

Вопрос 10: Уравнение движения материальной точки в неинерциальной системе отсчёта.

Общий вид второго закона Ньютона:

$$ma_{abc} = F, \quad (63.1)$$

(abc можно не писать).

Пусть i, j, k — единичные векторы (орты) координатных осей системы координат S , которую мы будем предполагать прямоугольной. Длины этих векторов, поскольку они единичные, остаются неизменными. Но их направления с течением времени могут изменяться. Это — переменные векторы. Каждый из них вращается с угловой скоростью ω . Их производные по времени определяются формулами (46.11). Выпишем эти формулы еще раз:

$$\frac{di}{dt} = [\omega i], \quad \frac{dj}{dt} = [\omega j], \quad \frac{dk}{dt} = [\omega k]. \quad (64.1)$$

(здесь важно только то, что такое ω)

Путем небольшой теории за кадром (которая по сути не нужна, главное, чтобы вам был понятно, что за формула 64.10) получаем следующее:

Окончательно для абсолютного ускорения найдем

$$a_{abc} = a_{отн} + 2[\omega v_{отн}] + \dot{v}_0 + [\omega[\omega r]] + [\dot{\omega}r]. \quad (64.9)$$

Этому результату можно придать вид

$$a_{abc} = a_{отн} + a_{кор} + a_{пер}, \quad (64.10)$$

где

$$a_{кор} = 2[\omega v_{отн}], \quad (64.11)$$

$$a_{пер} = \dot{v}_0 + [\omega[\omega r]] + [\dot{\omega}r]. \quad (64.12)$$

Теперь, получив общие базовые переменные, совместив 63.1 и 64.10, получим уравнение движения материальной точки в НСО:

5. Обратимся теперь к написанию уравнений относительного движения. Поступим в точности так же, как в предыдущем параграфе. В уравнение (63.1) подставим выражение (64.10) и все члены перенесем в правую часть за исключением члена, содержащего относительное ускорение. Таким путем получим

$$m\mathbf{a}_{\text{отн}} = \mathbf{F} - m\mathbf{a}_{\text{кор}} - m\mathbf{a}_{\text{пер}}, \quad (64.14)$$

или более подробно

$$m\mathbf{a}_{\text{отн}} = \mathbf{F} + 2m[\mathbf{v}_{\text{отн}}\boldsymbol{\omega}] - m\dot{\mathbf{v}}_0 + m\omega^2\mathbf{r}_{\perp} - m[\dot{\boldsymbol{\omega}}\mathbf{r}]. \quad (64.15)$$

К «настоящей» силе \mathbf{F} добавились две силы инерции: так называемая *кориолисова сила*

$$\mathbf{F}_{\text{кор}} = -m\mathbf{a}_{\text{кор}} = 2m[\mathbf{v}_{\text{отн}}\boldsymbol{\omega}] \quad (64.16)$$

и *переносная сила инерции*

$$\mathbf{F}_{\text{пер}} = -m\mathbf{a}_{\text{пер}} = -m\dot{\mathbf{v}}_0 + m\omega^2\mathbf{r}_{\perp} - m[\dot{\boldsymbol{\omega}}\mathbf{r}]. \quad (64.17)$$

(Когда будете писать все эти сказки, разумеется, обозначьте 63.1 и 64.10 как уравнения 1 и 2)