А.И. Архипова

МЕХАНИКА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УЧЕБНИК С ЭЛЕКТРОННЫМ ПРИЛОЖЕНИЕМ В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» (ЧАСТЬ 2)

Аннотация

В статье продолжается изложение модулей технологического учебника по физике (раздел «Механика») с электронным приложением, выполненным в программе «Учком». Некоторые интерактивные задания размещены на сайте http://ya-znau. Учебник содержит краткое изложение теории, а его основная часть посвящена практическим заданиям для самостоятельной работы учащихся как при традициооном обучении, так и с использованием компьютера. Предлагаемый модуль «Относительная скорость» несколько выходит за рамки учебной программы, но его практическое освоение поможет учащимся решать задачи ЕГЭ повышенной сложности.

§ 2. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ

Положение тела в пространстве может быть определено только относительно другого тела, являющегося телом отсчета, с которым связана система координат. Иными словами, положение тела относительно. Так как механическое движение состоит в изменении положения тела в пространстве, то и движение относительно.

Относительность движения проявляется в том, что относительны величины, характеризующие его. Такие величины, как координата, путь, траектория, перемещение зависят от выбора системы отсчета.

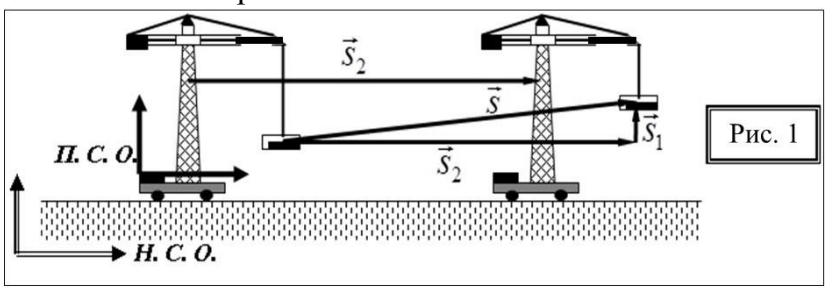


Рис. 1

Рассмотрим пример: по рельсам перемещается башенный кран и одновременно поднимается груз (рис.1). Из рисунка следует, что $\vec{S}_1$– перемещение груза относительно крана, $\vec{S}_2$– перемещение самого крана, – перемещение груза относительно Земли. При этом выполняется равенство: $\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$ **(1)**. Разделив уравнение (1) на время движения, получим формулу скорости:

$\frac{\vec{S}}{t} = \frac{\vec{S}_1}{t} + \frac{\vec{S}_2}{t}$, $\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$ **(2)** – формула сложения скоростей.

Считая Землю неподвижной системой отсчета, а кран – подвижной, полученное правило можно сформулировать так: ***скорость тела относительно неподвижной системы отсчета равна векторной сумме скорости тела относительно подвижной системы отсчета и скорости самой подвижной системы относительно неподвижной.***

Таким образом, скорость также зависит от выбора системы отсчета, значит эта величина относительна. *Скорость тела относительно движущейся системы отсчета принято называть* ***относительной****, а относительно неподвижной –* ***абсолютной****. Скорость самой подвижной системы называют* ***переносной****.* Формула 4.2 означает, что абсолютная скорость равна векторной сумме относительной и переносной скоростей.

Относительность движения выражается в относительности таких кинематических величин, как перемещение, скорость, путь. Для решения основной задачи механики необходимо измерять еще время движения. В классической механике, описывающей законы движения тел со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света, считается, что время течет одинаково во всех системах отсчета. Поэтому промежутки времени между какими-либо событиями, измеренные в вагоне поезда, кабине самолета или искусственного спутника Земли, будут одинаковыми. Время является инвариантной величиной. Однако этого нельзя сказать в том случае, если система отсчета движется со скоростью, близкой к скорости света, равной 300 000 км/с.

Зачастую при решении основной задачи механики целесообразно рассматривать движение тела относительно подвижной системы отсчета. При этом скорость в этой системе отсчета обычно называют *относительной скоростью* ($V_{ОТН}$), а скорость в неподвижной системе – *абсолютной* ($V_{АБС}$). Скорость подвижной системы отсчета называют *переносной* ($V_п$). Как же найти относительную скорость? Разделив на время формулу сложения перемещений, получим:

$\vec{V}$ тела относительно Н.С.О = $\vec{V}$ тела относительно П.С.О + $\vec{V}$ п.с.о. относительно Н.С.О

$\vec{V}_{АБС}$ $\vec{V}_{ОТН}$ $\vec{V}_{П}$

$$\vec{V}_{ОТН} = \vec{V}_{АБС} - \vec{V}_{П}$$

Вывод: ***относительная скорость равна векторной разности абсолютной и переносной скоростей.***

УПРАЖНЕНИЯ И ОБУЧАЮЩИЕ БЛОКИ

Упражнение 1. Поиск алгоритма

Задача 1. По двум взаимно перпендикулярным дорогам движутся по направлению к перекрестку два автомобиля (рис. 1-а.) с одинаковыми по модулю скоростями, равными 10 м/с. В момент начала отсчета времени они проезжают через перекресток. Найдите: 1) скорость второго автомобиля относительно первого, 2) скорость первого относительно второго; 3) расстояние между автомобилями через 30 секунд от начала отсчёта времени; 4) координаты второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем, в этот момент времени. Попробуйте самостоятельно решить задачу, работая по плану, приведенному в таблице 1, столбец «А». Затем сравните ответы с приведенными в столбце «В». Составьте алгоритм решения подобных задач. Задачу удобно иллюстрировать передвижными рисунками на магнитной доске или в программе «Учком» на веб-странице.

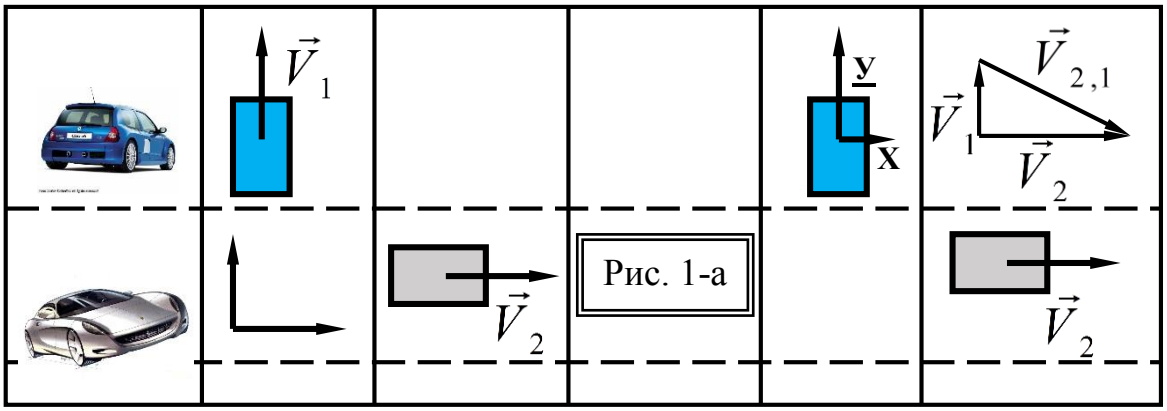
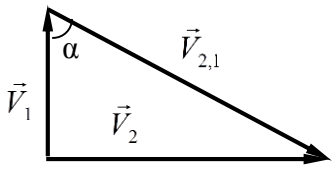


Рис. 1-а

Таблица 1

A	B	C
1.	Относительно земли (Н.С.О.)	
2. С каким автомобилем надо связать П.С.О для нахождения скорости второго относительно первого?	С первым автомобилем	Выбор П.С.О.
3. Какой автомобиль надо рассматривать как движущееся тело?	Второй	
4. Как записать общее правило сложения скоростей для данного случая?	$\vec{V}_{ТЕЛА} = \vec{V}_{ТЕЛА} + \vec{V}_{П.С.О.}$ *относительно* ***н.с.о. п.с.о. н.с.о.***	Нахождение относительной скорости тела
5. Как найти относительную скорость?	$\vec{V}_2 = \vec{V}_{2,1} + \vec{V}_1$ $\vec{V}_{2,1} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$ ***(От выч. к ум.)***	
6. Как показать направление относительной скорости?		Запись формулы перемещения относительно П.С.О.
7. Как найти модуль относительной скорости?	По теореме Пифагора $V_{2,1} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$ $V_{2,1} \approx 14{,}1$ м/с	
8. Как найти направление относительной скорости?	$tg\,\alpha = \frac{V_2}{V_1}$	Получение уравнения координат

9. Как записать формулу для модуля перемещения второго автомобиля относительно первого?	$S_{2,1} = V_{2,1} \cdot t$	Учет начальных условий
10. Как найти модуль этого перемещения?	**$S \approx 42{,}3$ м** Спроектировать: $\vec{S}_{2,1} = \vec{V}_{2,1} \cdot t$ **OX:** $X - X_0$ $(V_{2,1})_X$ 0 V_2 $X = V_2 \cdot t$; $X = 300$м Аналогично получаем: $У = -V_1 \cdot t$; $У = -300$м	Учет конечных условий ↓ Решение уравнений

Задача 2. Пловец переплывает реку шириной h перпендикулярно течению со скоростью $V_п$ относительно воды.

Скорость течения $V_т$ (рис. 2.2). Где окажется пловец, переплыв реку? Решите задачу самостоятельно, пользуясь планом, приведенным в таблице 1. Проверьте ваше решение при помощи таблицы 2.

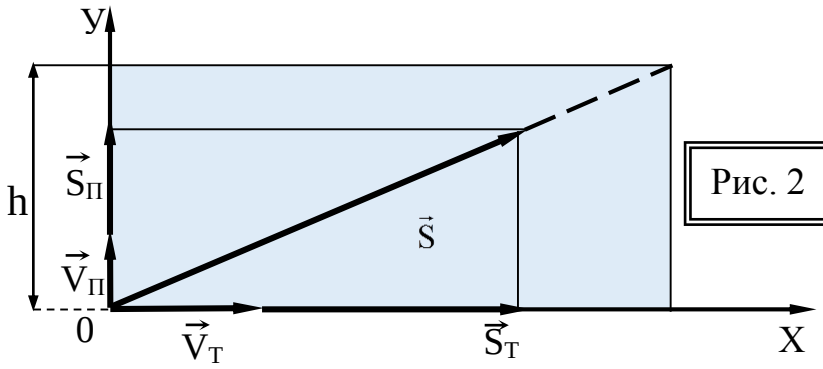


Рис. 2

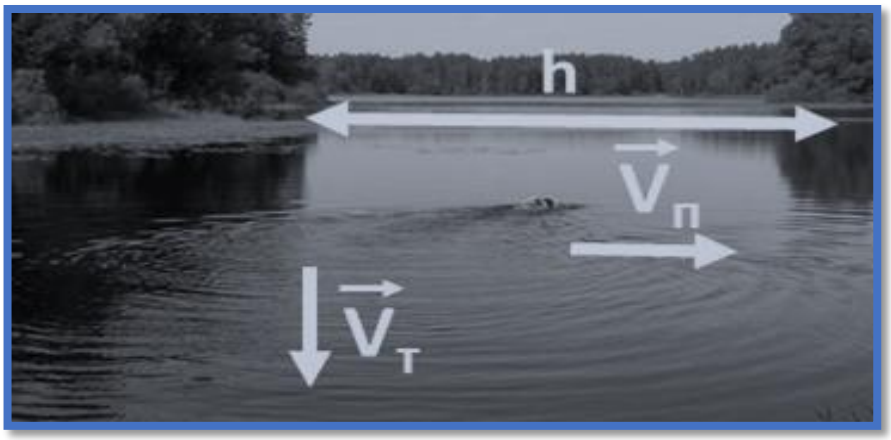


Рис. 3

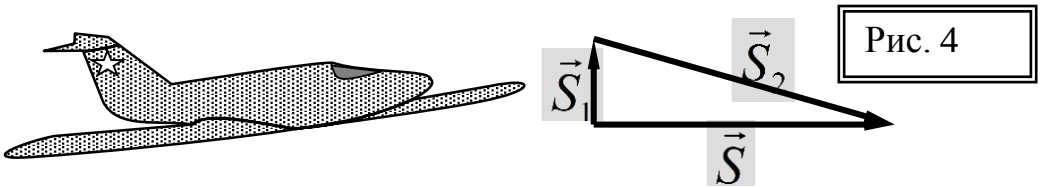
Таблица 2

1. Считая реку подвижной системой отсчета, покажите перемещение за произвольный промежуток времени (S_T). Запишите формулу для $\vec{S}_T$.	$\vec{S}_T = \vec{V}_T \cdot t$	Выбор П.С.О. ↓ Перемещение П.С.О. относительно Н.С.О.
2. Покажите перемещение пловца относительно П.С.О. ($S_П$). Запишите формулу для $\vec{S}_П$.	$\vec{S}_П = \vec{V}_П \cdot t$	↓
3. Покажите перемещение пловца относительно берега Н.С.О. (S).	$\vec{S} = \vec{S}_T + \vec{S}_П = \vec{V}_T \cdot t + \vec{V}_П \cdot t$	Перемещение тела относительно Н.С.О. ↓
4. Получите уравнение координат Х и У.	ОХ: $X - X_0 = V_T t$ ОУ: $У - У_0 = V_П t$	Уравнение координат ↓
5. Учтите начальные условия.	$X_0 = 0$; $У_0 = 0$	Начальные условия. ↓
6.Учтите конечные условия	ПЕРЕПЛЫЛ! У = h	Конечные условия ↓
7. Найдите время движения	$h = V_П \cdot t \Rightarrow t = \frac{h}{V}$	Решение уравнений
8. Найдите координату Х	$X = V_T \cdot \frac{h}{V_П}$	

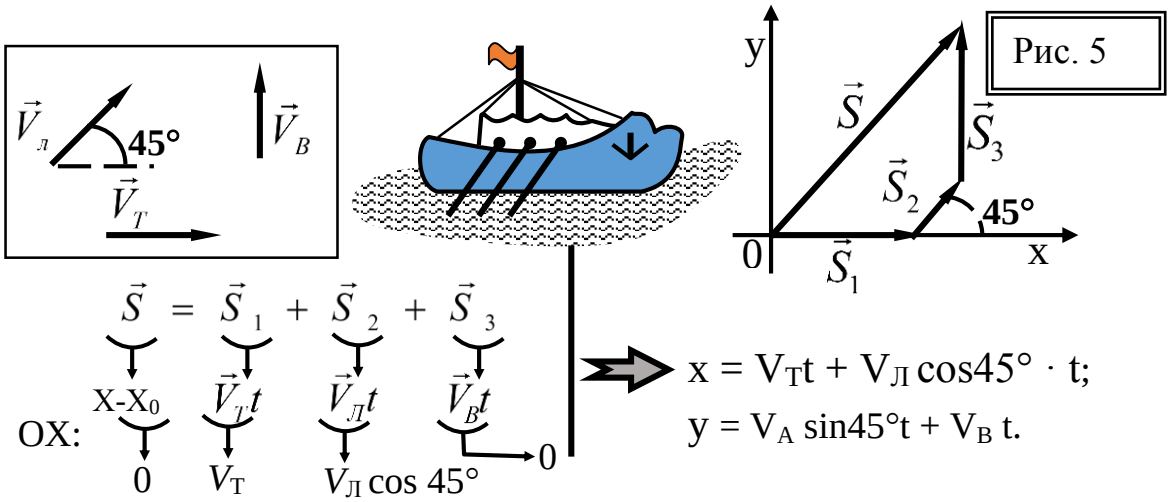
В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» ВЫПОЛНИТЕ УПРАЖНЕНИЯ 1 и 2

Упражнение 3. Относительная скорость в примерах и задачах

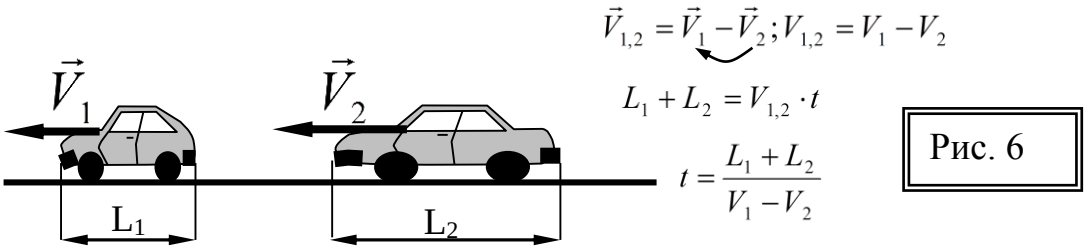
1. Самолет должен совершить полет с запада на восток. Его перемещение в этом направлении изображено в условном масштабе вектором $\vec{S}$ (рис. 4). При этом с юга на север дует ветер. Перемещение воздуха за время полета изображено вектором $\vec{S}_1$ В каких системах отсчета указаны перемещения $\vec{S}$, $\vec{S}_1$ и $\vec{S}_2$? Как найти модуль и направление скорости самолета относительно воздуха, если известны время полета, расстояние между пунктами взлета и посадки и скорость ветра.



2. Лодка с гребцами выдерживает курс под углом 45° к течению воды (рис. 5). При этом перпендикулярно течению дует ветер. На рисунке показаны: $V_т$ - скорость течения, $V_л$ - скорость лодки относительно воды, $V_в$ – скорость ветра. Покажите векторы скорости и перемещения лодки относительно Земли. Получите уравнения координат в неподвижной системе отсчета. Сравните своё решение с решением, приведённым на рисунке 5.



2. Два автомобиля длиной L_1 и L_2 движутся в одном направлении (рис. 6). Их скорости равны V_1 и V_2 , при этом $V_1 < V_2$. Найдите скорость первого автомобиля относительно второго. Сколько времени будет длиться обгон? Повторите задачу в случае, если автомобили движутся навстречу друг другу.



Обратите внимание: скорость первого тела относительно второго (относительная) находится как векторная разность скорости первого тела и скорости второго (абсолютных скоростей). Скорость второго тела относительно первого находится как векторная разность скорости второго тела и скорости первого. Направление относительной скорости показывает стрелка внизу формулы: от вычитаемого к уменьшаемому – ***«отвычкум»*** (советуем запомнить). При этом абсолютными считаются скорости в той системе

отсчёта, которую в данных условиях движения принимают за неподвижную.

В этом примере система отсчёта связана со вторым автомобилем, потому что находим скорость первого относительно второго. Для вычитания векторов надо перенести их так, чтобы они исходили из одной точки. А вектор-разность найдётся по правилу «отвычкум». Из рисунка 7 видно, что модуль относительной скорости равен разности модулей скоростей автомобилей. А направлена эта скорость от конца вектора второй скорости к концу вектора первой, как показывает стрелка «отвычкум».

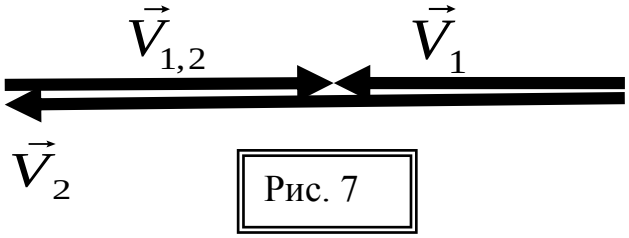


Рис. 7

Если найдена относительная скорость, то решение задачи упрощается. Теперь можно второй автомобиль, т.е. подвижную систему отсчёта, *мысленно остановить*. При этом первый автомобиль проезжает мимо стоящего второго автомобиля с относительной скоростью. Ему необходимо проехать путь, равный сумме длин двух автомобилей. Поэтому время найдётся делением пройденного пути на относительную скорость.

В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» ВЫПОЛНИТЕ УПРАЖНЕНИЕ 3

Упражнение 4. Сумма относительных скоростей

1. Взрыв. Снаряд разорвался на восемь осколков, которые разлетелись с одинаковыми по модулю скоростями, как показано на рисунке 8. Найдите сумму относительных скоростей:

$$\vec{V}_{2,1}+\vec{V}_{3,2}+\vec{V}_{4,3}+\vec{V}_{5,4}+\vec{V}_{6,5}+\vec{V}_{7,6}+\vec{V}_{8,7}+\vec{V}_{1,8}$$

2.

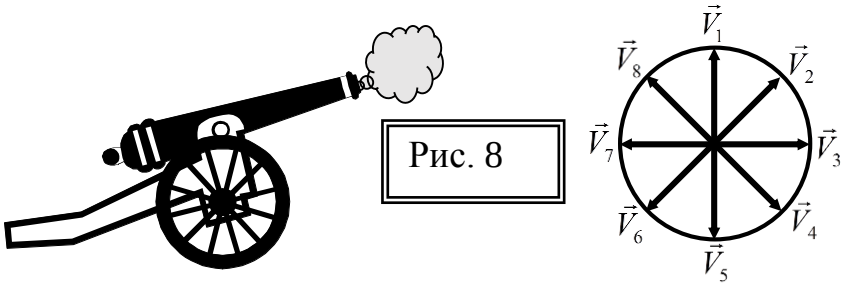
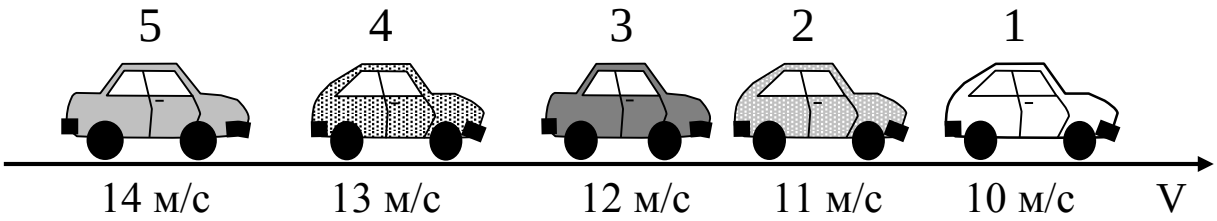


Рис. 8

$$\vec{V}_{2,1}+\vec{V}_{3,2}+\vec{V}_{4,3}+\vec{V}_{5,4}+\vec{V}_{1,5}$$

Рис. 9



Пять автомобилей. Пять автомобилей движутся в одном направлении со скоростями, указанными на рисунке 9. Найдите сумму относительных скоростей:

В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» ВЫПОЛНИТЕ УПРАЖНЕНИЕ 4

Упражнение 5. Относительная скорость и пройденный путь

1. Гонки. Два велосипедиста едут по прямолинейным дорожкам в одну сторону. Их скорости изменяются во времени. На рисунке 10 показаны графики модулей скоростей велосипедистов. В начальный момент времени они оба находились на старте. Покажите направление и найдите модуль скорости второго велосипедиста относительно первого в конце первой, третьей, пятой и седьмой минуты. Какое расстояние было между велосипедистами через 7 минут от начала движения. Воспользуйтесь правилом, согласно которому путь на графике скорости численно равен площади подграфика.

2. На лугу

На лугу пасутся корова, овца и свинья. Векторы их относительных скоростей образуют равносторонний треугольник (рис. 11), где $V_{К,С}$ – скорость коровы относительно свиньи, $V_{СО}$ – скорость свиньи относительно овцы, $V_{ОК}$ – скорость овцы относительно коровы). Первоначально животных отделяло друг от друга 100 м. Найдите кратчайшее расстояние между коровой и свиньей, свиньей и овцой, коровой и овцой. Все животные движутся с постоянными по модулю и направлению скоростями.

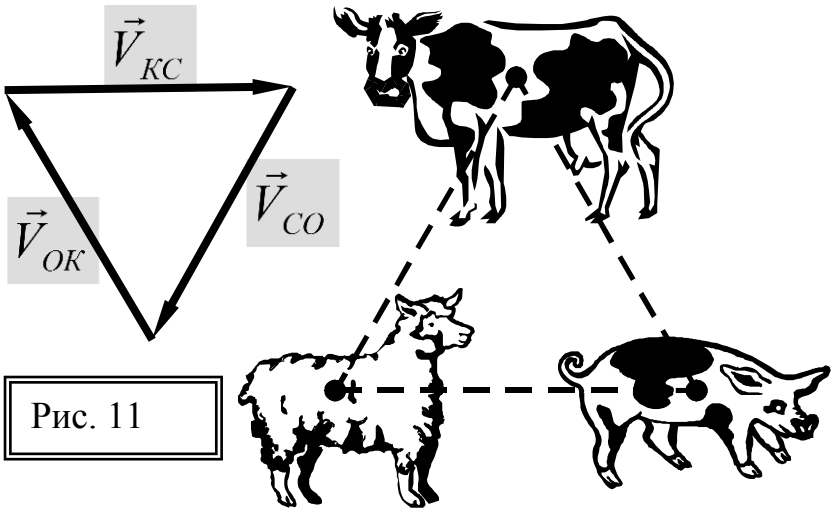


Рис. 11

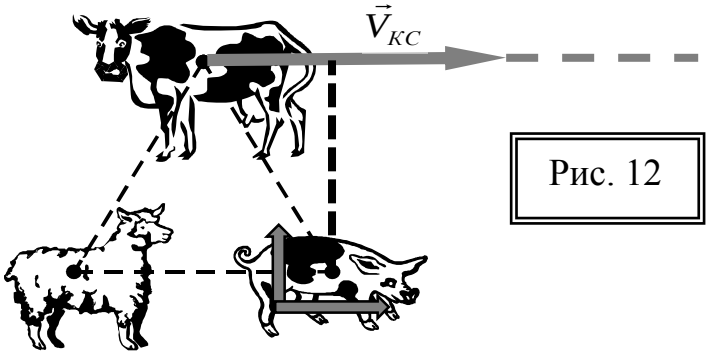
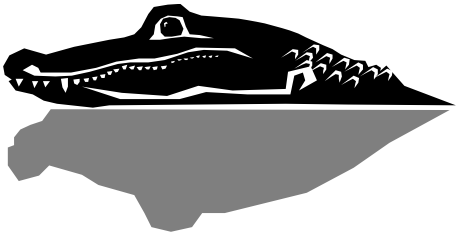


Рис. 12

Подсказка. Рассматривая движение коровы и свиньи, свяжите систему отсчета со свиньей, как бы остановив ее при этом. Корова будет двигаться относительно свиньи по направлению скорости $V_{кс}$.. Покажите вектор относительной скорости из точки, где находилась корова. Очевидно, кратчайшее расстояние – это перпендикуляр из системы отсчета на линию, вдоль которой движется корова в этой системе отсчета (рис.12).

В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» ВЫПОЛНИТЕ УПРАЖНЕНИЕ 5

Обучающий блок. Игра «Крокодилова охота».



Приготовьте восемь рыбок и круг со стрелкой и карандашом в центре (рис. 13). Вращая карандаш, вы узнаете промежуток времени, на который укажет стрелка. Это время, в течение которого рыбки убегают от крокодила. Модули их скоростей в м/с относительно воды показаны на рисунках (рис. 13), а направление на игровом поле – дорожки под углами 30° и 60° (рис. 16).

Одновременно рыбки сносятся течением, скорость которого 1 м/с. Игра состоит в определении координат убегающих рыбок. В ней участвуют двое или две команды, между которыми поровну распределяются рыбки. Каждый произвольно располагает своих рыб на дорожках. Полагают, что рыбки плывут из начала координатных осей. Вращая поочередно круг, получают время движения. Затем рассчитывают конечные координаты (Х, У) и помещают рыбок на соответствующие квадраты поля. Если в этом квадрате есть укрытие – камыши, то рыбка спасена. Выигрывает тот, у кого больше спасенных рыб.

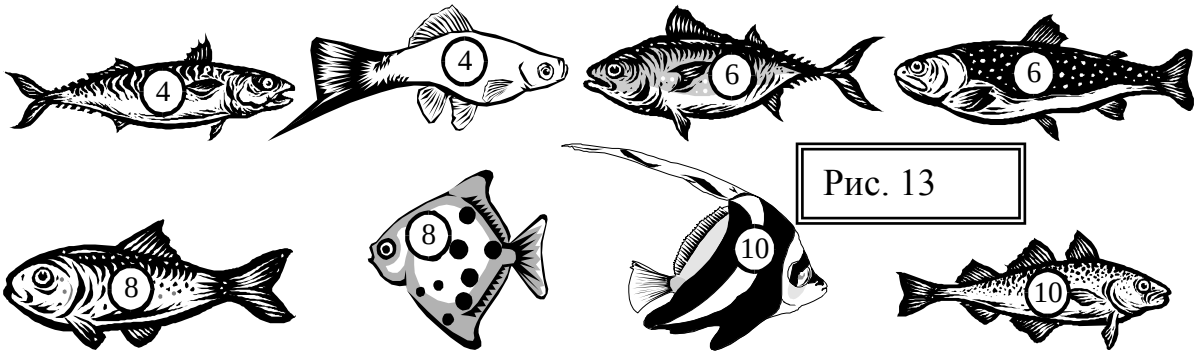


Рис. 13

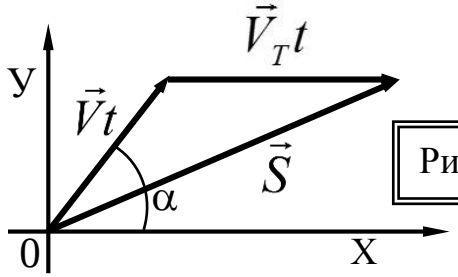


Рис. 15.

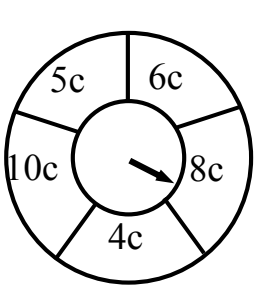


Рис. 14.

Подсказка. На рисунке 15 показаны:

перемещение рыбок относительно воды $\vec{V}t$,

перемещение воды со скоростью течения относительно земли,

перемещение рыбки относительно земли $\vec{S}$.

При этом рыбок принимаем за материальные точки, т.е. не учитываем их размеры. Запишите уравнения для перемещения рыбок относительно Земли и спроектируйте его на координатные оси. Учтите начальные координаты рыбок, считая, что в начальный момент времени каждая из рыбок находилась в начале системы координат. Затем в эти формулы подставьте значения промежутков времени.

OX: $\vec{S} = \vec{V}t + \vec{V}_T t$

$X - X_0 = \pm V\cos\alpha\, t + V_T t;$

OY $\vec{S} = \vec{V}t + \vec{V}_T t$

$Y - Y_0 = V\sin\alpha t$

$X_0 = Y_0 = 0.$

Подставив числовые данные, легко найти конечные координаты рыбок.

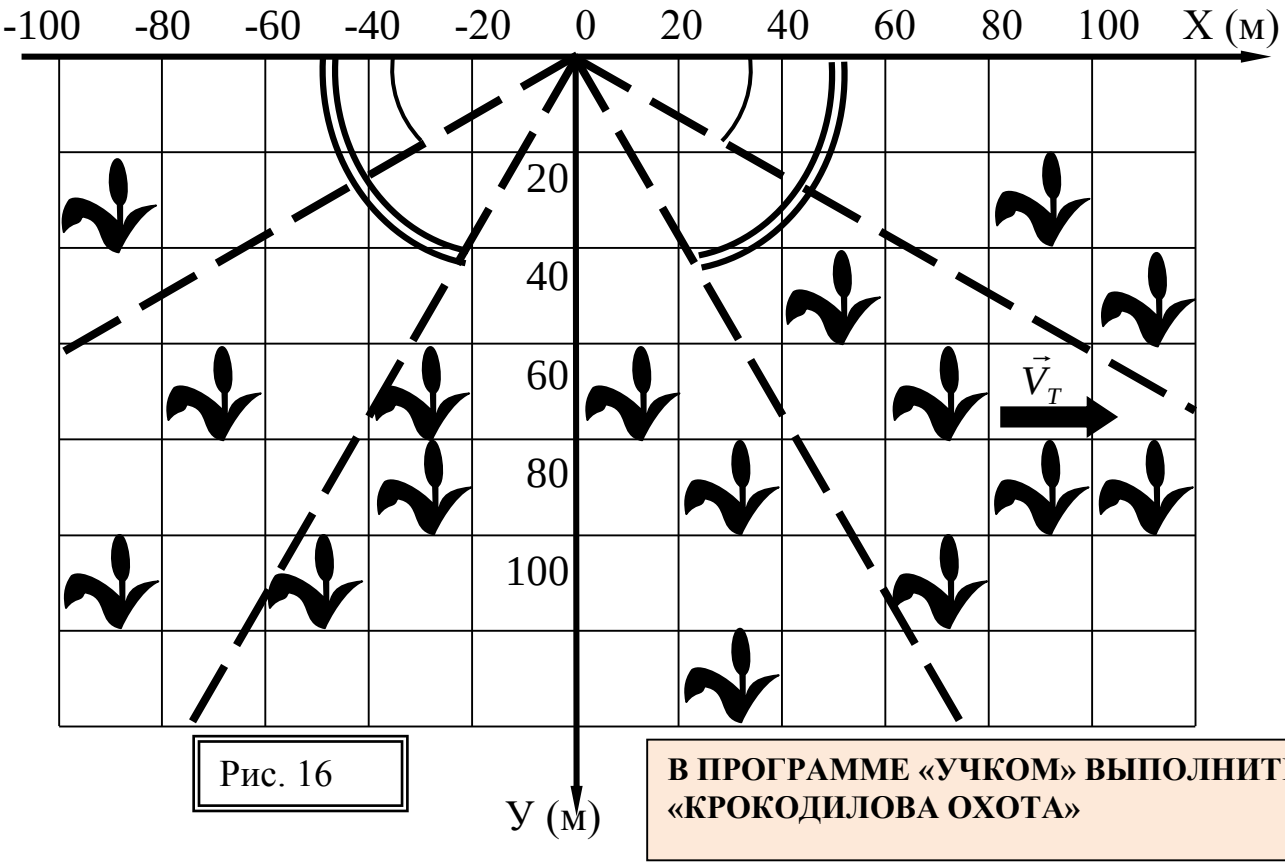
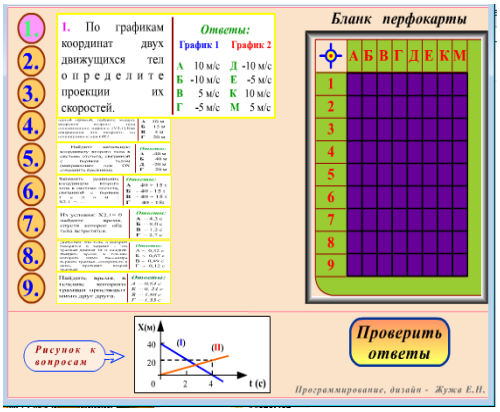


Рис. 16

В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» ВЫПОЛНИТЕ БЛОК «КРОКОДИЛОВА ОХОТА»

Обучающий блок. Перфокарты

Задания проверяются при помощи проверочной таблицы. Найдите верные ответы, в заданиях они обозначены буквами А, Б, В и т.д. Наложите на проверочную таблицу лист прозрачной бумаги. Знаками "Х" отметьте на этом листе метку совмещения, а также расположения верных ответов в проверочной таблице. Затем наложите прозрачный лист с отмеченными знаками "Х" на ту страницу учебника, где размещены задания и серые кружочки. Переместите этот лист так, чтобы совпали метки совмещения. Если при этом все ваши знаки "Х" попали в серые кружочки на этой странице, значит, задания выполнены верно.



На CD-диске журнала размещена интерактивная версия перфокарты, где проверка выполняется автоматически посредством наложения бланка перфокарты на лист с заданием. Для этого надо следовать указаниям программы.

Метка совмещения

В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» ВЫПОЛНИТЕ БЛОК «ПЕРФОКАРТА»

Вариант «красный»

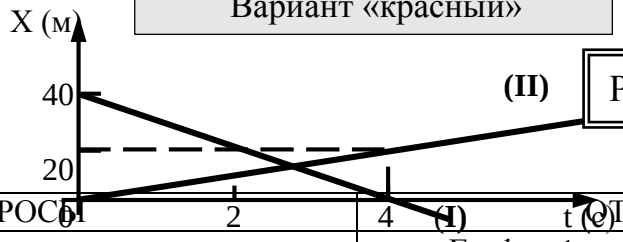


Рис.17

ВОПРОСЫ	ОТВЕТЫ	
1. По графикам координат двух движущихся тел (рис. 4.17) определите проекции их скоростей.	График 1 А 10 м/с Б -10 " В 5 " Г -5 "	График 2 Д -10 м/с Е -5 " К 10 " М 5 "
2. Запишите уравнения координат для каждого тела : X_1= . . . X_2= . . .	А 40 + 10t Б 40 + 5t В 40 - 10 t Д -40 – 10 t	Д 12 t Е 5 t К 10 t М 3 t
3. Считая, что тела движутся по одной прямой, рассчитайте координату их встречи.	А ≈ 20,0 м Б ≈ ЗО, 5 " В ≈ 13,3 м Г ≈ 4.8 м	
4. Считая, что тела движутся по одной прямой, найдите модуль скорости второго тела относительно первого ($V_{2,1}$).Как направлена эта скорость по отношению к оси ОХ?	А 10 м Б 15 " В 5 " Г 20 "	
5. Найдите начальную координату второго тела в системе отсчета, связанной с первым телом (направление оси ОХ сохраните прежним).	А -40 м Б 40 м Д -20 м Г 20 м	
6. Запишите уравнение координаты второго тела в системе отсчета, связанной с первым телом: $X_{2.1}$ =. . .	А 40 + 15 t Б -40 - 15 t В -40 + 15 t Г 40 - 15t	
7. Из условия: $X_{2,1}$= 0 найдите время, спустя которое оба тела встретятся.	А ≈ 4,3 с Б ≈ 8,0 " В ≈ 1,2 " Г ≈ 2,7 "	
8. Допустим, что тела, о которых говорится в задачах – это трамвай длиной 10 м каждый. Найдите время, в течение которого мимо пассажира первого трамвая, смотрящего в окно, проходит второй трамвай.	А ≈ О, 32 с Б ≈ 0,67 " В ≈ 0,89 " Г ≈ О 12 "	
9. Найдите время, в течение которого трамваи проезжают мимо друг друга.	А ≈ 0,64 с Б ≈ О, 24 " В ≈ 1,80 " Г ≈ 1,33 "	

Вариант «жёлтый»

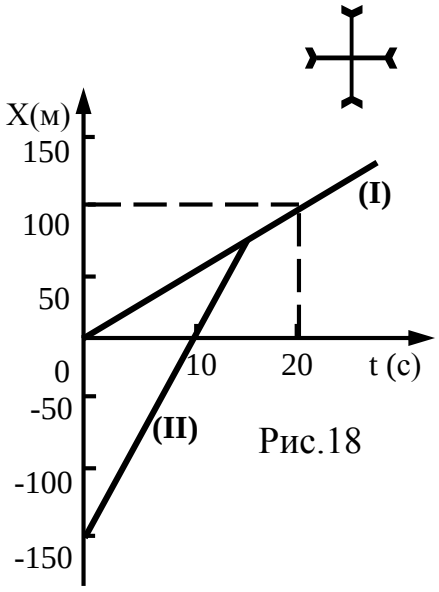


Рис.18

ВОПРОСЫ	ОТВЕТЫ	
1. На рисунке 4.18 приведены графики координат двух велосипедистов, движущихся по одной прямой. Определите проекции их скоростей.	График 1 А 2 м/с Б 5 м/с В 1 м/с ***Г 4 м/с***	График 2 Д 10 м/с Е 15 м/с К 25 м/с М 20 м/с
2. Запишите уравнения координат для обоих тел: X_1 = … X_2 = …	А t Б 2 t В 4t Г 5t	Д -150+15t Е -150+10t К 150+5t М -150+10t
3. Найдите модуль скорости второго велосипедиста относительно первого ($V_{2,1}$). Как она направлена?	А 20 м/с Б 5 м/с В 10 м/с Г 15 м/с	
4. Какова начальная координата второго велосипедиста в системе отсчета, связанной с первым?	А 150 м Б -100 м В -150 м Г 200 м	
5. Запишите уравнение координаты второго велосипедиста в системе отсчета, связанной с первым велосипедистом: $X_{2,1}$ = …	А -150-10t Б 150+5t В -150+10t Г 150+20t	
6. Найдите время, спустя которое второй велосипедист догонит первого.	А 10 с Б 20 с В 1,5 с Г 15 с	
7. Второй велосипедист догнал первого на перекрестке, после чего повернул на перпендикулярную дорогу. Найдите модуль скорости второго велосипедиста относительно первого после проезда перекрестка ($V_{2,1}$).	А ≈ 32 м/с Б ≈ 24 м/с В ≈ 18 м/с Г ≈ 16 м/с	
8. Найдите направление скорости второго велосипедиста относительно первого – угол между вектором $V_{2,1}$ и осью OX.	А 157,3° Б 108,5° В 30,8° Г 95,4°	
9. Найдите расстояние между велосипедистами спустя 10 с после проезда перекрестка.	А 150 м Б 100 м В 160 м Г 200 м	

Проверочная таблица для перфокарт

ВО-ПРОСЫ	ОТВЕТЫ							
	А	Б	В	Г	Д	Е	К	М
1	○	○	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○	○	○	○
9	○	○	○	○	○	○	○	○

§ 3. СКОРОСТЬ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ

Равномерное движение встречается редко. Чаще всего перемещение за равные промежутки времени бывает различным, т. е. тело совершает неравномерное движение. Чтобы вычислить перемещение в этом случае, можно воспользоваться средней скоростью.

Средняя скорость показывает, чему равно перемещение, которое тело в среднем совершает за единицу времени. Она обозначается знаком "$\langle\ \rangle$" и находится по формуле: $\langle\vec{V}\rangle = \frac{\vec{S}}{t}$

$\Rightarrow \quad \vec{S} = \langle\vec{V}\rangle \cdot t$.

По этой формуле можно найти перемещение только для участка траектории, на котором была определена средняя скорость. Иногда рассматривают скалярную среднюю скорость, определяемую длиной пути, которую тело в среднем проходит за единицу времени, т.е. , $\langle\vec{V}\rangle = \frac{l}{t}$.

Однако, зная среднюю скорость, нельзя вычислить координаты тела в любой момент времени. Для этого надо воспользоваться мгновенной скоростью.

Мгновенной скоростью называется скорость тела в данный момент времени в данной точке траектории. Рассчитать мгновенную скорость можно по формуле: $\vec{V} = \frac{\vec{S}}{t}$ **.**

Важно при этом, что $\vec{S}$ – это достаточно малое перемещение точки, т. е. перемещение на столь малом участке траектории, что изменением скорости можно пренебречь и считать ее постоянной. Соответственно t – малый промежуток времени, в течение которого движение можно считать равномерным.

Мгновенная скорость – величина векторная. При прямолинейном движении она совпадает с направлением перемещения. При равномерном движении скорость не изменяется, т. е. в каждый момент времени, в каждой точке траектории она имеет одно и то же значение. Следовательно, скорость равномерного движения является мгновенной скоростью.

При неравномерном движении в каждый момент времени, в каждой точке траектории скорость имеет различные значения, т. е. изменяется непрерывно. В этом проявляется непрерывность движения: ни скорость, ни координата не могут изменяться скачками.

УПРАЖНЕНИЯ И ОБУЧАЮЩИЕ БЛОКИ

1. Опыты и наблюдения. Продемонстрируйте неравномерное движение игрушечного автомобиля и определите время его движения (t) . По траектории определите пройденный путь (*l*), модуль перемещения (S), средние скорости: векторную ($<\vec{V}>$) и скалярную (<V>). Заполните таблицу.

Таблица

t(c)	*l*,(м)	S , (м)	$<\vec{V}>$ (м/с)	<V>, (м/с)

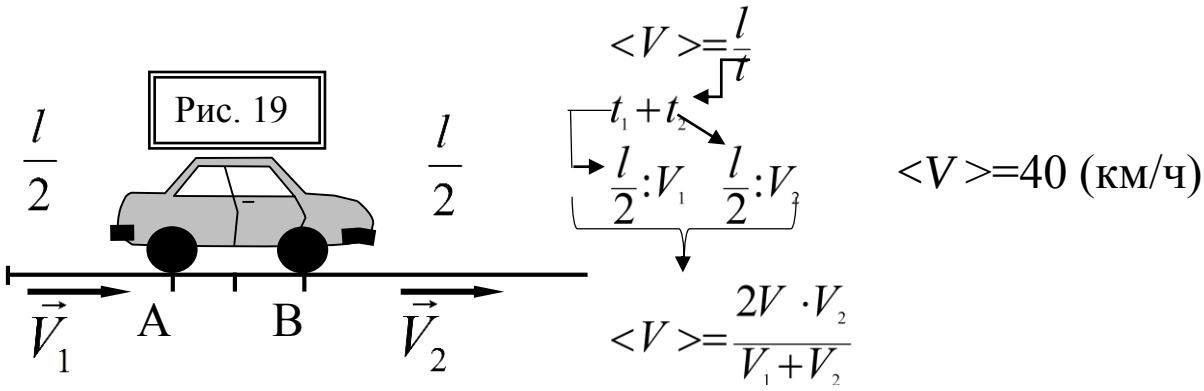
а) В каком случае модуль векторной средней скорости равен скалярной (путевой) средней скорости?

б) Можно ли по формуле $\vec{S} = <\vec{V}>t$ найти перемещение для любого участка траектории, если известна средняя скорость для всей траектории?

2. Рассмотрите задачу

Первую половину пути автомобиль проехал с постоянной скоростью 30 км/ч, а вторую – со скоростью 60 км/ч. Определите среднюю скорость движения автомобиля на всем пути.

Решение на рисунке 19. Запишите формулу <V> на всем пути. Время движения представьте как сумму двух интервалов времени (t_1 и t_2), в течение которых пройдена каждая половина пути. Зная пути (l/2) и скорости (V_1 и V_2), выразите t_1 и t_2. Получите формулу <V>.



Вопросы:

а) Можно ли с помощью полученного значения средней скорости определить перемещение автомобиля за любое время?

б) Мог ли автомобиль мгновенно ("скачком") изменить свою скорость?

Вывод

В условии задачи допущено упрощение. В действительности скорость не может изменяться скачкообразно, т. к. движение – это процесс непрерывный. Допустим, автомобиль, подходя к середине пути, переходит из точки А в точку В (рис. 20). При этом он непременно побывает во всех промежуточных точках между А и В, без всяких пропусков. Это же можно сказать и об изменении координаты тела. При этом в каждой точке у него будет определенная скорость, которая изменяется постепенно.

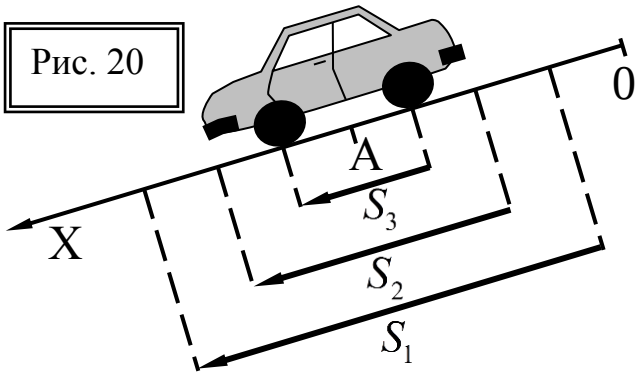
Рассмотрите неравномерное движение автомобиля вблизи точки А (рис. 20), иллюстрируя его на магнитной доске:

а) выделите малый участок траектории, включающий точку А;

б) покажите перемещение автомобиля на этом участке (S_1);

в) запишите формулу средней скорости для этого участка. Затем уменьшайте участки траектории и повторите задания а, б, в.

Рис. 20



Вопрос. В каком случае средняя скорость будет ближе к значению действительной (мгновенной) скорости в точке А? Дайте определение мгновенной скорости. Сформулируйте правило для нахождения мгновенной скорости.

Если вы знакомы с понятием производной, то можете дать более точное определение мгновенной скорости. Очевидно, что:

$$\boxed{\vec{V}_{\text{мгн}} = \lim_{\Delta t \to 0} < \vec{V} > = \lim_{\Delta t \to 0} \vec{S}/\Delta t} \quad =$$

$$\boxed{V_{\text{мгн}} = \lim_{\Delta t \to 0} < V > = \lim_{\Delta t \to 0} l/\Delta t}$$

Запишите полученную формулу в проекции на ось ОХ;

$$\boxed{V_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{S_x}{\Delta t} \quad = \lim_{\Delta t \to 0} \Delta x/\Delta t = x'(t)}$$

Вывод. Проекция мгновенной скорости на ось координат равна первой производной по времени от соответствующей координаты.

Упражнение 6. Лыжники

На рисунке 21 напишите нагрудные номера лыжников, если известно, что первым пришел лыжник под номером "9", вторым – под номером "3", третьим – под номером "5". В этом вам помогут графики зависимости их скоростей от координаты. Определите средние скорости лыжников на всей дистанции. На графиках движения лыжников представлены как несколько равномерных движений, происходящих со средними скоростями. Однако, вы знаете, что это не так, поскольку они движутся неравномерно. Определите, на каком из участков графиков средняя скорость ближе всего по значению к мгновенной скорости.

Учтите, что средняя скорость находится как весь пройденный путь на всё время движения лыжника. Очевидно, что всё время можно найти как сумму трёх промежутков времени, в течение которых лыжник движется с постоянной скоростью.

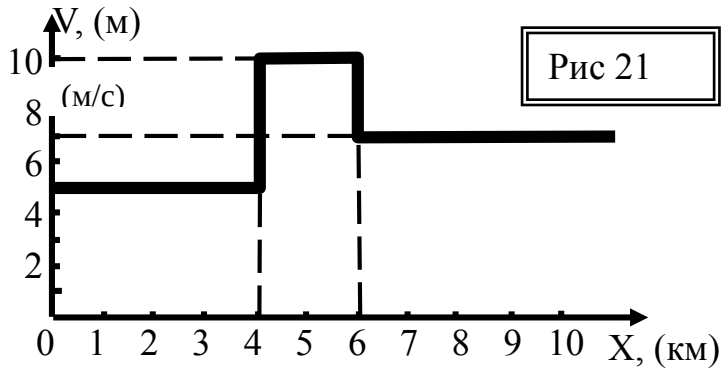
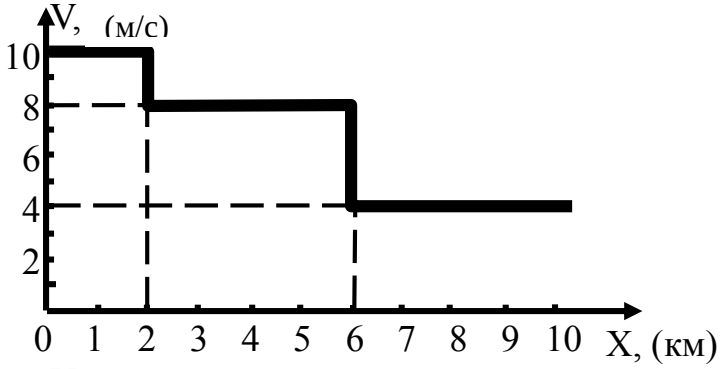
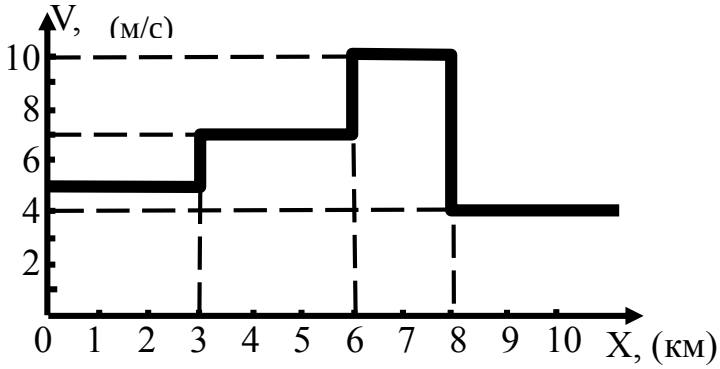


Рис 21





В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» ВЫПОЛНИТЕ УПРАЖНЕНИЕ 6

Обучающий блок. Игра «Полёт на запад, полет на восток»

Сформируйте два «авиационных экипажа» – восточный и западный, а также "диспетчерскую службу'", которая контролирует и помогает выполнять задания. Из приведенных ниже задач каждый экипаж выбирает те, которые соответствуют его направлению. Выигрывает тот из них, который раньше представит диспетчерам верные решения. При выполнении заданий используются карта часовых поясов (рис. 22) и таблица. Советуем также прочитать отрывок "Время на Земле".

Задания для экипажей

1. Когда самолет, следующий из Новосибирска, приземлился в Москве, то пассажиры с удивлением обнаружили, что часы в аэропорту показывают такое же время, какое было при вылете из Новосибирска на их часах. Найдите среднюю скорость полета самолета.

2. Самолет вылетел из Москвы в 10 часов и взял курс на Екатеринбург. Когда он приземлился, то на часах, показывающих местное время, было 14 часов. Рассчитайте среднюю скорость движения самолета.

3. Самолет летит по маршруту Хабаровск - Москва - Берлин. Местное время при вылете равно 7 ч. Приземлился самолет в 11 часов по берлинскому времени. Найдите среднюю путевую скорость и модуль средней векторной скорости движения самолета.

4. Самолет летит из Москвы в Тбилиси с посадкой в Киеве. Время вылета (московское) 8 ч., местное время посадки в Тбилиси 12 ч. Рассчитайте среднюю путевую скорость и модуль средней векторной скорости движения самолета.

5. Самолет летит по маршруту Екатеринбург- Москва-Тбилиси. Местное время при взлете равно 12 ч, а в пункте назначения -16 ч. Найдите среднюю путевую скорость и модуль средней векторной скорости движения самолета.

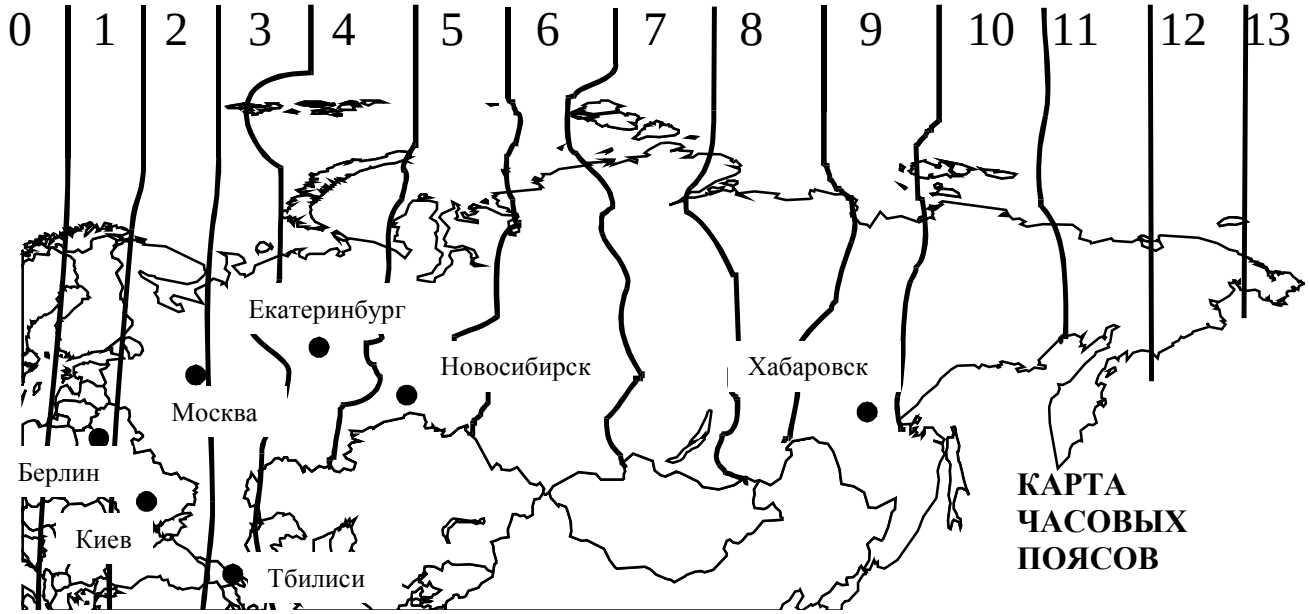
6. В 6 ч утра самолет вылетает из Москвы в Хабаровск с посадкой в Новосибирске. Когда он прибыл в пункт назначения, то местное время было 23 часа. Рассчитайте среднюю путевую скорость и модуль вектора средней скорости движения самолета.

7. (Общее для двух экипажей). В ноль часов по московскому времени два самолета вылетают: первый - из Москвы в Хабаровск, второй - из Хабаровска в Москву. Их средние скорости одинаковы и равны 700 км/ч. Каково будет местное время в том пункте, над которым самолеты повстречаются?

Таблица 4

Города	Расстояния между городами
1. Москва – Новосибирск	3000 км
2. Москва – Екатеринбург	1500 км
3. Москва – Тбилиси	2000 км
4. Москва – Хабаровск	7000 км
5. Москва – Берлин	1300 км
6. Тбилиси - Киев	1400 км
7. Екатеринбург- Тбилиси	2300 км
8. Новосибирск – Хабаровск	4500 км
9. Хабаровск – Берлин	9000 км
10. Москва - Киев	1400 км

Для упрощения расчетов в таблице приведены приближенные расстояния между городами, расположенными в Европе и Азии.



В ПРОГРАММЕ «УЧКОМ» ВЫПОЛНИТЕ ИГРУ «ПОЛЁТ»

Время на земле

В 1884 году на международной конференции было принято поясное время. Поверхность земного шара была разделена меридианами на 24 пояса через каждые 15° по долготе. При этом границы поясов проходят не всегда по меридианам, а по государственным или природным границам. Во всех точках одного и того же пояса введен общий счет времени (это местное время). Начало отсчета ведется от меридиана, проходящего через Гринвич (обсерватория вблизи Лондона). Это нулевой пояс, а его время называется мировым или всемирным.

Время первого пояса впереди гринвичского на один час, второго на два часа и т.д. Итак, номер пояса показывает разность времени в этом поясе со всемирным в часах, минуты и секунды во всем мире одинаковы. Территория Российской Федерации до 2000 года простиралась на одиннадцать часовых поясов.

Следует учесть, что в текстах и рисунках приведены часовые пояса, которые были приняты в России ещё в прошлом веке и существовали много десятилетий. В этом веке границы часовых поясов в России неоднократно изменялись.

Литература

1. А.И. Архипова. Механика. Технологический учебник. – Краснодар, 2000
2. А.И. Архипова. Обучающие игры по физике и математике. – Краснодар, 2000
3. А.И. Архипова. Системы практических заданий по физике. – Краснодар, 2000
4. А.И. Архипова. Технологический учебник. Новое решение старой проблемы. // ИКТ в образовании, М., 2009.
5. Р.И. Золотарёв. Методика создания учебных Интернет технологий с использованием сайта «ya-znau.ru» // Школьные годы, № 40, 2012.
6. А.И. Архипова. Учебный комплекс по физике на основе модели технологического учебника с компьютерной поддержкой // Школьные годы, № 40, 2012.