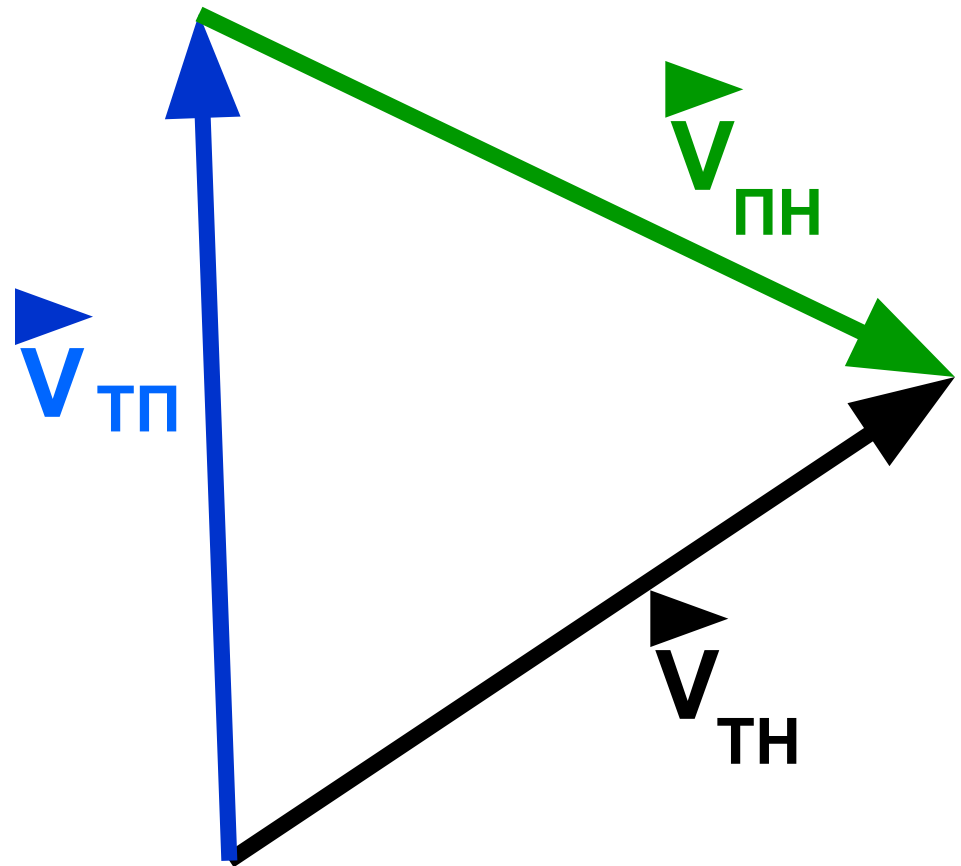
- скорость тела относительно неподвижной системы координат;

$\vec{v}_{ТП}$

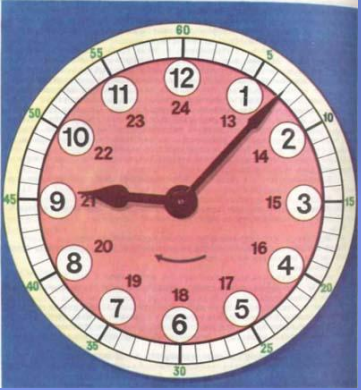
- скорость тела относительно подвижной системы координат;

$\vec{v}_{ПН}$

- скорость подвижной системы координат относительно неподвижной.



**НЕ  
СУЩЕСТВУЕТ  
ПРИНЦИПА  
ГАЛИЛЕЯ ДЛЯ  
СЛОЖЕНИЯ  
УСКОРЕНИЙ!**



# БЫСТРОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ (А, В – ЕГЭ)

# КОМПЛЕКС ЗАДАЧ О ДОЖДЕ

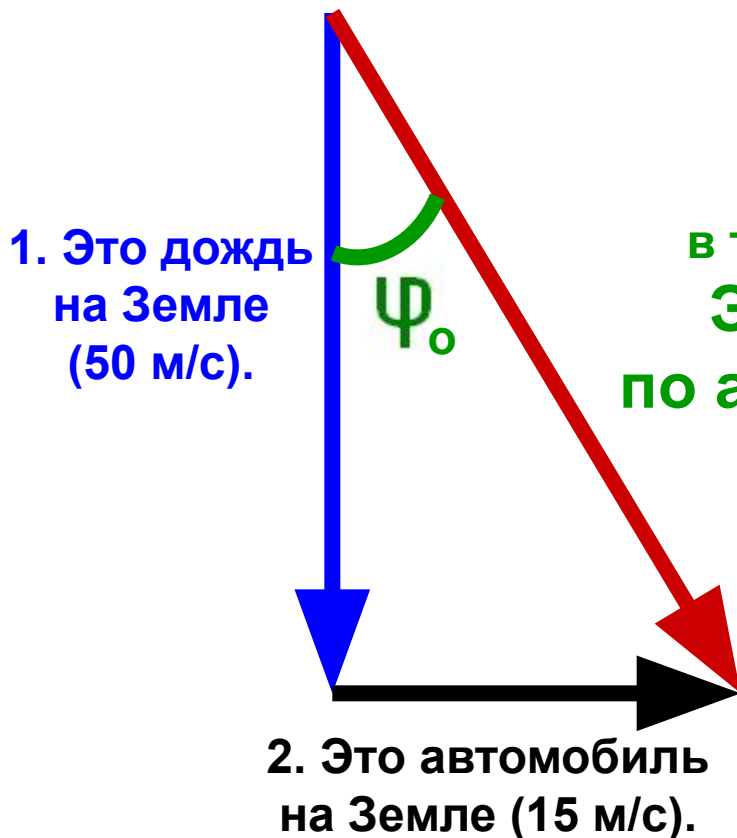
Капли дождя падают вертикально со скоростью 50 м/с.

Автомобиль едет со скоростью 15 м/с.

При каком угле наклона к вертикали заднее стекло останется сухим?

**Решаем очень быстро – в три действия !**

**Четвёртое действие – ответ.**



3. Этого не хватает в треугольнике!  
Это дождь по автомобилю.

**А это ответ на пятёрку!**

**Ответ:**

$$\operatorname{tg}\psi_0 = 15/50 = 0,3 ;$$

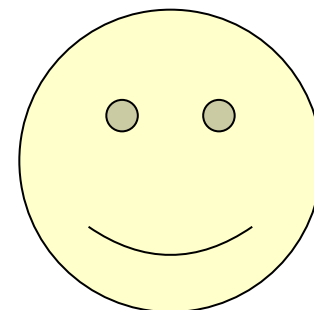
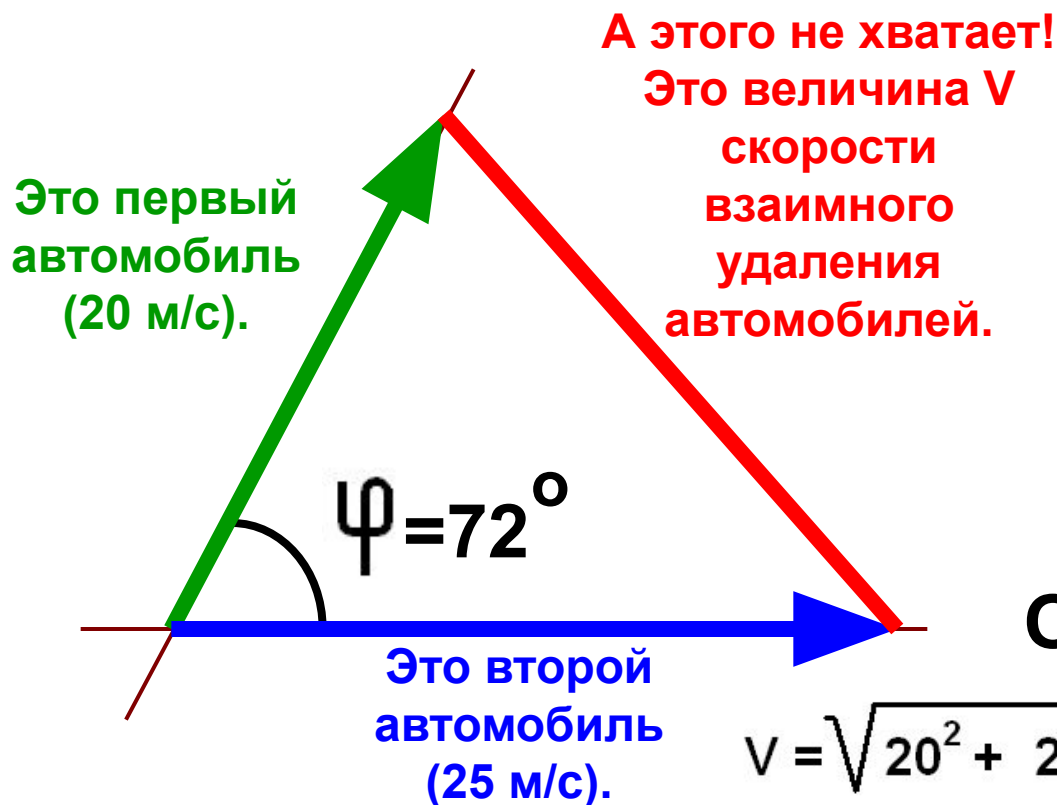
$$\psi \leq 16,7^\circ .$$



# КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ОБ АВТОМОБИЛЯХ

Два автомобиля удаляются от перекрёстка дорог, расходящихся под углом 72 градуса. Скорость одного автомобиля 72 км/ч, другого – 90 км/ч. С какой скоростью удаляются автомобили друг от друга?

**Решаем очень быстро – действия не считаем !**  
**Это перекрёсток дорог.**



Повторяем геометрию.

Теорема косинусов.

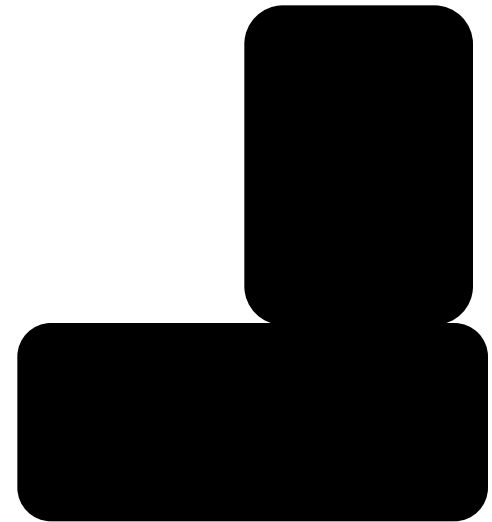
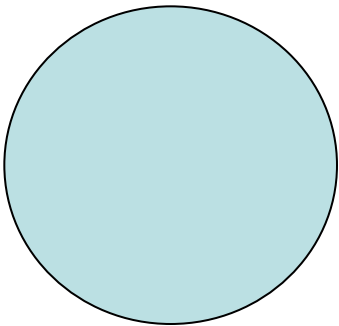
Ответ:

$$V = \sqrt{20^2 + 25^2 - 2 \cdot 20 \cdot 25 \cdot \cos 72} = 26,76 \text{ м/с.}$$

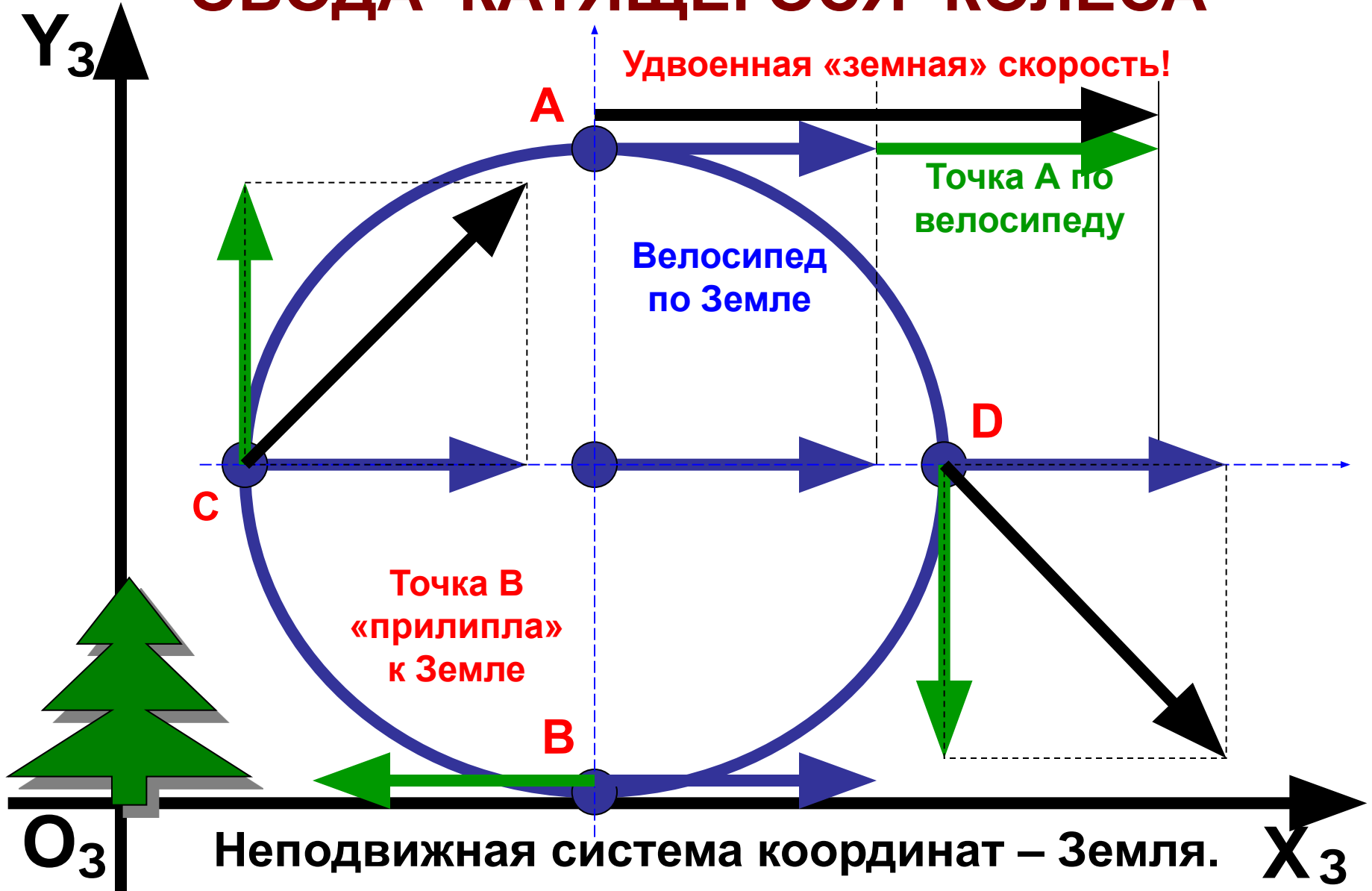
# ЗАДАЧИ ОБ УДАРЕ ПО МЯЧУ

Мяч летит горизонтально на футболиста со скоростью 20 м/с. Футболист ударяет абсолютно упруго по летящему навстречу мячу тяжёлым ботинком со скоростью 18 м/с. С какой скоростью полетит мяч после удара?

- 1) Ботинок «видит», что мяч летит к нему со скоростью  $20+18=38$  м/с.
- 2) После абсолютно упругого удара мяч отскочит от ботинка с такой же скоростью 38 м/с, но вперёд.
- 3) Ботинок добавит ещё 18 м/с. Ответ:  $38+18=56$  м/с.



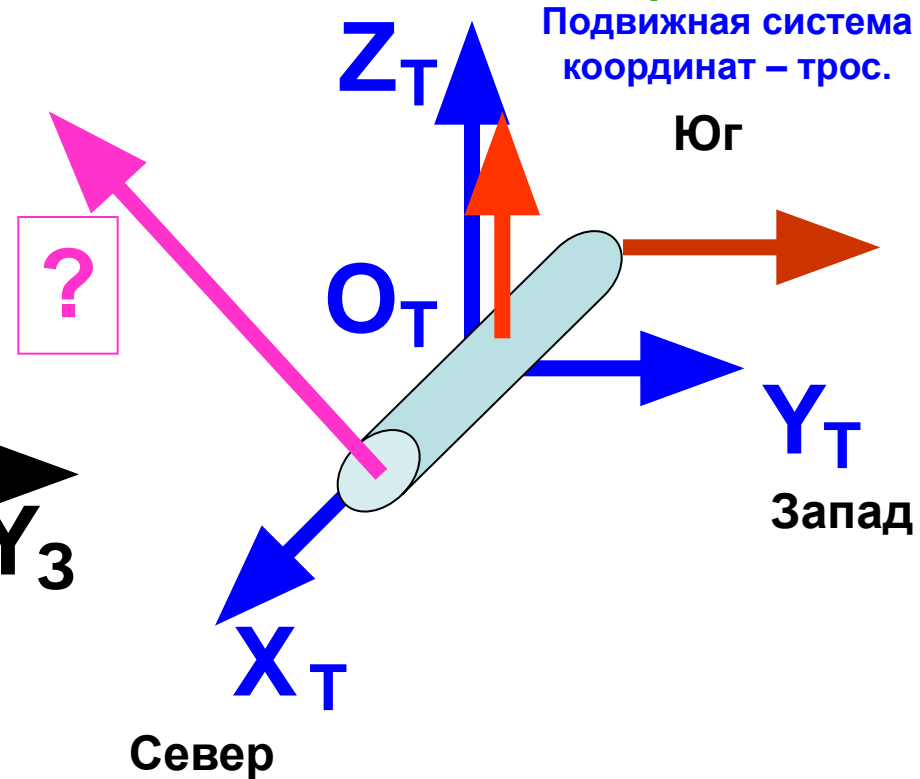
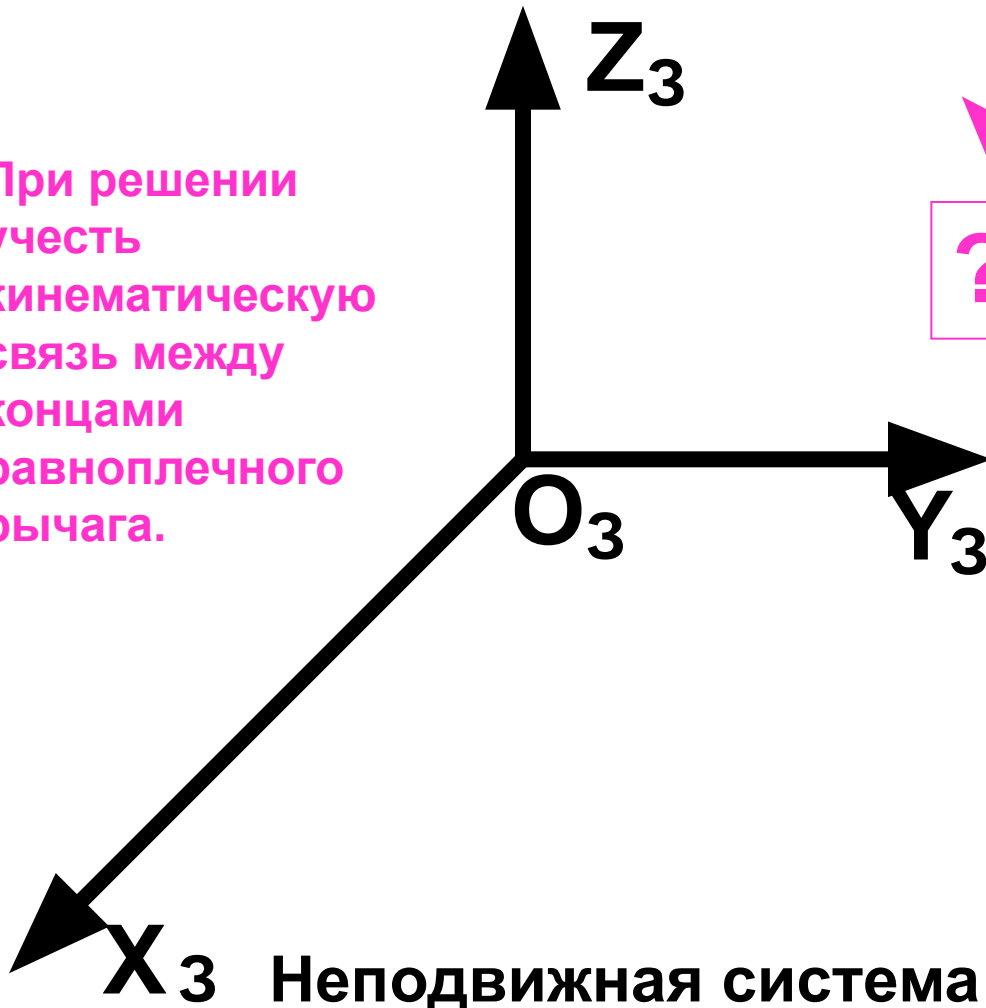
# ЗАДАЧА О СКОРОСТИ ТОЧКИ ОБОДА КАТЯЩЕГОСЯ КОЛЕСА



# ТРЕХМЕРНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Кран поднимает балку, подвешенную за середину, со скоростью 2 м/с. Когда балка была расположена в горизонтальной плоскости с севера на юг, её южный конец двигался горизонтально на запад со скоростью 3 м/с. Определить скорость северного конца балки в этот момент времени.

При решении учесть кинематическую связь между концами равноплечного рычага.



$X_3$  Неподвижная система координат – Земля.

# Выводы.

- 1) Предложена демонстрационно-зрительная методика для усвоения основных положений принципа относительности Галилея школьниками.
- 2) Практически (на уроках) доказана работоспособность и эффективность предложенной методики.
- 3) Сокращено время усвоения основных положений трудной для школьников темы путём активизации зрительных образов.
- 4) Разработаны, решены и предложены к внедрению в практику школьного курса типовые задачи различной сложности по теме «Принцип относительности Галилея».
- 5) Облегчён труд учителя физики применением на уроке зрительных доступных иллюстраций.