**Лекция 3**

Краткое содержание: Приведение силы к заданному центру. Приведение системы сил к заданному центру. Плоская система сил. Условия равновесия плоской системы сил. Теорема о трех моментах. Система параллельных сил. Распределенная нагрузка. Статически определимые и статически неопределимые задачи. Равновесие системы тел.

### **ПРИВЕДЕНИЕ СИЛЫ К ЗАДАННОМУ ЦЕНТРУ**

Равнодействующая системы сходящихся сил непосредственно находится с помощью сложения сил по правилу параллелограмма. Очевидно, что аналогичную задачу можно будет решить и для произвольной системы сил, если найти для них метод, позволяющий перенести все силы в одну точку.

**Теорема о параллельном переносе силы.** *Силу, приложенную к абсолютно твердому телу, можно, не изменяя оказываемого ею действия, переносить из данной точки в любую другую точку тела, прибавляя при этом пару с моментом, равным моменту переносимой силы относительно точки, куда сила переносится.*

Пусть сила **** приложена в точке A. Действие этой силы не изменяется, если в точке B приложить две уравновешенные силы. Полученная система трех сил представляет собой силу **** равную ****, но приложенную в точке В и пару **** с моментом **** . Процесс замены силы **** силой **** и парой сил ****называется приведением силы **** к заданному центру В.

### **ПРИВЕДЕНИЕ СИСТЕМЫ СИЛ К ЗАДАННОМУ ЦЕНТРУ**

**Основная теорема** статики ( **теорема Пуансо**): *Любую произвольную систему сил, действующую на твердое тело, можно в общем случае привести к силе и паре сил. Этот процесс замены системы сил одной силой и одной парой сил называется* ***приведением системы сил к заданному центру****.*

**Главным вектором системы** **сил** называется вектор, равный векторной сумме этих сил.

****

**Главным моментом системы** **сил** относительно точки О тела, называется вектор, равный векторной сумме моментов всех сил системы относительно этой точки.

****

**Формулы для вычисления главного вектора и главного момента**

**  **

****

****

****

**Формулы для вычисления модуля и направляющих косинусов главного вектора и главного момента:**

**   **

**   **

### **УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ СИСТЕМЫ СИЛ**

1. **Векторная форма**

*Для равновесия произвольной системы сил, приложенных к твердому телу, необходимо и достаточно, чтобы главный вектор системы сил был равен нулю и главный момент системы сил относительно любого центра приведения также был равен нулю.*

 ****

1. **Алгебраическая форма**

*Для равновесия произвольной системы сил, приложенных к твердому телу, необходимо и достаточно, чтобы три суммы проекций всех сил на оси декартовых координат были равны нулю и три суммы моментов всех сил относительно трех осей координат также были равны нулю.*

**  **

**  **

**ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СИЛ.**

### **Условия равновесия плоской системы сил.**

На тело действует плоская система сил. Расположим оси Ox и Oy в плоскости действия сил.

Уравнения **  **

*Для равновесия плоской системы сил, действующих на твердое тело, необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций этих сил на каждую из двух прямоугольных осей координат, расположенных в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов этих сил относительно любой точки, находящейся в плоскости действия сил также была равна нулю.*

**  **

**Теорема о трех моментах.** *Для равновесия плоской системы сил, действующих на твердое тело, необходимо и достаточно, чтобы суммы моментов этих сил системы относительно трех любых точек, расположенных в плоскости действия сил и не лежащих на одной прямой, были равны нулю.*

**  **

**ПЛОСКАЯ СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИЛ**

#

Для системы параллельных сил введем понятие **центра параллельных сил.**

На тело действует система параллельных сил ****, приложенных в точках ****. Выберем оси координат так, чтобы ось Оz была параллельна силам.

**, , **

** -** проекция силы на ось Oz. Точка С с координатами **** называется **центром параллельных сил** .

** -** проекция силы на ось Oz, где ****; ****; ****.

Свойства **центра параллельных сил:**

1. Сумма моментов всех сил **** относительно точки С равна нулю ****
2. Если все силы повернуть на угол, не меняя точек приложения сил, то центр новой системы параллельных сил будет той же точкой С.

**Параллельные силы, распределенные по отрезку прямой.**

а) общий случай:

** -** интенсивность распределенной силы [Н/м],

** -** элементарная сила, *l* **–** длина отрезка.

Распределенная по отрезку прямой сила интенсивности ***q(x)*** эквивалентна сосредоточенной силе **.** Сосредоточенная сила прикладывается в точке С (центре параллельных сил) с координатой ****.

б) постоянная интенсивность

****

****

****

в) интенсивность, меняющаяся по линейному закону

****

****

****

**Статически определимые и статически неопределимые задачи.**

Для любой плоской системы сил, действующих на твердое тело, имеется три независимых условия равновесия. Следовательно, для любой плоской системы сил из условий равновесия можно найти не более трех неизвестных.

В случае пространственной системы сил, действующих на твердое тело, имеется шесть независимых условия равновесия. Следовательно, для любой пространственной системы сил из условий равновесия можно найти не более шести неизвестных.

Задачи, в которых число неизвестных не больше числа независимых условий равновесия для данной системы сил, приложенных к твердому телу, называются **статически определимыми**.

В противном случае задачи статически неопределимы.

**Равновесие системы тел.**

Рассмотрим равновесие сил, приложенных к системе взаимодействующих между собой тел. Тела могут быть соединены между собой с помощью шарниров или иным способом.

Силы, действующие на рассматриваемую систему тел, можно разделить на внешние и внутренние.

**Внешними** называются силы, с которыми на тела рассматриваемой системы действуют тела, не входящие в эту систему сил.

**Внутренними** называются силы взаимодействия между телами рассматриваемой системы.

При рассмотрении равновесия сил, приложенных к системе тел, можно мысленно расчленить систему тел на отдельные твердые тела и к силам, действующим на эти тела, применить условия равновесия, полученные для одного тела. В эти условия равновесия войдут как внешние, так и внутренние силы системы тел. Внутренние силы на основании аксиомы о равенстве сил действия и противодействия в каждой точке сочленения двух тел образуют равновесную систему сил.

Покажем это на примере системы двух тел и плоской системы сил.

Если составить условия равновесия для каждого твердого тела системы тел, то для тела I ****

****,

для тела II

 ****

**.**

Кроме того, из аксиомы о равенстве сил действия и противодействия для двух взаимодействующих тел имеем ** **.

Представленные равенства и есть условия равновесия внешних сил, действующих на систему.