

Лекция 5

ВИДЫ ДВИЖЕНИЙ

Виды движений в биомеханике

- 1. Сохранение положения тела;**
- 2. Движения на месте;**
- 3. Движения вокруг оси;**
- 4. Локомоторные движения;**
- 5. Перемещающие движения.**

Движения на сохранение равновесия

Равновесие – это состояние тела, при котором

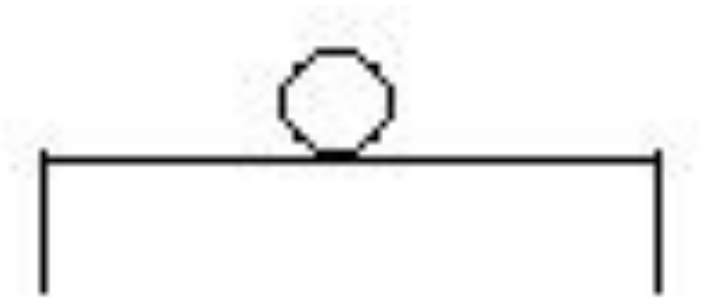
равнодействующая всех сил, действующих на тело равна нулю,

моменты сил тяжести звеньев тела равны моментам сил тяги мышц, обеспечивающих это движение,

все внутренние силы обеспечивают сохранение позы.

ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ

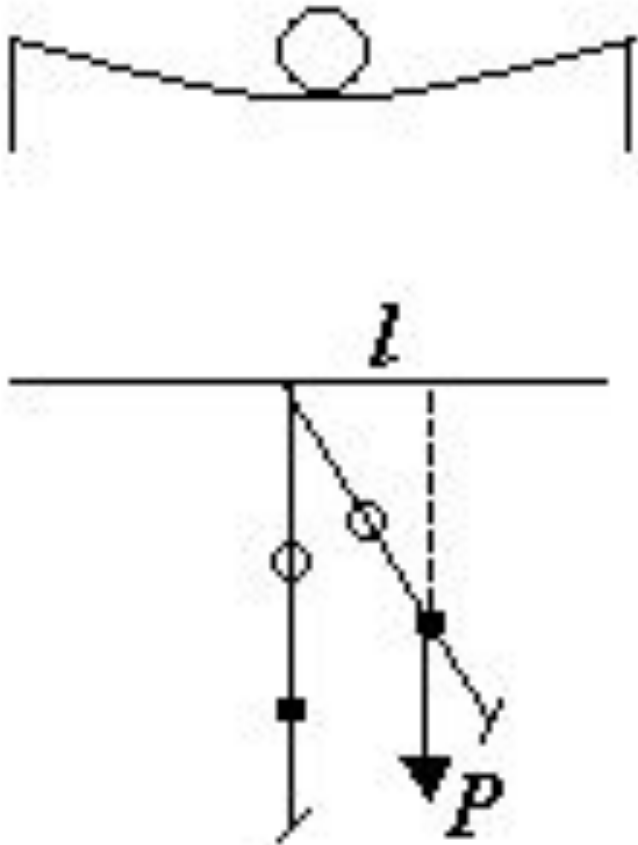
1. Безразличное равновесие



Тело при любом положении продолжает оставаться в покое.

ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ

2. Устойчивое равновесие



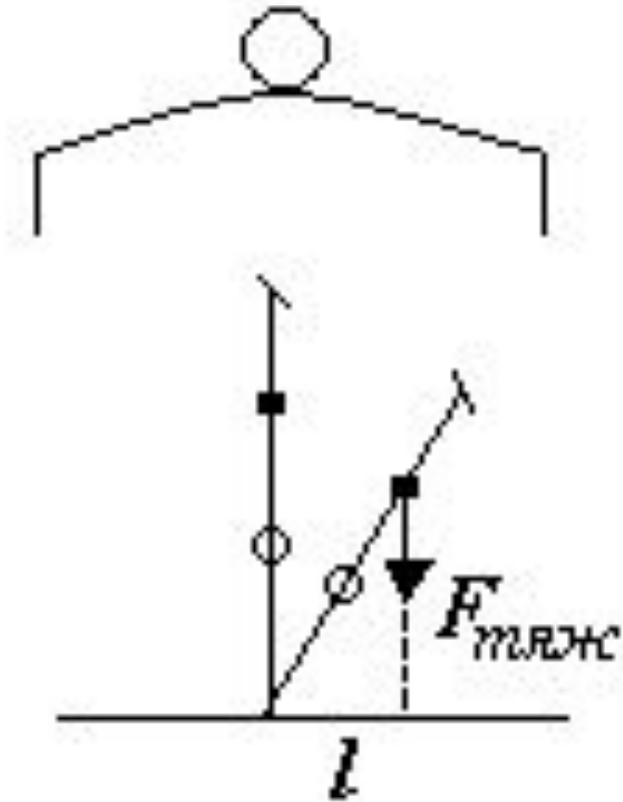
**Тело
возвращается в
прежнее
положение при
любом
отклонении.**

**Возникает момент
устойчивости**

$$M_{уст.} = PL$$

ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ

3. Неустойчивое равновесие



Тело обязательно опрокидывается при малейшем отклонении.

Возникает момент опрокидывания

$$M_{\text{опрок.}} = F_{\text{тяж}} L$$

ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ

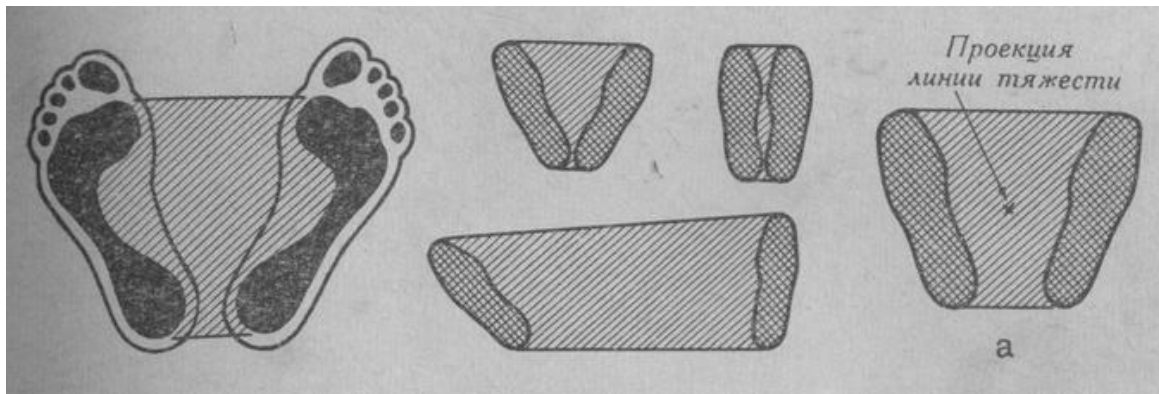
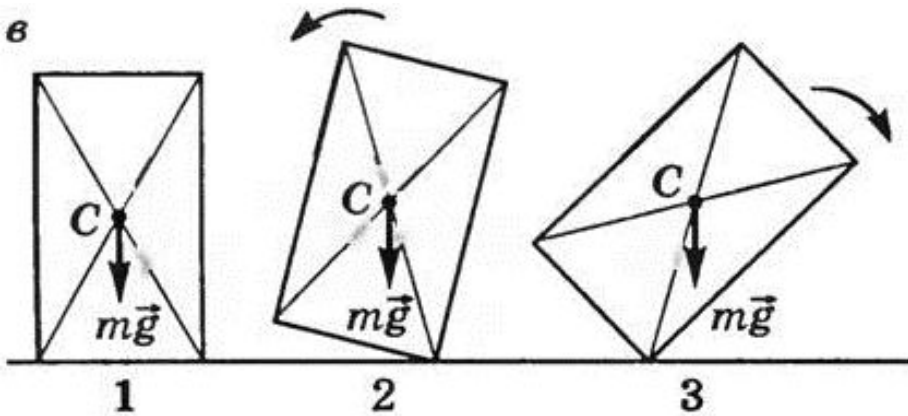
4. Ограниченно-устойчивое равновесие



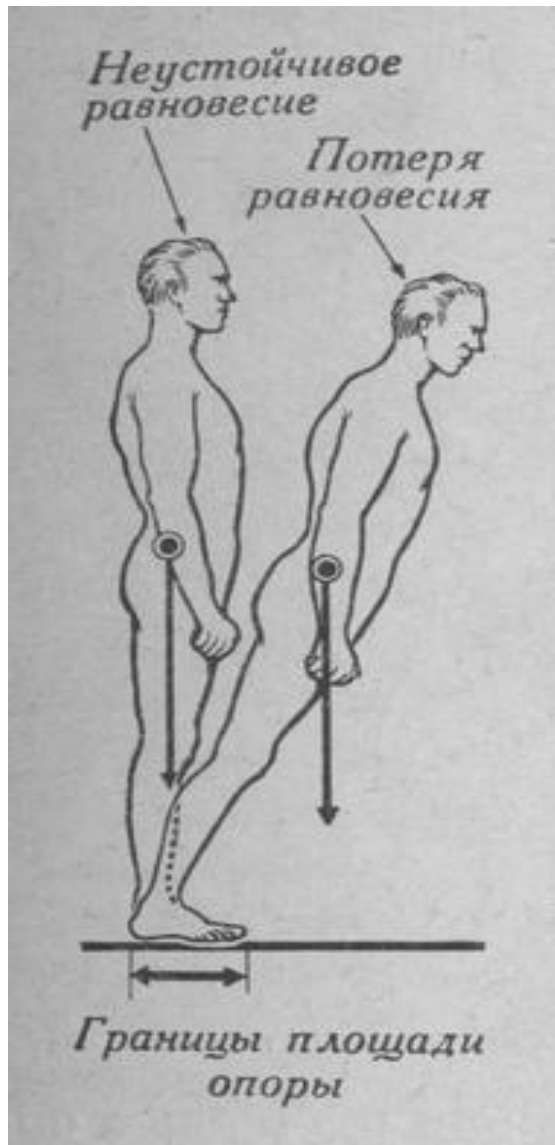
**Тело
возвращается
в прежнее
положение
только при
отклонении в
определенных
границах .**

ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ

1. База устойчивости – расстояние между ребрами опрокидывания. Чем она больше, тем выше устойчивость.



ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ



2. Коэффициент устойчивости.

$$K_{уст} = M_{уст} / M_{опрок.}$$

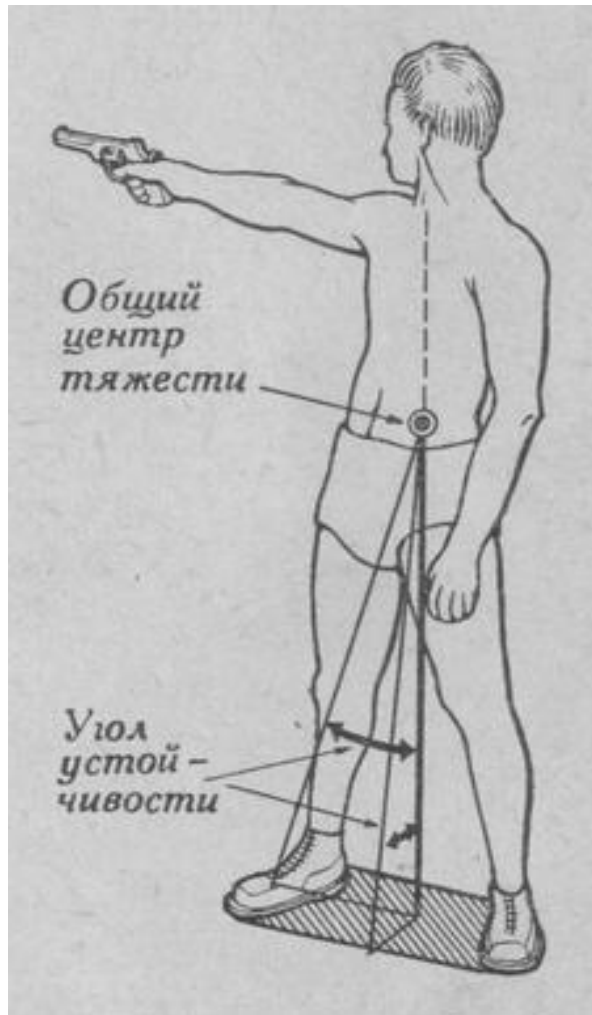
$$M_{уст.} = PL$$

$$M_{опрок.} = F_{опрок} L$$

$K > 1$ – тело опрокинуть нельзя;

$K < 1$ – тело опрокидывается.

ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ



3. Угол устойчивости – угол между линией тяжести и линией, проходящей через ребро опрокидывания.

Все эти показатели применимы для оценки устойчивости физического тела.

Для человека как для объекта живой природы нужно учитывать следующее:

а) площадь опоры всегда больше площади эффективной опоры. Мягкие ткани и недостаточно сильные мышцы не могут уравновесить нагрузку, и опрокидывание произойдет раньше, чем вертикаль центра тяжести пересечет площадь опоры.

б) тело человека при попытке опрокидывания чаще всего не сохраняет позы, а изменяет свою конфигурацию, его звенья перемещаются в суставах.

в) мягкие ткани смягчают действие опрокидывающей силы – демпфируют удар.

ЗОНЫ УСТОЙЧИВОСТИ

1. Оптимальная зона.

В ее пределах человек сохраняет равновесие автоматически, при этом общий центр тяжести колеблется в диапазоне 8-10 см. Колебания происходят за счет внутренних органов. Когда колебания выводят ОЦТ за границы, устойчивость достаточная, но требует больших усилий.

ЗОНЫ УСТОЙЧИВОСТИ

2. Зона сохранения положения – соответствует базе устойчивости. Человек может расположить центр тяжести в любой точке этой зоны и сохранять равновесие. Величина зоны зависит от базы устойчивости и высоты ОЦТ. Для расширения этой зоны используется увеличение базы устойчивости за счет изменения положения ног или снижения положения ОЦТ.

ЗОНЫ УСТОЙЧИВОСТИ

3. Зона восстановления равновесия
– в ней статическое равновесие уже невозможно. ОЦТ выходит за границы опрокидывания. Человек сохраняет устойчивость только за счет мышечных действий. Величина зоны зависит от физической силы спортсмена, его технической подготовленности.

Виды движений на сохранение равновесия

- 1) Компенсаторные движения – направлены на предупреждение выхода центра тяжести за пределы зоны сохранения положения при возмущающих воздействиях и при собственных движениях на месте).**

Виды движений на сохранение равновесия

2) Амортизирующие движения - уменьшают эффект действия возмущающих сил. Обычно это уступающие движения, направленные в сторону действия возмущающей силы.

Виды движений на сохранение равновесия

3) Восстанавливающие движения
– направлены на возвращение
центра тяжести в зону
сохранения из зоны
восстановления.

Движения на месте

Для них характерны неизменная опора и сохранение равновесия.

Так как опора неизменна, поэтому звенья в теле подразделяются на:

- 1) опорные** – неподвижны относительно опоры. Связь с опорой может быть удерживающая и недерживающая.
- 2) подвижные** – движутся относительно опоры и опорных звеньев. Они могут быть связаны с перемещающимися телами (штанга, гантели и т.п.).

Движения на месте

При движениях на месте подвижные звенья движутся так, что центр тяжести тела остается в пределах зоны сохранения положения, в крайнем случае – в зоне восстановления положения.

Опорное напряжение одних мышц удерживает одни части тела на месте, а рабочие напряжения других мышц перемещают другие части тела. При недостаточном напряжении "опорных" мышц движения становятся встречным, части тела смещаются навстречу друг другу.

Движения на месте

Чтобы движения выполнялись на месте, нужно сохранять равновесие. Общий центр тяжести должен располагаться и перемещаться так, чтобы тело не покинуло опору, т.е. обеспечивалось равновесие.

Движения на месте

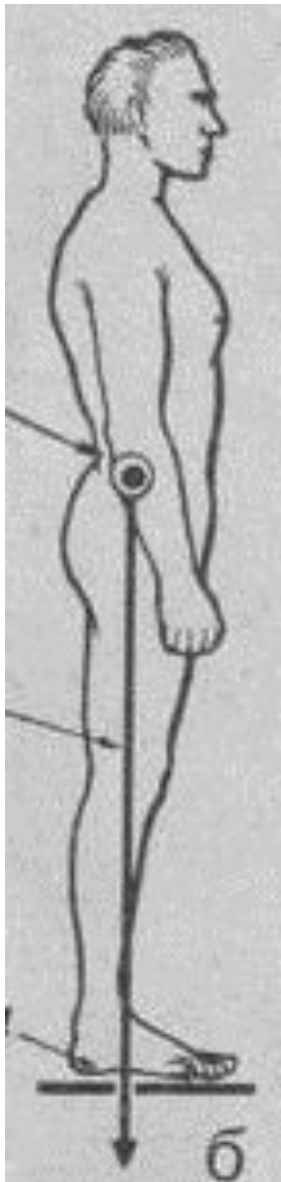
Преодолевающие

- выполняются с положительной работой мышц.
- Сила тяги мышц направлена в сторону движения звена.
- Источник движущих сил - силы мышечной тяги.
- Тормозящие силы могут быть различны

Уступающие

- выполняются с отрицательной работой мышц.
- Сила тяги мышц направлена в сторону, противоположную движению звена.
- Источником движущих сил могут быть любые силы.
- Тормозящими являются силы тяги мышц-антагонистов.

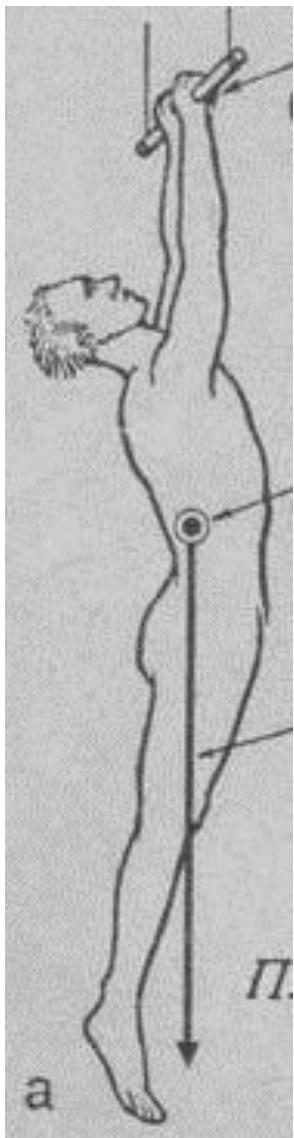
Виды движений на месте



Движения при нижней опоре

Возможно отталкивание от опоры (преодолевающее движение) и приближение к опоре (уступающие движения).

Виды движений на месте

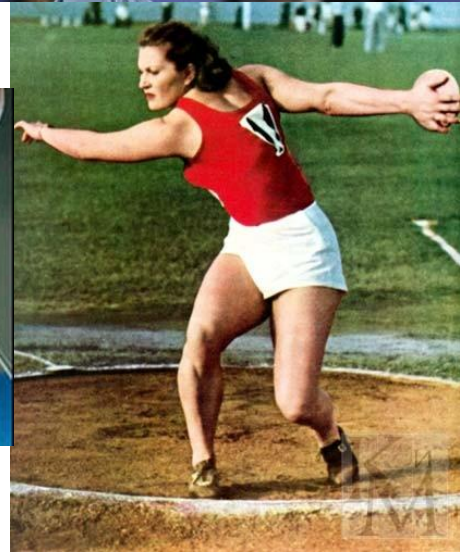
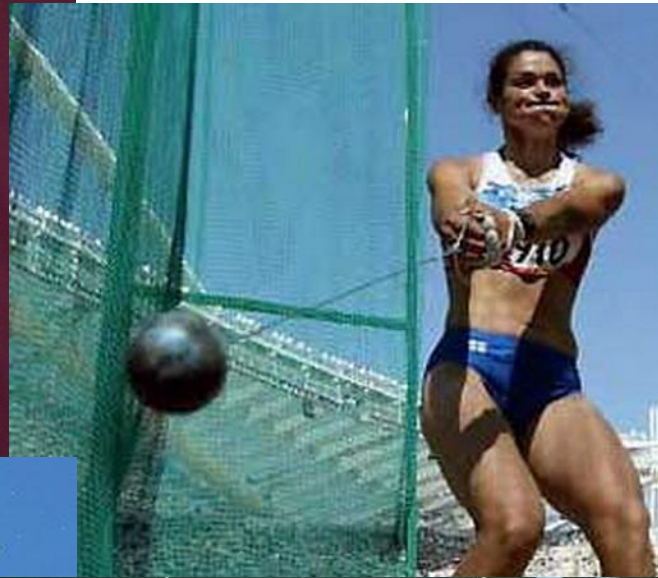


Движения при верхней опоре

Возможно движение по способу притягивания к опоре (преодолевающие движения) и с отдалением от опоры (уступающие движения).

Движения вокруг оси

Широко представлены в жизни и спорте



Движения вокруг оси

всегда происходят вокруг оси

(прямая, вокруг которой осуществляется вращение) – может быть вне тела и внутри него.

Ось вращения может быть

1) Внешняя – находится за пределами тела человека.

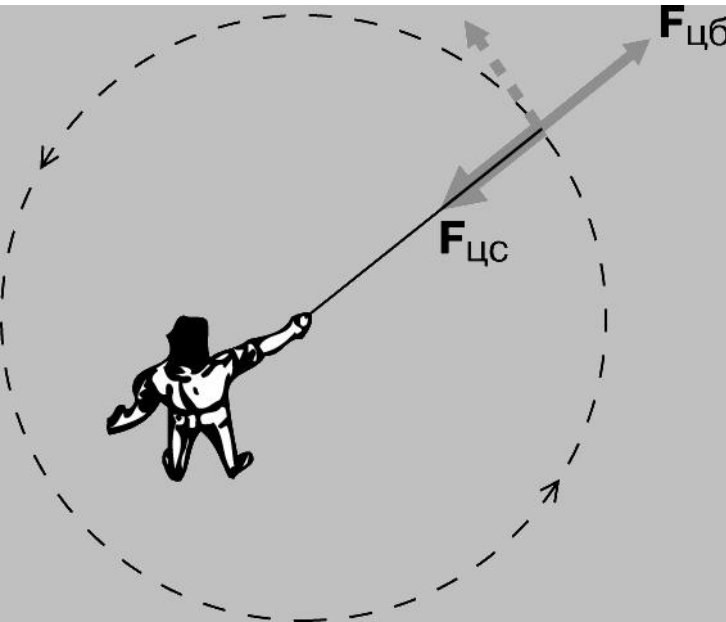
2) Внутренняя - проходит внутри тела:

- **свободная** – проходит через ОЦТ человека (количество ∞).

- **закрепленная** – проходит через центр сустава при вращении звеньев в суставе (количество зависит от вида сустава).

ПОКАЗАТЕЛИ ВРАЩЕНИЯ

F центростремительная и **F** центробежная



Движение **удерживающего** тела ограничивает движение в пределах окружности, удерживает точки тела на дуге окружности, исправляет путь тела вокруг оси (иначе оно улетело бы по касательной).

Мера его воздействия – **F центростремительная** (является внешней силой).

Мера воздействия **вращающегося** тела - **F центробежная** – сопротивление массы тела, которая по инерции двигалась бы прямолинейно – **F инерции** вращающегося тела.

При вращательном движении взаимодействует два тела: вращающееся и удерживающее.

Для создания вращательного движения пригодна только такая сила, направление которой не параллельно оси вращения и не проходит через ось вращения. Такая сила проходит на некотором расстоянии от оси вращения, образует момент вращения

$$**M = Fd.**$$

Чем больше момент вращения, тем большее ускорение она может сообщить телу, и чем дальше проходит сила от оси вращения, тем эффективнее ее действие.

**Наибольший момент образует сила,
направленная по касательной к траектории
движения тела
(плечо силы совпадает с R вращения и
имеет максимальную величину).**

**Для создания вращения, сила должна
действовать не в направлении ОЦТ.
Силы, проходящие через ОЦТ, не могут
создать вращательного движения.**

ПОКАЗАТЕЛИ ВРАЩЕНИЯ

Центростремительное ускорение

При вращательном движении направление скорости постепенно изменяется. Происходит поворот скорости в сторону центра вращения. Возникающее ускорение направлено к центру – **центростремительное**, его величина зависит от скорости вращения и расстояния от центра вращения до дуги.

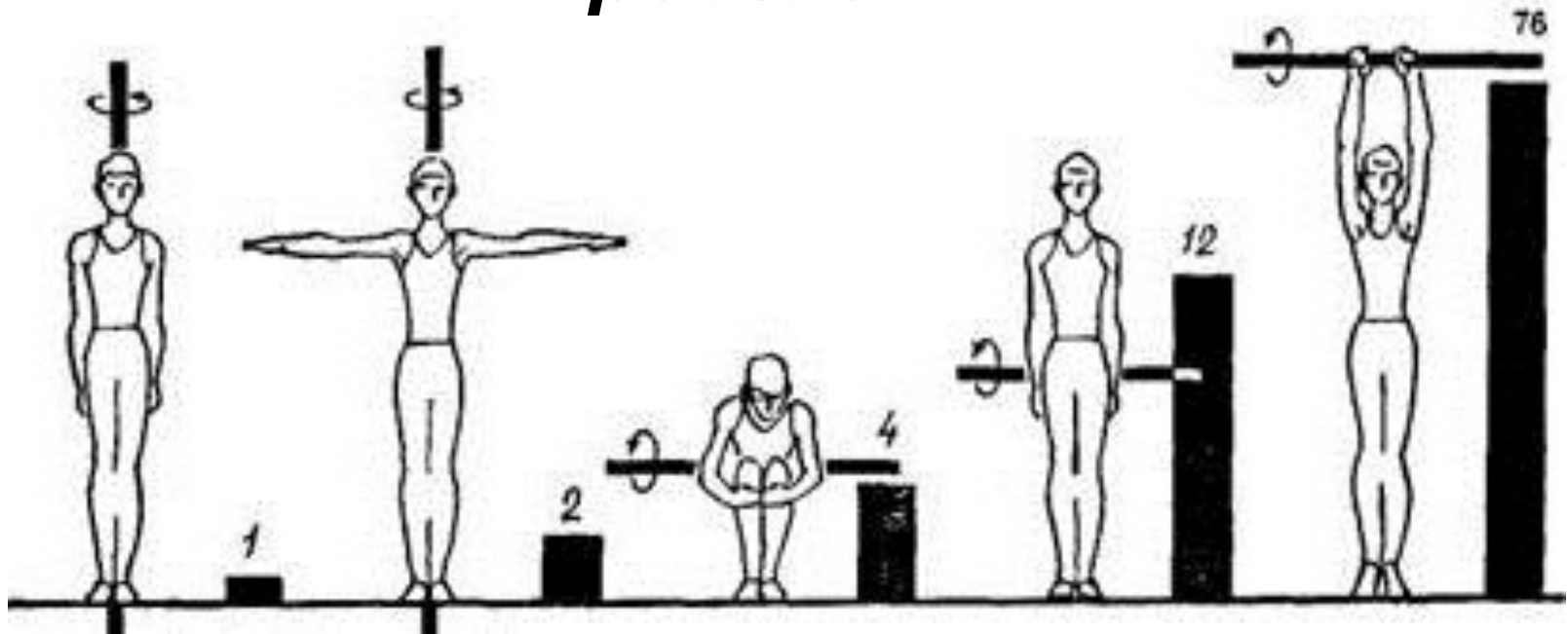
$$a = V^2/R$$

ПОКАЗАТЕЛИ ВРАЩЕНИЯ

Момент инерции - сумма моментов инерции всех звеньев тела:

$$I = \sum m(r^2 + I^2)$$

Человек может произвольно изменять свой момент инерции в значительных пределах.



ПОКАЗАТЕЛИ ВРАЩЕНИЯ

Период вращения – промежуток времени, за который тело совершает полный оборот.

$$T = \frac{2\pi R}{V}$$

Частота вращения - число оборотов, которое совершает тело за единицу времени, обратное периоду вращения.

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{V}{2\pi R}$$

ПОКАЗАТЕЛИ ВРАЩЕНИЯ

**угловая скорость -
быстрота углового
перемещения:**

$$\boldsymbol{\omega}_{\text{ср}} = \Delta \boldsymbol{\alpha} / \Delta t$$

**угловое
ускорение -
быстрота изменения
угловой скорости:**

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{\text{ср}} = \Delta \boldsymbol{\omega} / \Delta t$$

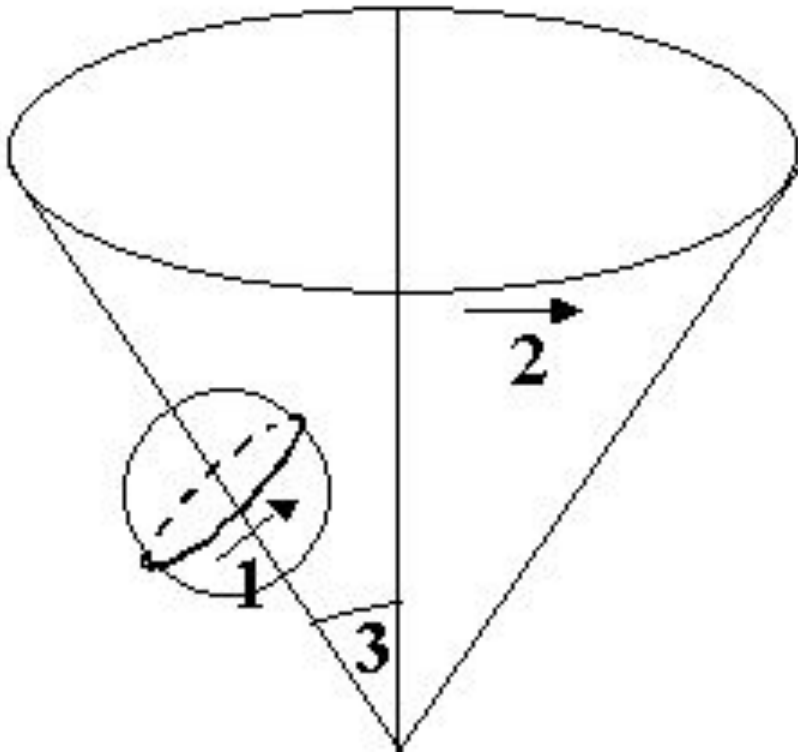
**Между угловыми и линейными
характеристиками существует
зависимость**

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{\omega} \boldsymbol{R}$$

$$\boldsymbol{a} = \boldsymbol{\varepsilon} \boldsymbol{R}$$

ВИДЫ ВРАЩЕНИЯ

- 1) **собственное вращение** –
вращение вокруг
собственной оси
- 2) **прецессия** –
собственная ось
совершения вращения
вокруг другой оси
- 3) **нута́ция** –
угол между 1 и 2 осями
вращения то уменьшается,
то увеличивается.



Управление вращательными движениями

- 1) С сохранением кинетического момента – при полете, когда внешние силы отсутствуют, осуществляется внутренними силами за счет встречных движений.
- 2) С изменением кинетического момента – осуществляется внешними силами, для чего нужен их источник (внешнее тело).

Управление вращательными движениями с сохранением кинетического момента –

Достигается 3 путями:

- 1) **Скручивание и раскручивание тела вокруг продольной оси.**
- 2) **Группирование и разгруппирование.**
- 3) **Изгибание туловища и круговые движения конечностей.**

Человек не птица – летать не может. Но без опоры может управлять своими вращательными движениями

Управление вращательными движениями с изменением кинетического момента –

Достигается 3 путями:

- 1) Приложение внешней силы.
- 2) Изменение условий действия силы при закрепленной оси (приближение к оси или отдаление от нее).
- 3) Активное создание момента внешней силы (отталкивание от опоры или притягивание к ней).