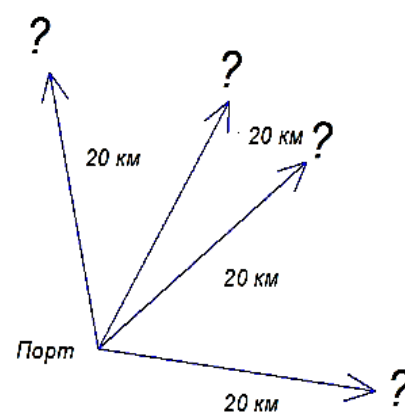


Тема 2. Прямолинейное движение в плоскости

Предположим, мы ведём наблюдение за поездом. Он «привязан» к рельсам, не может свернуть ни вправо, ни влево. Поэтому его положение однозначно задаётся единственным числом – расстоянием от вокзала, например 20 км.

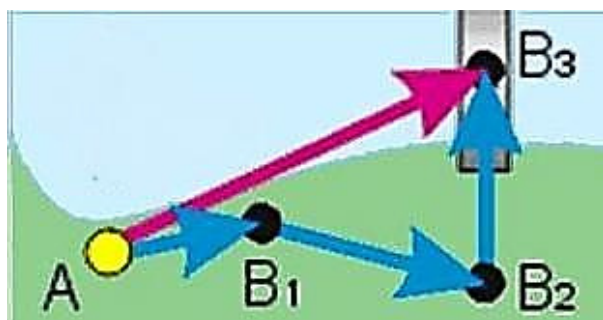
А теперь объектом наблюдения будет корабль. Он отплыл от порта на 20 км. Достаточно ли этого числа для указания местоположения корабля? Для поезда было одного числа достаточно, а для корабля – нет! Ведь корабль не привязан к рельсам, он может плыть по морской глади в любую сторону. Надо указать, например, 20 км и строго на северо-восток.



Физические величины, для выражения которых необходимо указать не только численное значение, но и направление, называются **векторными величинами** или просто **векторами**.

Вектор изображают отрезком со стрелкой. Длина отрезка должна соответствовать численному значению вектора, или, говорят, «модулю» вектора.

Действия над векторами. Векторы, как и числа, можно складывать, вычитать, умножать, делить. Причём, действия над векторами вполне понятны с позиций простого здравого смысла. Вот – **сложение векторов**. Здесь возможны два варианта.

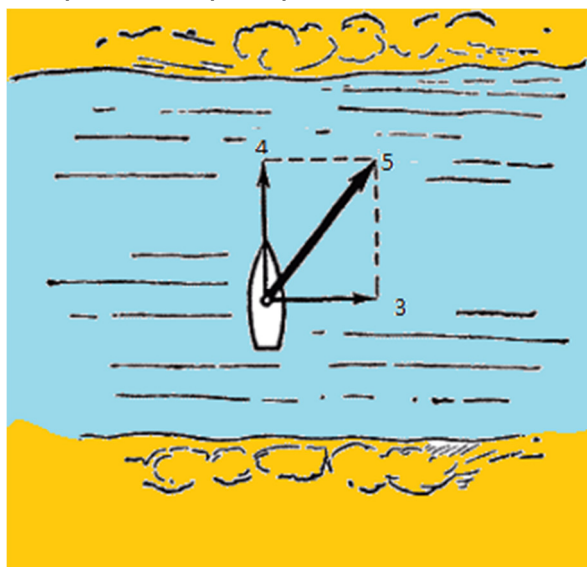


1. Слагаемые векторы приставляем друг к дружке начало к концу, начало к концу. Тогда суммой всех этих векторов будет вектор, соединяющей начало первого с концом последнего. В самом деле, если бы ты, гуляя, переместился сначала по вектору AB_1 , отдохнул маленько, потом

переместился по B_1B_2 , ещё отдохнул, потом переместился B_2B_3 , то в итоге три твоих перемещения были бы равноценны перемещению AB_3 .

Мы, кстати, каждый день так перемещаемся, когда переходим перекрёсток по диагонали. По диагонали переходить улицу нельзя, вот мы и делаем два перпендикулярных перемещения, чтобы оказаться на диагонально противоположном углу.

2. Два вектора выходят из одной точки в разные стороны. Здесь хорошо представить лодочку, плывущую поперёк реки. Поперёк реки лодка совершает перемещение 4 метра. Но в это же самое время лодку сносит вниз по течению на 3 метра. Где же она окажется в итоге? Суммарный вектор – это диагональ прямоугольника, построенного на двух векторах-слагаемых. Направление её понятно, а модуль (длину) можно посчитать по теореме Пифагора.



Такой способ сложения векторов называют «сложением по правилу параллелограмма», потому что угол между векторами-слагаемыми не обязательно прямой, как на рисунке, а может быть, в принципе, любым. Довольно легко вывести правило **умножения вектора на число**, если представить сложение нескольких равных векторов, направленных в одну сторону. Правило будет такое: при умножении (делении) вектора на число его модуль увеличится (уменьшится) в несколько раз, а направление останется тем же самым.

Отметим очевидный, но существенный факт: суммой векторов будет тоже вектор; результатом умножения (деления) вектора на число будет тоже вектор.

В прошлой теме мы рассматривали движение вдоль прямой линии и говорили о пройденном пути S . Если говорить о движении тела по плоскости (типа корабля) то вводятся новые понятия- траектория, путь, перемещение.

Траектория – это линия, которую движущееся тело как бы прочерчивает при своём движении. По форме траектории мы и различаем прямолинейное или криволинейное движение.

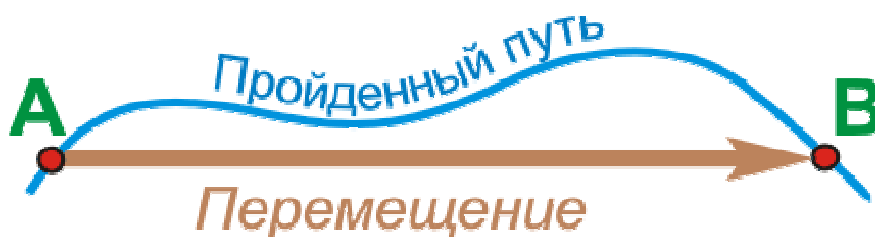
Вот картиночки из учебника Генденштейна:



На первой – прямолинейная траектория взлетающего самолёта; на второй – криволинейная траектория автомобиля на извилистой дороге. На третьей – Вася вышел погулять, описал замысловатую траекторию, петляющую по району, а после прогулки вернулся домой.

Длину траектории называют пройденный путь или просто **путь**.

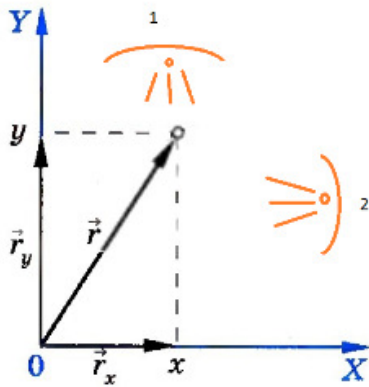
Перемещением называется направленный отрезок (стрела), соединяющий начальную и конечную точку траектории. Если траектория кривая – как у автомобиля на извилистой дороге – то перемещение короче, чем путь. Если траектория замкнутая, как у гуляющего Васи, начало и конец в той же точке – то перемещение вообще равно нулю, никуда Вася в итоге своей прогулки не переместился. А если, как у взлетающего самолёта, траектория прямая и, на первый взгляд, путь и перемещение равны – всё равно есть разница. Перемещение – это ВЕКТОР. Пройденный поездом путь S – это не вектор, это СКАЛЯР. Про него сказали, что он равен 20 км – и этим всё сказано! А про перемещение этого сказать нельзя. Да, 20 километров – но в какую сторону?



Как же практически описать движение корабля по морской поверхности (и вообще движение любого тела в плоскости)?

Рассматривая движение лодочки, мы из двух взаимно перпендикулярных векторов сделали один, результирующий. И согласились, что это логично и правильно.

А теперь сделаем обратное. Имея вектор перемещения r мы представим его, как сумму двух взаимно перпендикулярных составляющих. Причём, эти составляющие мы пустим не как попало, а по осям системы координат.



Составляющая по оси x обозначается r_x ; по оси y обозначается r_y .

Ясно, что это равноценная замена. Такая операция называется «разложением вектора по координатным осям».

Вот мы нарисовали две лампочки с отражателями и лучиками света. Допустим тело движется по вектору перемещения r . А его тень, создаваемая лампочкой 1, движется по оси x . Тень, создаваемая лампочкой 2,

движется по оси y .

Тени называются **проекциями**. Таким образом, мы заменяем движение тела по плоскости движением его проекций вдоль двух координатных осей. Для чего же нужна такая замена? Да потому, что движение тела вдоль прямой мы уже рассмотрели и даже вывели на этот счёт парочку формул. А данным приёмом мы сводим более сложное движение тела по плоскости к движению вдоль прямой (точнее говоря, вдоль двух прямых). Сложное приводим к простому и понятному. Вот для чего!

При рассмотрении движения корабля по морской поверхности следует взять уже не одну координатную ось (как для поезда), а систему координат их двух осей X и Y . Начало координат привязать, допустим, к порту отправления. И рассматривать проекции вектора перемещения на эти оси.

Надо иметь в виду ещё вот что. Скорость движения – это тоже вектор, при прямолинейном движении направление вектора скорости совпадает с направлением вектора перемещения. Проекции движущегося корабля могут двигаться с неодинаковой скоростью вдоль разных координатных осей. Поэтому придётся рассматривать не скорость, как таковую, а проекции вектора скорости на оси v_x и v_y . Ускорение – это тоже вектор.

А теперь вспомни, мы решали основную задачу кинематики – выводили «кинематический закон движения» для равноускоренного движения вдоль прямой линии. В случае движения по плоскости у нас будет система из двух формул, описывающих движение тела вдоль оси x и вдоль оси y .

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_x t + \frac{a_x t^2}{2} \\ y &= y_0 + v_y t + \frac{a_y t^2}{2} \end{aligned} \quad (2.1)$$

Вот и всё, пожалуй. Ответь на вопросы для закрепления материала прочитанной темы. Лучше вслух сам себе отвечай!

1. Чем характеризуются скалярные величины? Векторные величины? Придумай примеры скалярных и векторных величин.
2. Как складывать (два способа) векторы, как умножить или разделить вектор на число? В результате действий над векторами – что получается, вектор или скаляр?
3. Сформулируй понятия «траектория», «путь», «перемещение». Какие могут быть формы траектории? Чем отличается перемещение от пути?
4. Объясни, почему скорость и ускорение являются векторами. Как направлены векторы скорости и ускорения?
5. Для чего движение тела по плоскости мы заменяем двумя равноценными движениями вдоль двух координатных осей? А если рассматривать движение не корабля, а самолета – сколько координатных осей надо использовать?
6. Перепиши систему формул (2.1) для трехмерного пространства. Перепиши также эти формулы для равномерного (а не равноускоренного) движения в плоскости.
7. Нарисуй произвольно движение корабля в системе координат. Пусть это движение будет не равноускоренным, а равномерным. Найди проекции вектора перемещения на координатные оси. Найди проекции вектора скорости на оси. Будут ли они одинаковы? Всегда ли?