**§4 Ускорение.**

**Тангенциальная и нормальная  составляющие ускорения**

   **Ускорение** – векторная величина, характеризующая быстроту изменения скорости движущегося тела по величине и направлению.

   **Средним ускорением** точки в интервале времени Δt называется вектор аср, равный отношению приращения вектора скорости ΔV к промежутку Δt.



   **Ускорением (мгновенным ускорением)**точки называется векторная величина a, равная первой производной скорости vпо времени (или вторая производная радиус - вектора  по времени):



  Ускорение точки в момент времени t равно пределу среднего ускорения  при 



   В декартовой системе координат вектор  можно записать через его координаты:

, где



Модуль вектора ускорения



Вектор  можно представить в виде суммы двух составляющих:

- тангенциальная составляющая ускорения направлена по касательной к траектории точки и равна



где вектор  – единичный вектор касательной, проведенной в точке траектории и направлении скорости 

Векторы  и  сонаправлены при равноускоренном движении;  при  т.е. при равнозамедленном движении.

Касательное ускорение  - характеризует быстроту изменения модуля вектора скорости точки (характеризует изменение скорости по величине).

Для равномерного движения:




-нормальная составляющая ускорения (нормальное ускорение) направлена по нормали к траектории и рассматриваемой точке в сторону к центру кривизны траектории. Криволинейную траекторию можно представить как совокупность элементарных участков, каждый из которых может рассматриваться как дуга окружности некоторого радиуса R (называемого радиусом кривизны кривой в окружности данной точки траектории)







  Нормальное ускорение характеризует быстроту изменения направления вектора скорости (характеризует изменение скорости по направлению).

Модуль полного ускорения:



Классификация движений зависит от тангенциальных и нормальных составляющих:

1)

2)                 

3) 

4)

5)

6) 



7) 

**§5 Кинематика вращательного движения**

Поворот тела на некоторый угол *φ* можно описать с помощью вектора, длина которого равна *φ*, а направление совпадает с осью вращения и определяется по правилу правого винта (буравчика, правой руки):

Четыре пальца правой руки – по направлению вращения, согнутый большой палец укажет направление вектора .

Направление вектора поворота φ, связывается с направлением вращения **правилом правой руки**. Такие векторы называют аксиальными (осевыми) или псевдовекторами, чтобы подчеркнуть их отличие от обычных (иногда называемых полевыми) векторов. Угловой скоростью называют вектор  который численно равен первой производной от угла поворота  по времени *t* и направлен вдоль неподвижной оси по правилу правой руки.



Угловая скорость , как и является аксиальным вектором. Аксиальные векторы не имеют определённых точек приложения, они могут откладываться из любой точки оси вращения. Часто их откладывают от неподвижной точки оси вращения, принимаемой одновременно за начало координат системы отчёта. Вращение тела называют равномерным, если .





Скорость  точки в отличие от угловой скорости , тела называют линейной скоростью. Она направлена перпендикулярно как к оси вращения (т.е. к вектору ), так и радиус - вектору  *R*, проведённому в точку *Р* из центра окружности *О* и равна их векторному произведению:



Равномерное вращение можно  характеризировать периодом вращения *Т*, под которым понимают время, за которое тело делает один оборот, т.е. поворачивается на угол . Тогда  - связь угловой скорости с периодом обращения.



Частота вращения - число оборотов в единицу времени       ;   .

В случае переменного вращательного движения угловая скорость         материальной точки не изменяется как по величине, так и по направлению. Для характеристики быстроты изменения вектора угловой скорости   при неравномерном вращении вокруг неподвижной оси вводится вектор        углового ускорения тела, равный первой производной от его угловой скорости   по времени.



Вектор  так же является аксиальным (или псевдовектором). Векторы  и   сонаправлены при ускоренном вращении () и           противоположно направлены при замедленном вращении.

 ()

Ускорение  произвольной точки *Р* тела в отличие от углового ускорения  тела называет линейным ускорением.





Для равноускоренного вращательного движения можно записать:



**Связь линейных и угловых величин:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|   |   |   |   |
| http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image060_0000.png   http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image062_0000.png  http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image064_0000.png | http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image003_0003.png   http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image066_0000.png  http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image068_0000.png | http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image070_0000.pnghttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image072_0000.png   http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image074.png http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image076.pnghttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image078.pnghttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image080.png | http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image082.pnghttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image084.png http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image086.pnghttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image088.png http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image090.pnghttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image092.png |