Согласно второму закону Ньютона ускорение тела прямо пропорционально силе, действующей на тело, и обратно пропорционально массе тела, при этом направления ускорения и силы совпадают (рис. 2.10).

Однако в большинстве случаев тело взаимодействует не с одним телом, а с несколькими, и в результате этих взаимодействий на тело действуют несколько сил. Например, при подъёме груза на канате на груз действуют сила тяжести и сила натяжения каната, при движении автомобиля по дороге на него действуют сила тяжести, сила тяги, сила сопротивления и сила реакции опоры со стороны полотна дороги на колёса.

Какую из нескольких действующих сил нужно считать определяющей, от какой из них зависит ускорение?

Если на тело одновременно действуют несколько сил, то, как показывают эксперименты, ускорение тела будет пропорционально геометрической сумме всех этих сил.

Это положение называется принципом суперпозиции (наложения) сил.

Таким образом, мы заменяем несколько сил одной силой.

Сила, которая производит на тело такое же действие (вызывает такое же движение), как несколько сил, одновременно приложенных к телу, называется равнодействующей.

Рассмотрим сначала случай, когда на тело действуют две силы, направленные вдоль одной прямой. Если силы направлены в одну сторону (рис. 2.11), то равнодействующая, её модуль равен.

В случае когда силы направлены в противоположные стороны, их равнодействующая равна векторной сумме сил, но её модуль равен. Очевидно, что ускорение тела направлено в сторону большей по модулю силы.

Обратим внимание на то, что действие каждой из этих сил не зависит от наличия других сил.

На рисунке 2.13 показаны две силы, равные по модулю и направленные друг к другу под прямым углом. Очевидно, что модуль равнодействующей равен.

Эта сила по модулю больше силы, но меньше силы.

Выполните с соседом по парте эксперимент. На гладкую горизонтальную поверхность положите гладкий брусок и прикрепите к нему три динамометра. Два из них расположите под углом, а третий вдоль линии, находящейся под углом 135° к первым двум. Растяните пружины всех динамометров, при этом брусок должен оставаться на месте и показания первых двух динамометров должны быть одинаковы. Снимите показания третьего динамометра.

Оставьте только первый динамометр причём расположите его по одной прямой с третьим. Растяните пружину третьего динамометра до длины, которая была в первом опыте. Следите за тем, чтобы брусок был неподвижен. Измерьте силу, показываемую первым динамометром. Убедитесь в справедливости формулы (2.4).

Если силы, действующие на тело, направлены под некоторым углом, то равнодействующую этих сил определяем по правилу параллелограмма: эта равнодействующая равна диагонали параллелограмма (рис. 2.14). Так как принцип суперпозиции сил справедлив и для проекций сил, то при выборе прямоугольной системы координат в проекциях на оси и уравнение можно записать в виде.

Рассмотрим пример. Лодку подтягивают к берегу двумя канатами. Натяжение первого равно 300 Н, второго 400 Н (рис. 2.15). С осью векторы сил и составляют углы 135° и 30°. Определим равнодействующую сил, действующих на лодку.

Спроецируем силы на ось. Проекция сил на ось. Проекции равнодействующей силы. Тогда равнодействующая сила равна. Угол, который образует равнодействующая сила с осью, определим из выражения. Равнодействующую силу также можно найти по теореме косинусов.