

Лекция 12

ДИНАМИКА ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ

Основное уравнение динамики относительного движения точки

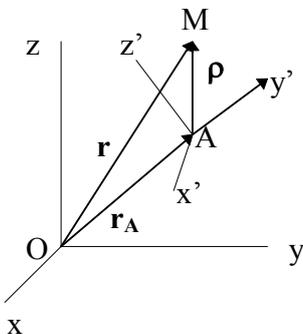
До сих пор движение точки рассматривалось в инерциальной системе отсчета. Напомним, что *инерциальной системой отсчета* называется система, в которой выполняются законы Ньютона и, прежде всего, принцип Галилея.

Отмечалось, что еще не обнаружена ни одна строго инерциальная система отсчета, а наиболее близкой к инерциальной считается гелиоцентрическая система с началом в Солнце и осями, направленными на удаленные звезды. Геоцентрическая система, связанная с Землей, как будет показано ниже, не является инерциальной. Поэтому представляется важным оценить погрешность, возникающую в расчетах в результате применения законов Ньютона в условиях Земли.

С другой стороны, важно уметь составлять уравнения движения типа уравнений Ньютона в неинерциальной системе отсчета (например, геоцентрической).

Представляет интерес и философский вопрос о уникальности инерциальной системы отсчета. Если такая система существует в единственном экземпляре, то возникли бы большие сомнения в “фундаментальности” законов Ньютона. К счастью, как будет показано, если существует хоть одна инерциальная система, то можно указать их бесчисленное множество.

Сначала выясним как следует составлять дифференциальные уравнения движения точки в неинерциальной системе отсчета. Рассмотрим движение материальной точки M массы m с точки зрения наблюдателя, движущегося вместе с подвижной системой отсчета $x' y' z'$ заданным образом по отношению к инерциальной системе $x y z$. Пусть движение системы $x' y' z'$ задано тремя координатами



начала A и тремя углами Эйлера, определяющими матрицу поворота $T(t)$ a , значит, и матрицу угловой скорости $\Omega = \dot{T} \cdot T^T$ подвижной системы по отношению к инерциальной.

Сначала встанем на точку зрения наблюдателя в инерциальной системе. Он запишет основной закон для точки M в виде:

$$m \mathbf{W}_a = \sum \mathbf{F}_k$$

Справа здесь стоит сумма физических сил, действующих на точку со стороны других точек, и подчиняющихся третьему закону Ньютона о парности взаимодействия.

Абсолютное ускорение запишем по теореме Кориолиса:

$$\mathbf{W}_a = \mathbf{W}_e + \mathbf{W}_r + \mathbf{W}_c$$

Основной закон приобретает вид:

$$m(\mathbf{W}_e + \mathbf{W}_r + \mathbf{W}_c) = \sum \mathbf{F}_k$$

Или:

$$m \mathbf{W}_r = \sum \mathbf{F}_k - m \mathbf{W}_e - m \mathbf{W}_c$$

Последние слагаемые обозначим:

$$-m \mathbf{W}_e = \Phi_e; \quad -m \mathbf{W}_c = \Phi_c$$

и назовем их **силами инерции- переносной и кориолисовой** соответственно
Выражение

$$m \mathbf{W}_r = \sum \mathbf{F}_k + \Phi_e + \Phi_c$$

называется *основным уравнением динамики относительного движения точки*.

Это уравнение показывает, что