Величины, для описания которых нужно только одно число называются скалярными (температура, плотность, масса и т.п.). Если для определения величины требуется еще указать направление (скорость, напряжение, сила, перемещение и т.п.), то рассмотрение таких величин приводит к понятию вектора. Однако, понятием вектора, круг величин не ограничивается – существуют и более сложные классы величин, которые называются тензорами. Кроме того, бывает и так, что величина имеет численное значение и направление, но вектором не является.

Обозначение

Умножение вектора на число.

Сложение векторов.

Пусть векторы - орты прямоугольной системы координат.

Мы ввели правило суммирования по повторяющимся индексам – такая операция называется сверткой. Это позволяет сократить записи.

**Скалярное произведение векторов.**

Скалярным произведением векторов называется произведение модулей этих векторов на косинус угла между ними.

**Свойства скалярного произведения.**

Коммутативность

Дистрибутивность

Для того, чтобы векторы A и B были перпендикулярны, необходимо и достаточно, чтобы скалярное произведение было рано нулю, т.е.

В силу этого свойства можем записать

В прямоугольных декартовых системах координат орты будем обозначать или .

Доказательство

В силу дистрибутивности, можем записать

Заметим, что это проекция вектора на направление вектора . Это можно записать в виде

**Векторное произведение векторов**

Векторным произведением двух векторов называется вектор , модуль которого равен произведению длин векторов на синус угла между ними, а направление определяется правилом буравчика при вращении от вектора к вектору .

Геометрически, это площадь треугольника на векторах и .

Для правой системы координат

В дальнейшем будет использована только правая система координат.

**Свойства векторного произведения.**

При доказательстве используется свойство дистрибутивности.

Другие формы записи

Можно также использовать символ Леви-Чивиты. Это внешнее произведение объектов.

**Тождество Эйлера-Лагранжа**.

**Смешанное произведение.**

Здесь это проекция на . Поэтому понятно, что смешанное произведение – объем параллелепипеда, построенного на векторах . Только следует иметь ввиду, что он определен с точностью до знака и может быть отрицательным в зависимости от угла между и .

**Свойства смешанного произведения**.

При циклической перестановке векторов значение смешанного произведения не меняется

Если два вектора одинаковы (или параллельны) смешанное произведение равно нулю.

Если три вектора компланарны (т.е. лежат в одной плоскости), смешанное произведение равно нулю.

**Двойное векторное произведение.**

**Свойства двойного векторного произведения**.

Докажем знаменитое правило «бац минус цаб».

**Разложение вектора по осям координат**

**Направляющие косинусы**.

Рассмотрим некоторый вектор поместив его начало в начало системы координат. Если – углы между вектором и осями координат, можем записать

Величины называют направляющими косинусами. Поскольку и , после несложных преобразований, получим

**Задача**. Показать, то если – направляющие косинусы вектора , а – направляющие косинусы вектора , то

Решение.

**Задача**. Найти направляющие косинусы биссектрисы угла, образованного векторами с направляющими косинусами соответсвенно.

Решение.