

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Механика – наука о моделировании механического движения.

Движение – всякое изменение материи.

Механическое движение – перемещение вещественных форм материи в пространстве и времени.

Материальное тело – количество материи ограниченное размерами (занимающее объем в пространстве).

Материальная ПЛОСКОСТЬ, ЛИНИЯ, ТОЧКА – гипотетические формы, имеющие соответственно **ДВА**, **ОДНО** и **НОЛЬ** измерений в пространстве.

Абсолютно твердое тело – тело, расстояние между любыми точками которого не меняется при любом механическом движении (гипотетическое).

Механическое взаимодействие (воздействие) – воздействие механических объектов друг на друга, приводящее к изменению механического движения.

Основные определения

Сила – мера механического воздействия. Для моделирования силы в механике применяется трехмерный вектор.

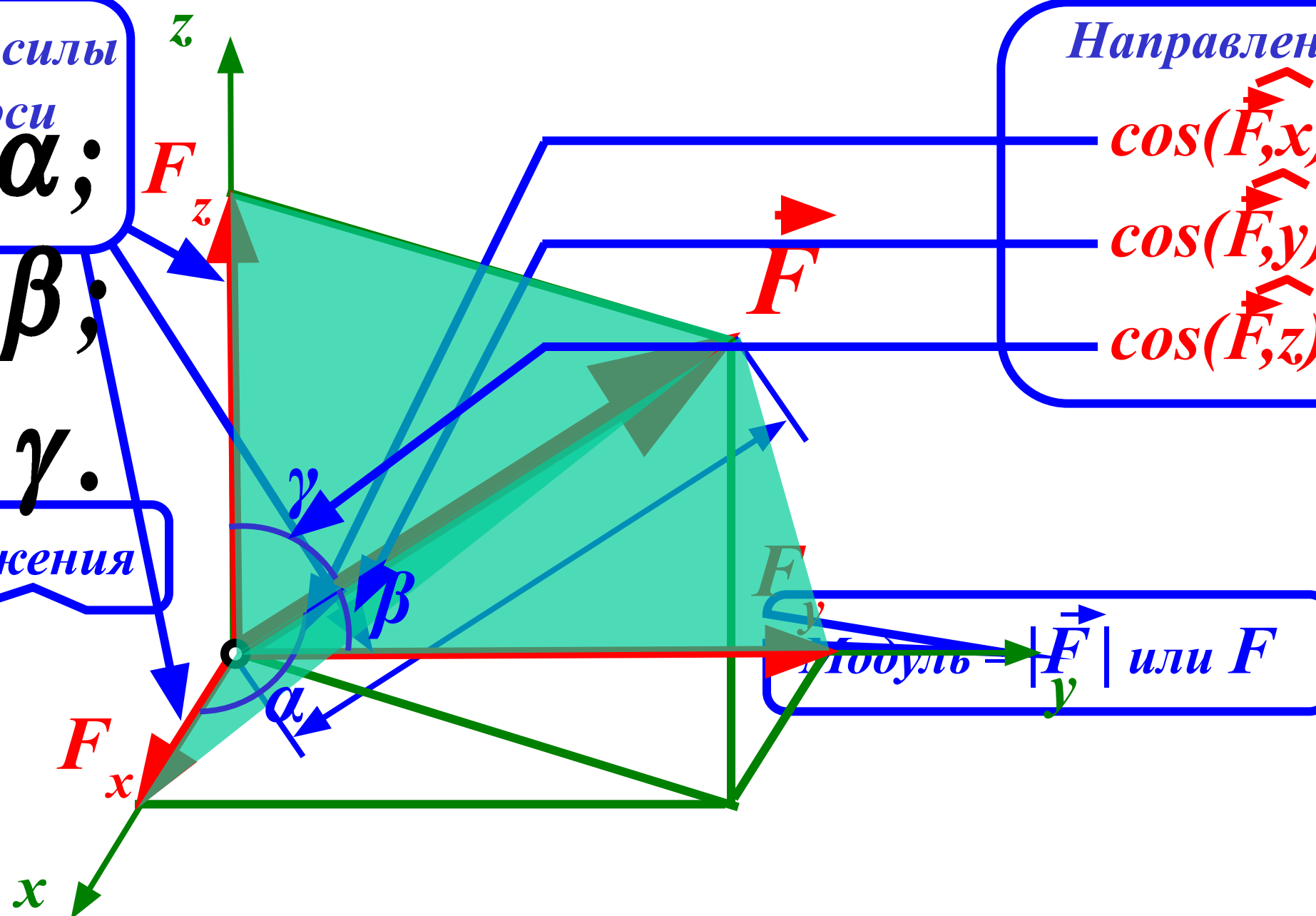
Проекции вектора силы на координатные оси

$$F_x = F \cdot \cos \alpha;$$

$$F_y = F \cdot \cos \beta;$$

$$F_z = F \cdot \cos \gamma.$$

Точка приложения



Направление вектора:

$$\cos(\vec{F}, x) = F_x / F;$$

$$\cos(\vec{F}, y) = F_y / F;$$

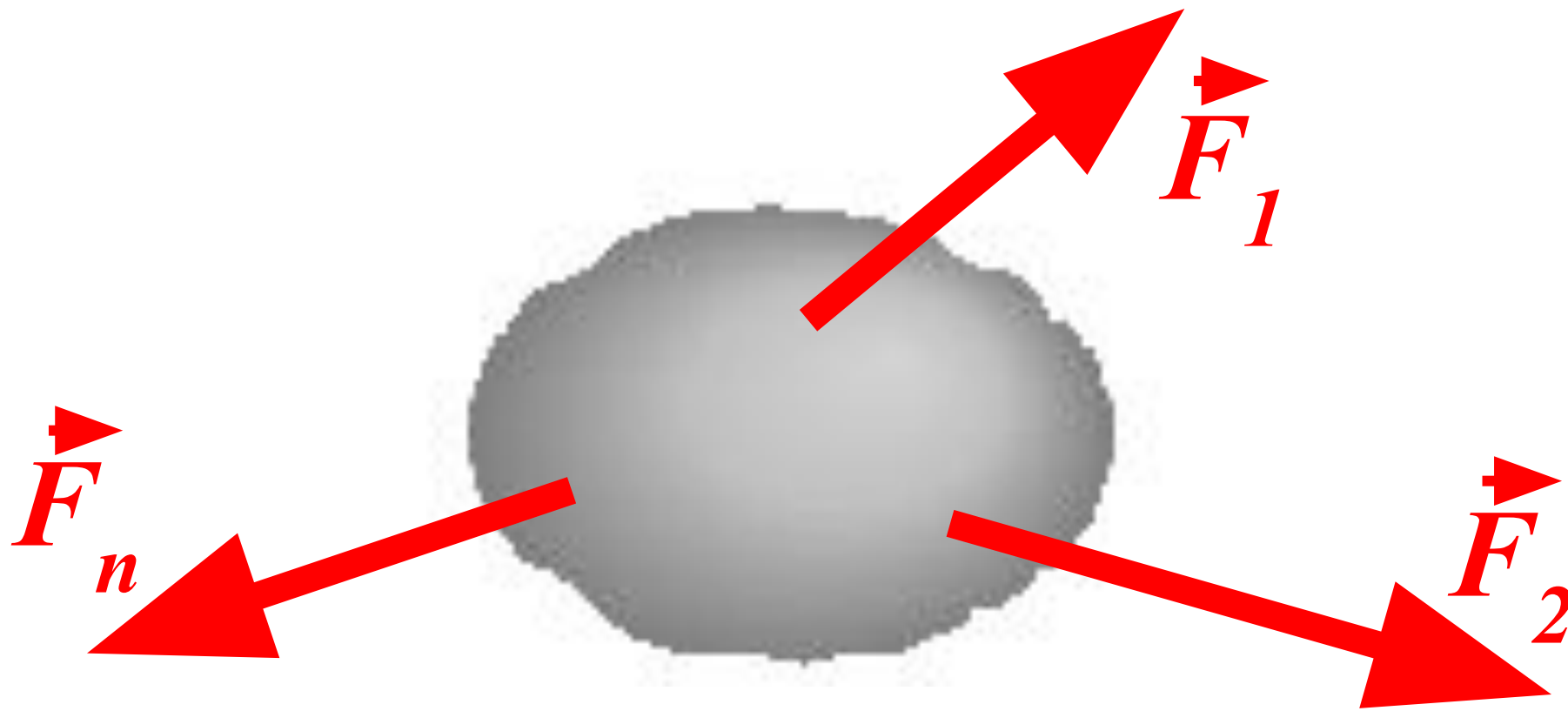
$$\cos(\vec{F}, z) = F_z / F.$$

Модуль - $|\vec{F}|$ или F

Основные определения

Система сил – материальный объект (тело, плоскость, линия, точка) с действующими на него силами:

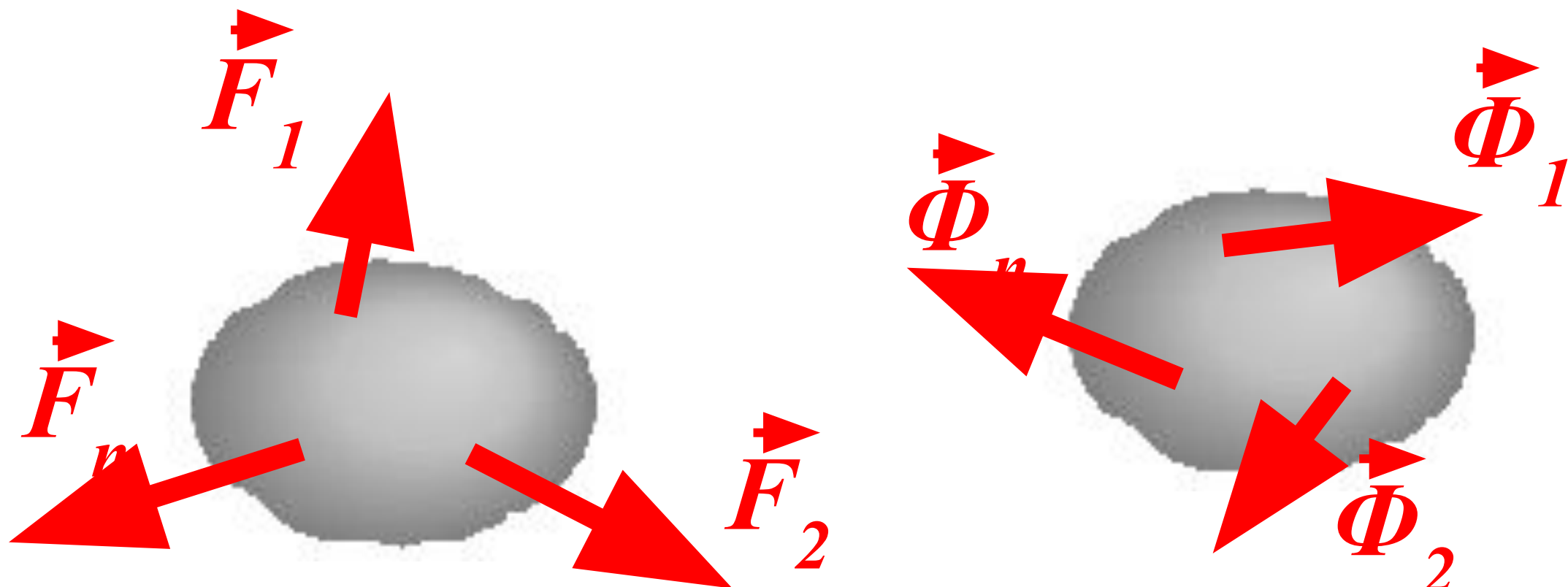
$$\left\{ \vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n \right\}$$



Основные определения

Эквивалентные системы сил – системы, придающие механическому объекту одинаковое изменение движения:

$$\left\{ \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_1, \dots, \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_n \right\} \in \left\{ \overset{\sphericalangle}{\vec{\Phi}}_1, \dots, \overset{\sphericalangle}{\vec{\Phi}}_m \right\}$$



Основные определения

Уравновешенная (эквивалентная нулю) система сил – система сил, которая будучи добавлена или изъята из механической системы, не изменяет ее движения:

$$\left\{ \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_1, \dots, \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_n \right\} \in \mathbf{0}$$

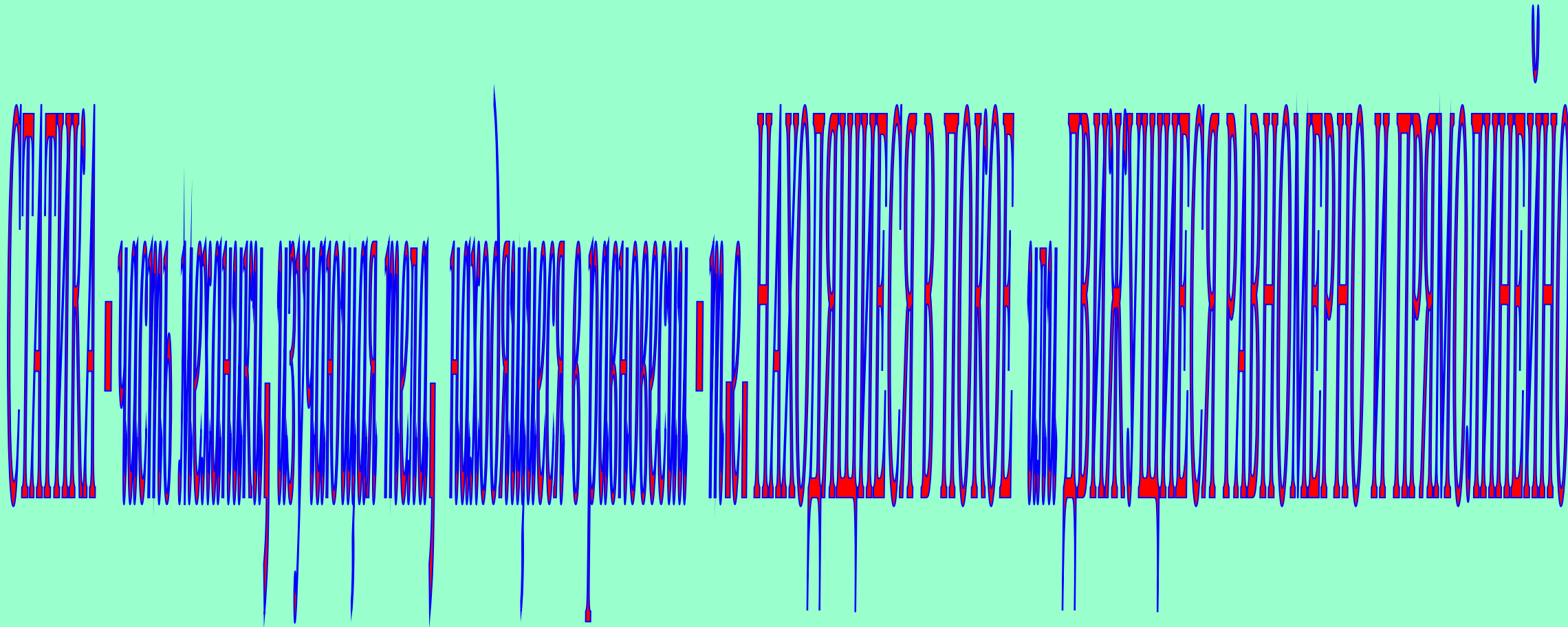
Равнодействующая системы сил – одна сила, придающая механической системе такое-же движение, как и система сил (сила, заменяющая систему):

$$\left\{ \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_1, \dots, \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_n \right\} \in \overset{\sphericalangle}{\vec{R}}$$

Уравновешивающая системы сил – одна сила, которая, будучи добавлена к системе, делает ее эквивалентной нулю:

$$\left\{ \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_1, \dots, \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_n, \overset{\sphericalangle}{\vec{R}}^* \right\} \in \mathbf{0}$$

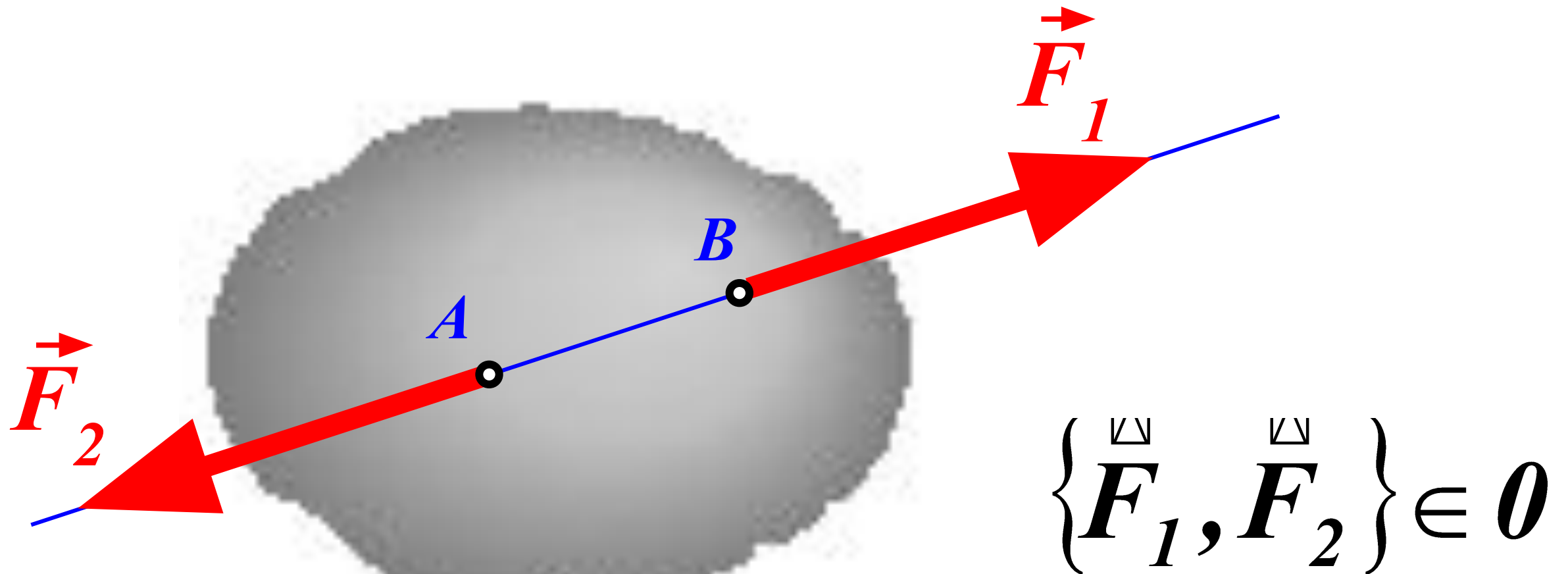
Основные определения



АКСИОМЫ СТАТИКИ

1. Первая аксиома

Две силы, равные по модулю и действующие по одной прямой в разные стороны, образуют систему, эквивалентную нулю (уравновешенную систему):

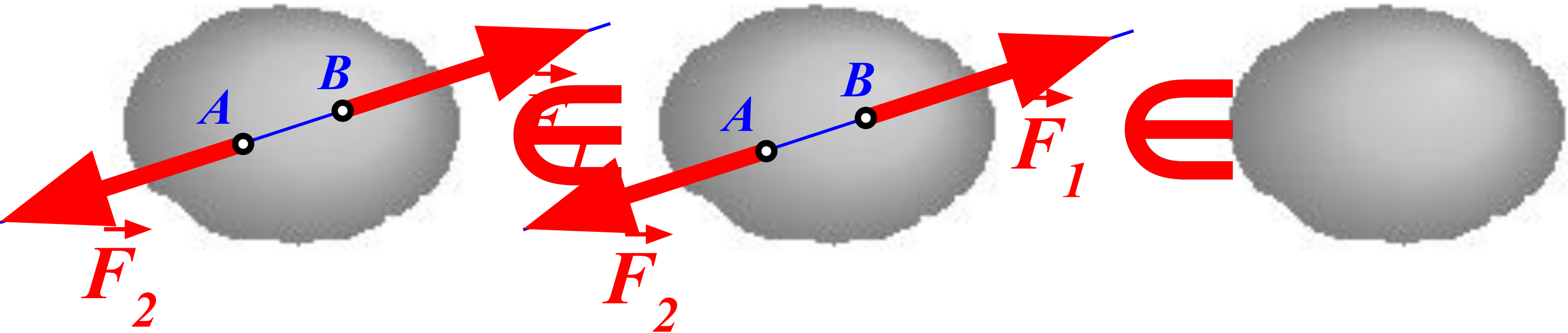


АКСИОМЫ СТАТИКИ

2. Вторая аксиома

Механическое состояние системы не нарушится при добавлении или изъятии системы сил, эквивалентной нулю:

$$\{\overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_1, \overset{\sphericalangle}{\vec{F}}_2\} \in \mathbf{0}$$



Следствие 1

Сила – скользящий вектор, т.е. может быть перенесена по линии действия в любую точку системы.

Доказательство

Следствие 2

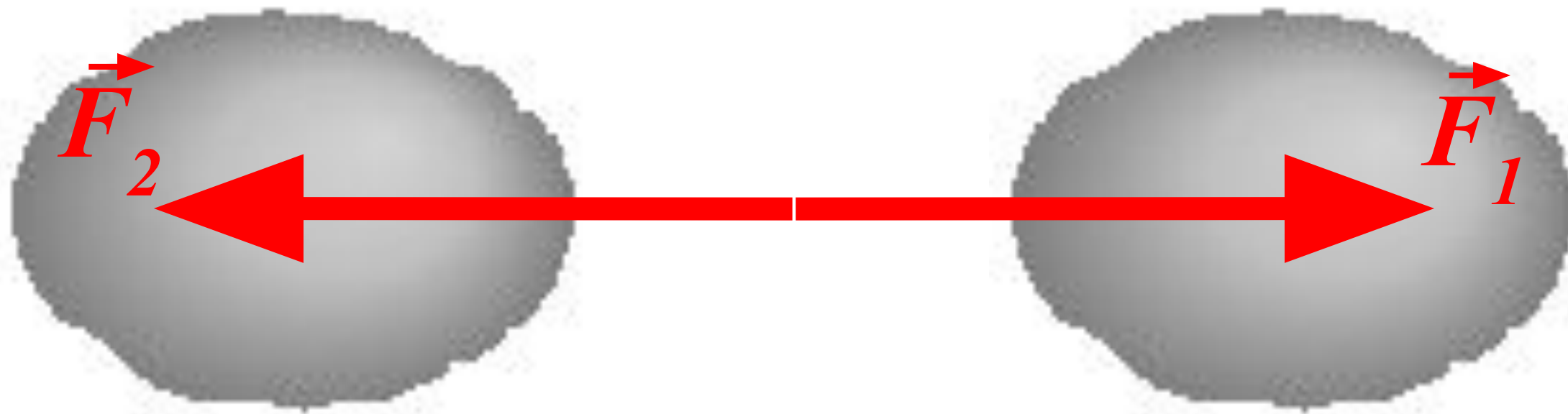
Только такая система имеет уравновешивающую, которая имеет равнодействующую.

Доказательство

АКСИОМЫ СТАТИКИ

3. Третья аксиома

Всякое действие вызывает равное ему и противоположное противодействие.



$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

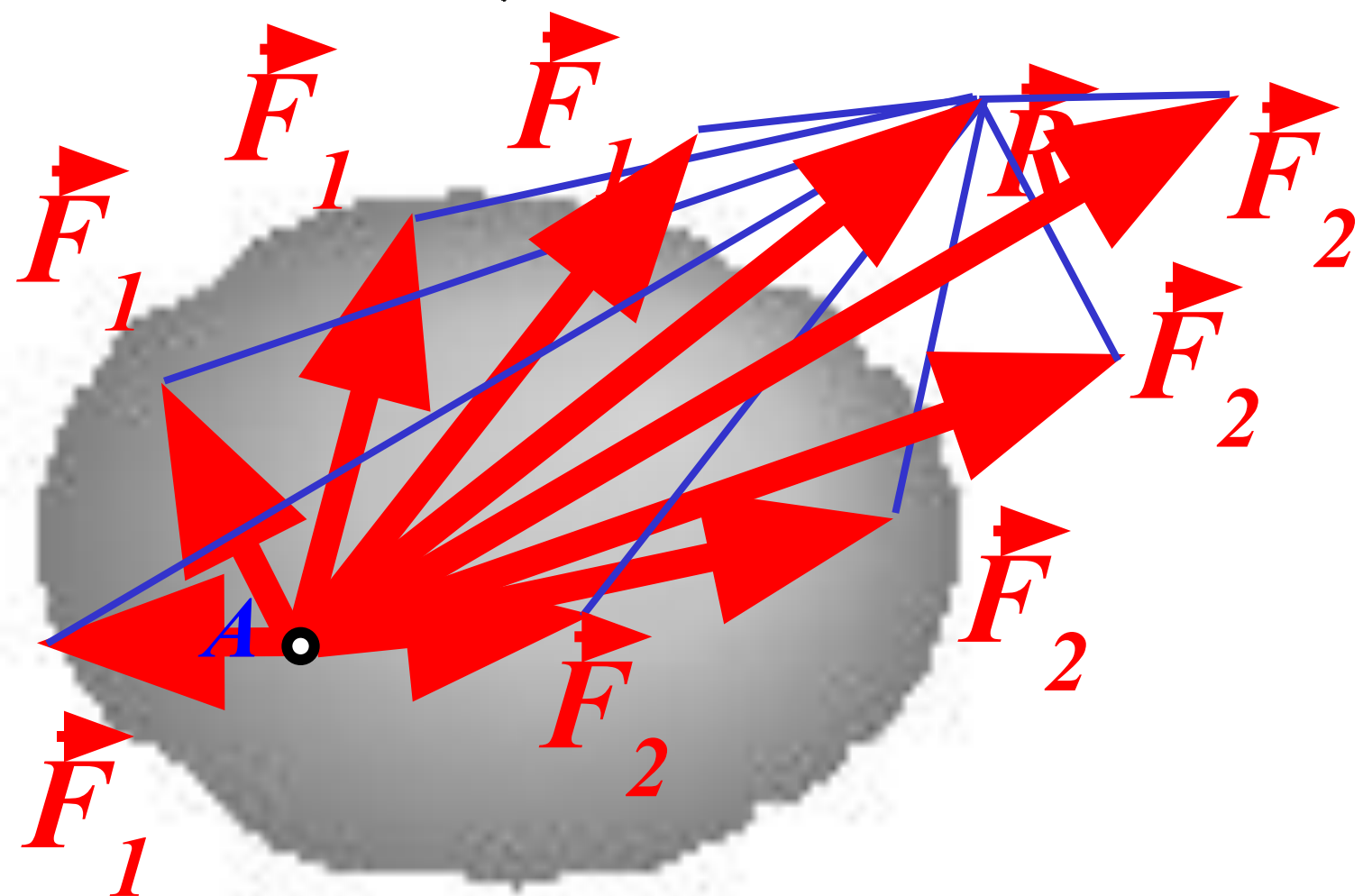
АКСИОМЫ СТАТИКИ

4. Четвертая аксиома

Система из двух сил, приложенных в одной точке всегда имеет равнодействующую.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos(\widehat{F_1, F_2})}$$



Обратное утверждение:

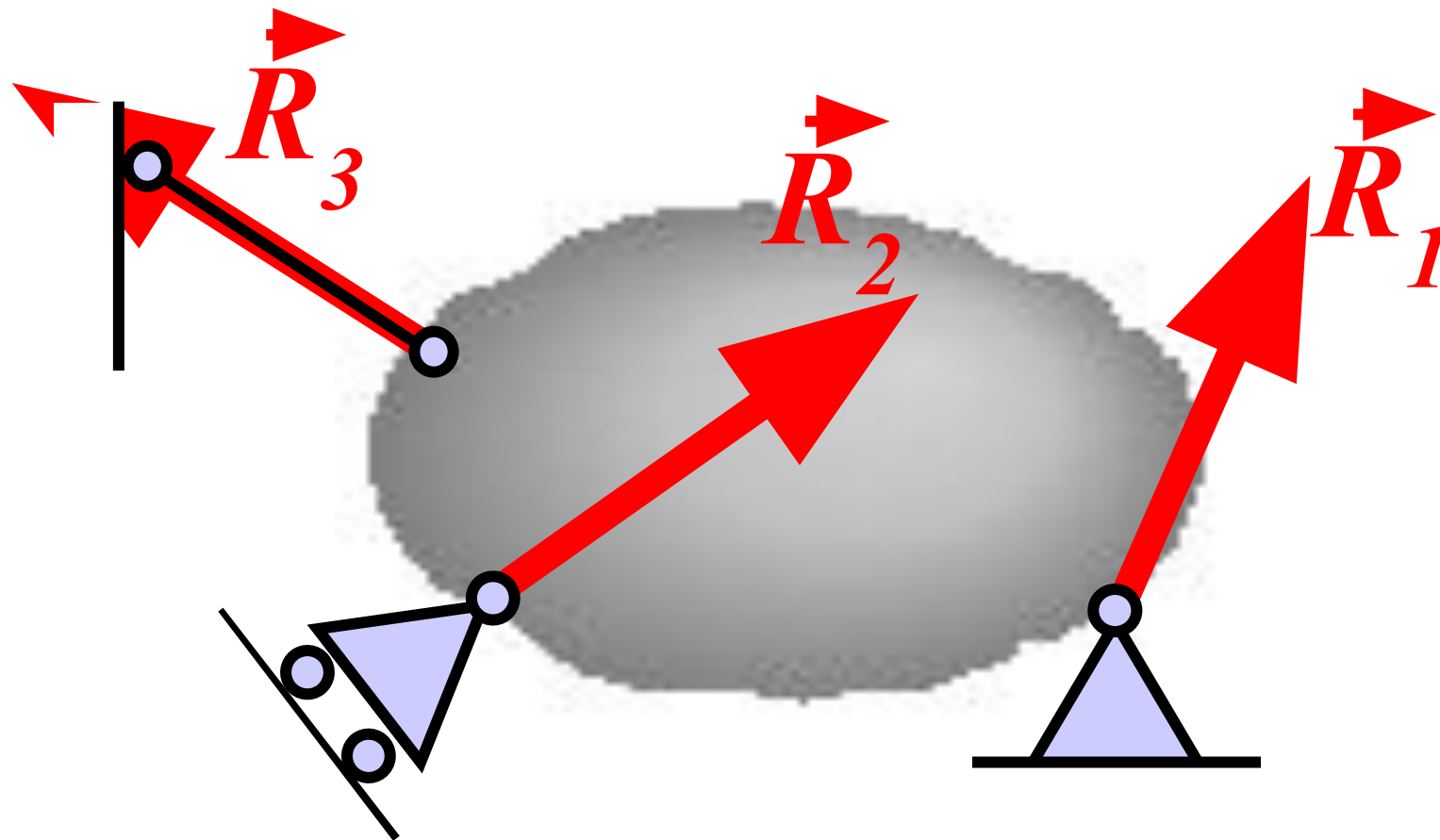
Силу можно разложить на две составляющих бесчисленным числом способов.

АКСИОМЫ СТАТИКИ

5. Пятая аксиома

Принцип освобождения от связей: эффект от действия связей такой же, как и от определенных дополнительных сил, приложенных к свободному телу вместо связей.

Другими словами: любую связь тела можно отбросить, заменив ее действие определенным образом направленной силой.



АКСИОМЫ СТАТИКИ

6. Шестая аксиома

Аксиома отвердевания: *Равновесие системы не нарушится при наложении дополнительных связей. В частности, если все точки тела скрепить абсолютно жестко.*

Прием расширения габаритов: *Все точки равновесной системы можно прикрепить абсолютно жестко к любому окружающему объему, вплоть до бесконечного. Таким образом, габариты системы могут быть расширены вплоть до бесконечных.*

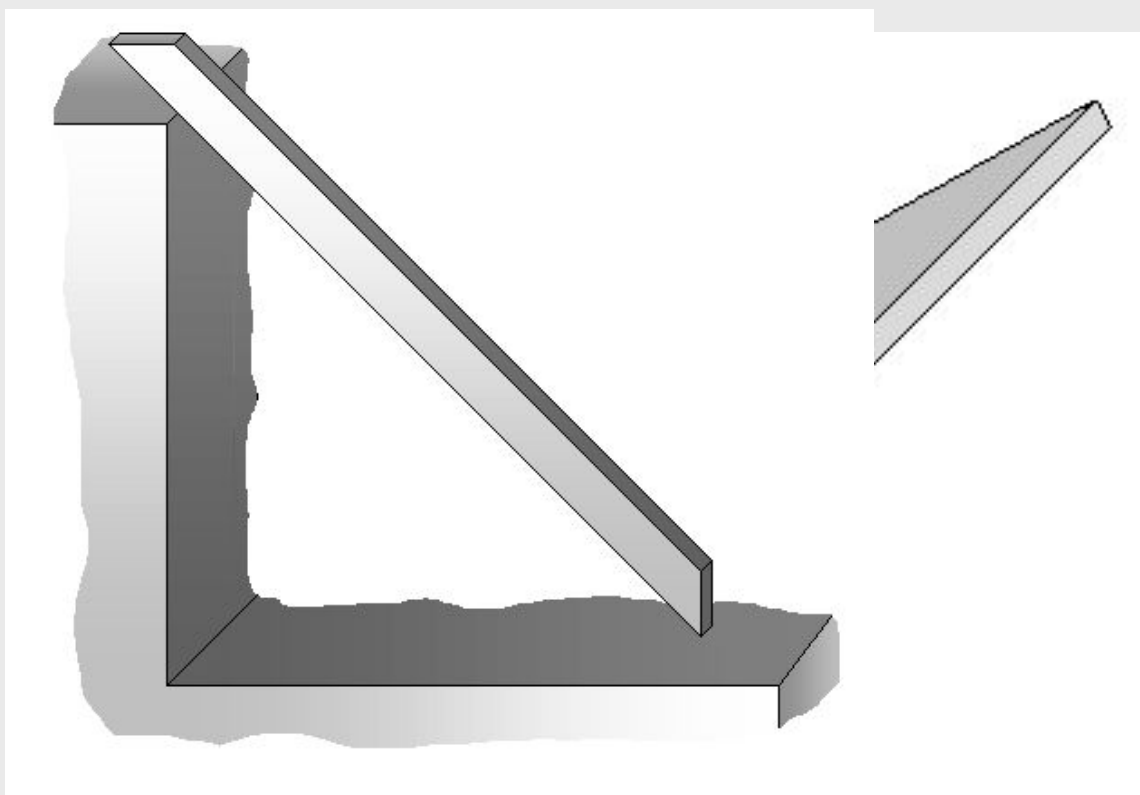
Связи и их реакции

1. Свободное опирание

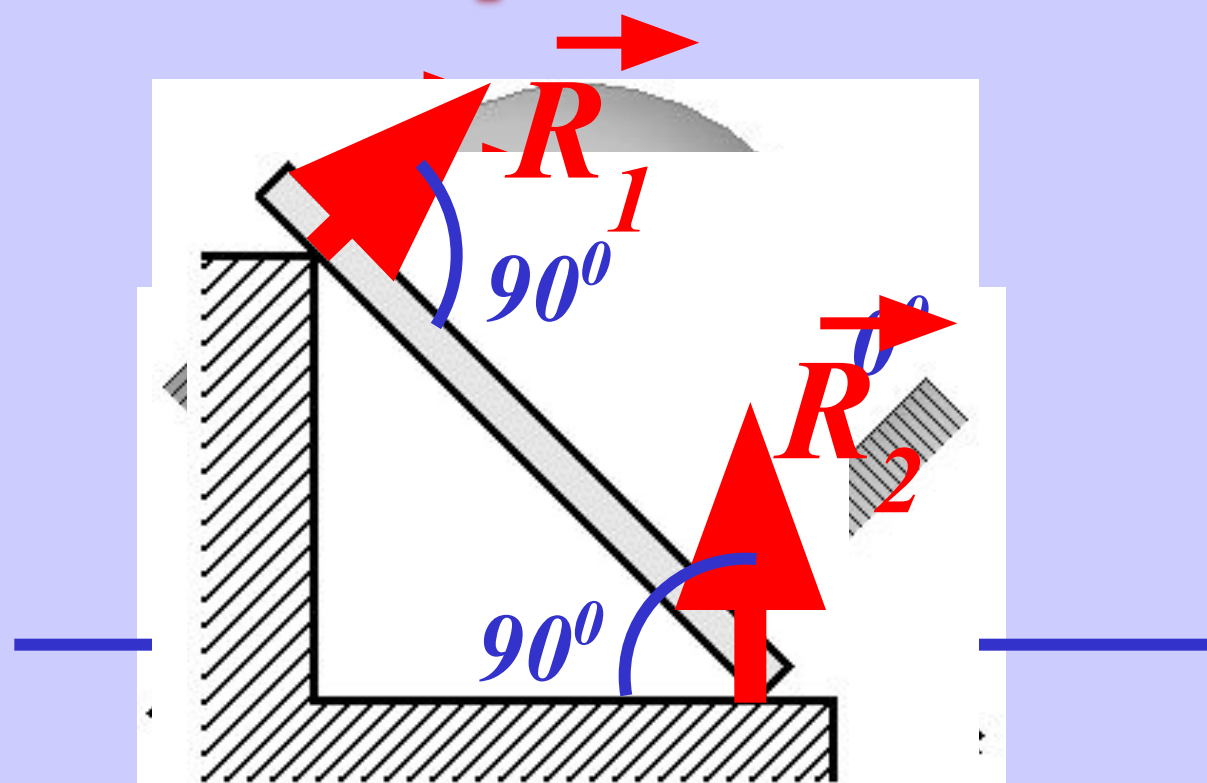
Рассматривается контакт гладких поверхностей, трением между телами можно пренебречь.

Связи **без трения** называются **идеальными**.

Внешний вид



Реакции связи



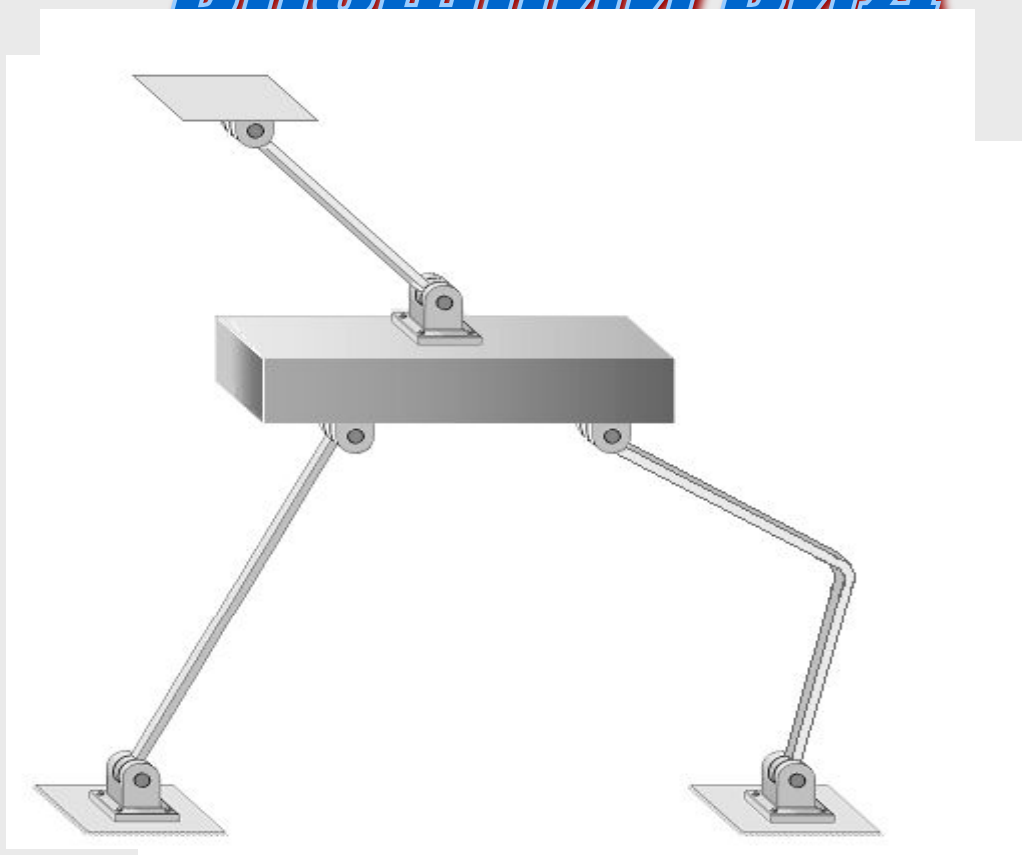
Реакция на гладкой поверхности является перпендикулярной к поверхности в точке касания.

СВЯЗИ И ИХ РЕАКЦИИ

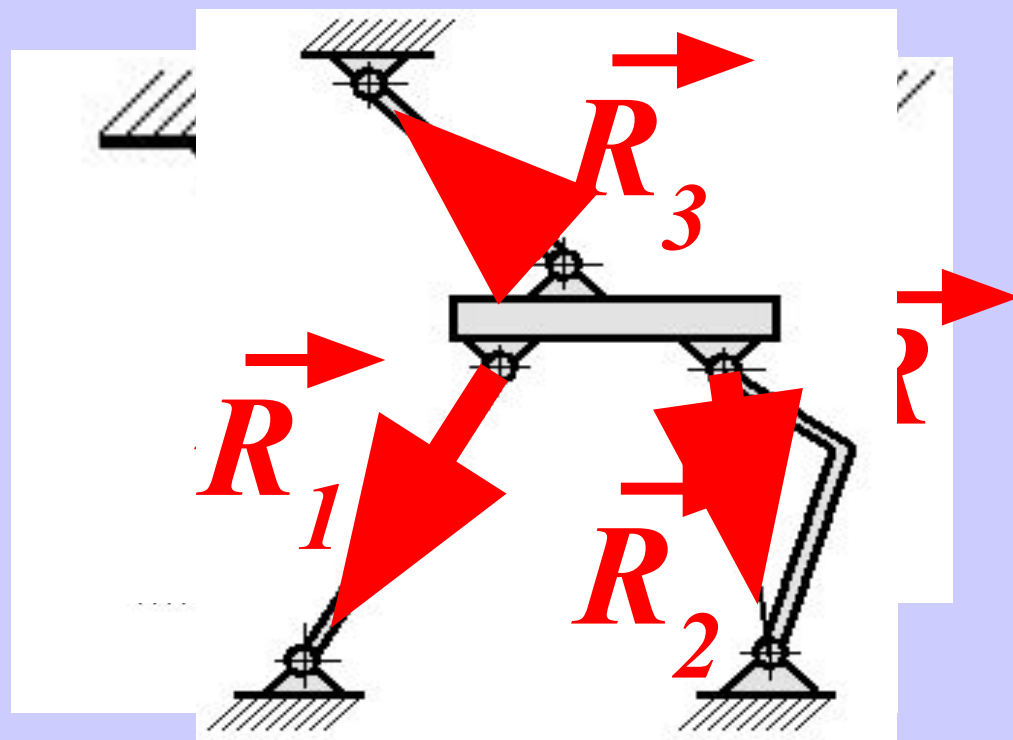
2. Тонкие связи

Жесткие тонкие связи – абсолютно жесткие невесомые стержни канаты, нити, цепи, тросы и др. различной конфигурации. Трение в идеальных шарнирах относятся к классу так называемых нерастяжимых нитей. отсутствует.

Внешний вид



Реакции связи



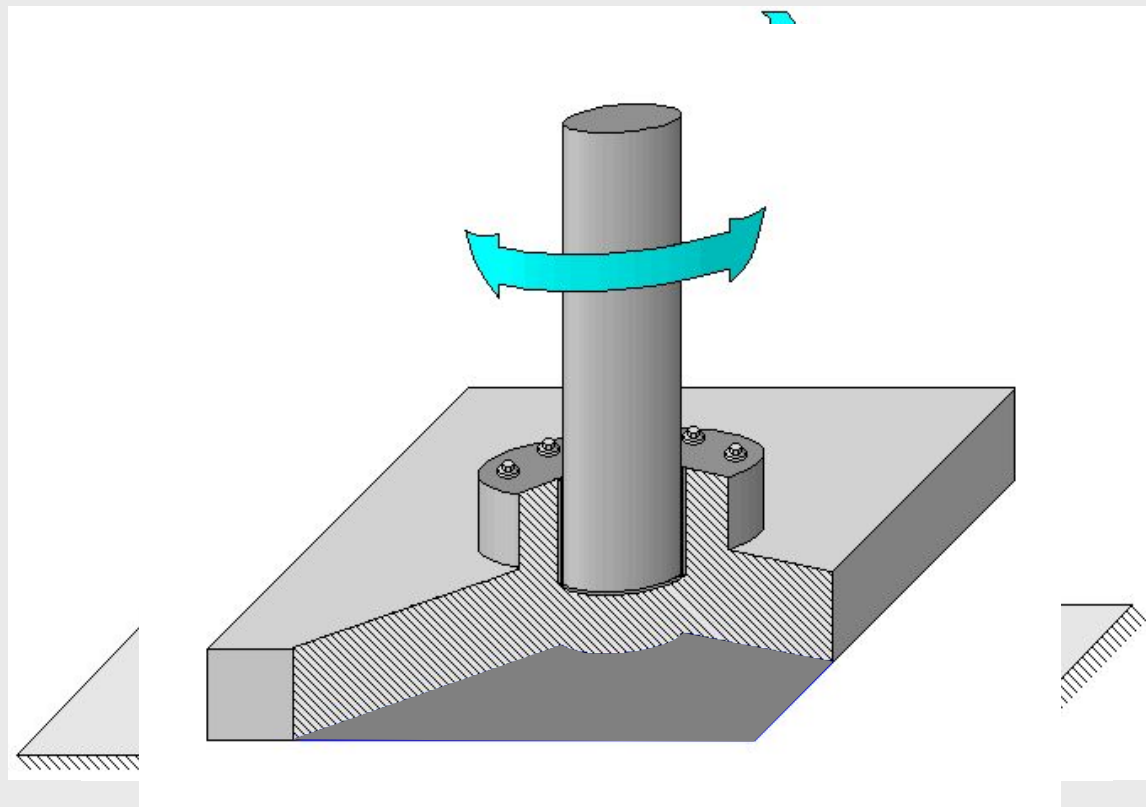
Реакция невесомого и шарнирно закрепленного стержня направлена вдоль самой связи
Реакция гибкой тонкой связи направлена вдоль линии, соединяющей центры шарниров

СВЯЗИ И ИХ РЕАКЦИИ

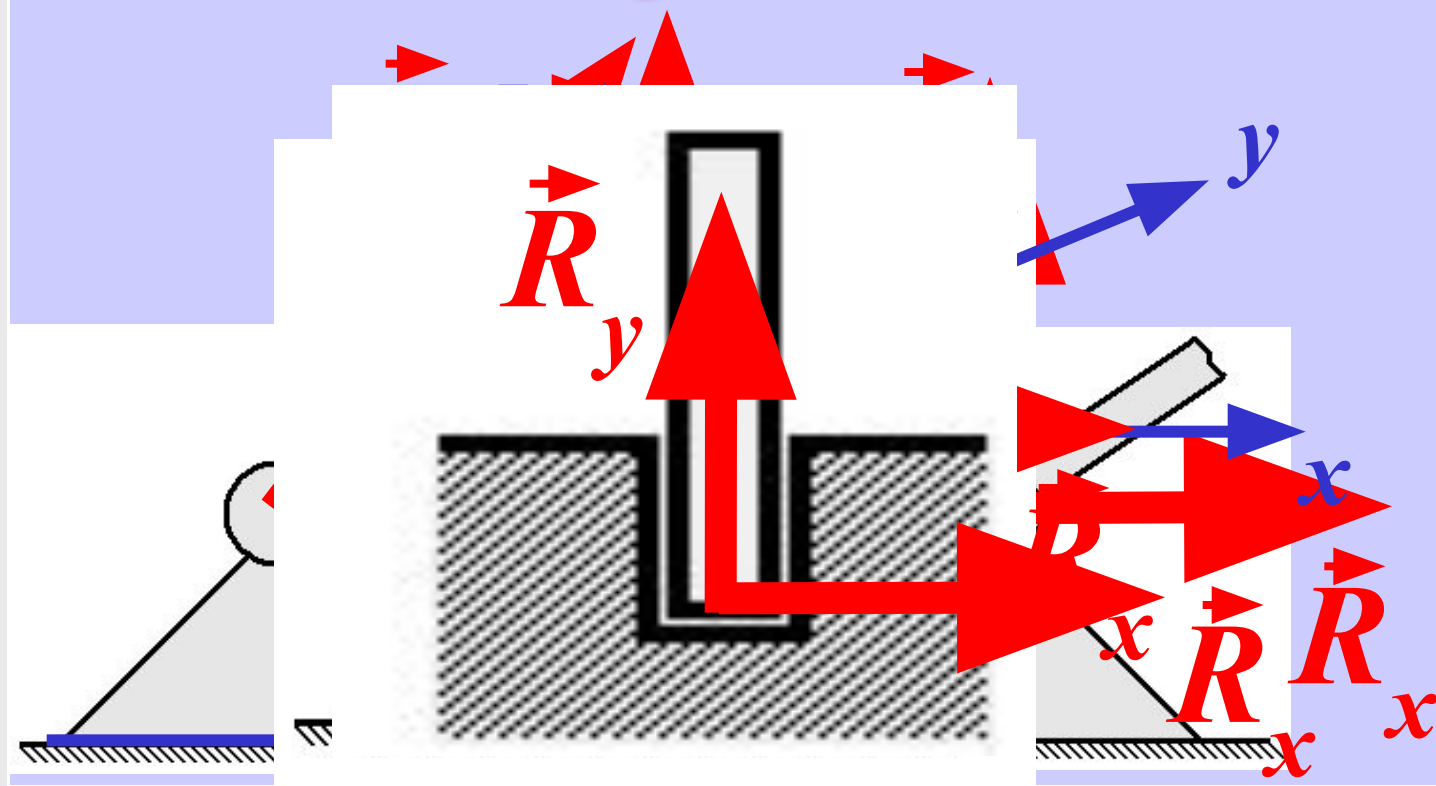
3. Шарнирные связи

Полностью свободный шарнир. Тело имеет возможность вращаться свободно вокруг трех осей. Тело может вращаться относительно оси шарнира и перемещаться вместе шарниром по плоскости опирания.

ВНЕШНИЙ ВИД



РЕАКЦИИ СВЯЗИ



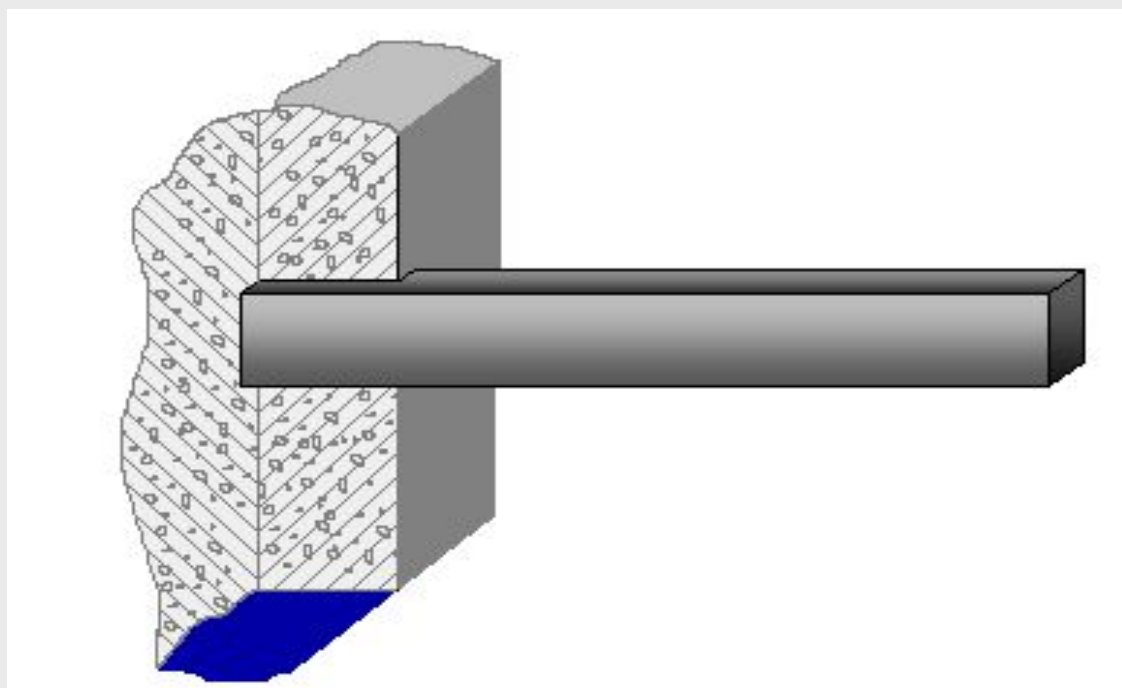
Реакция шарнира представляет собой две взаимно перпендикулярные составляющие. Видеочувствительность шарнира зависит от других сил, действующих на систему.

СВЯЗИ И ИХ РЕАКЦИИ

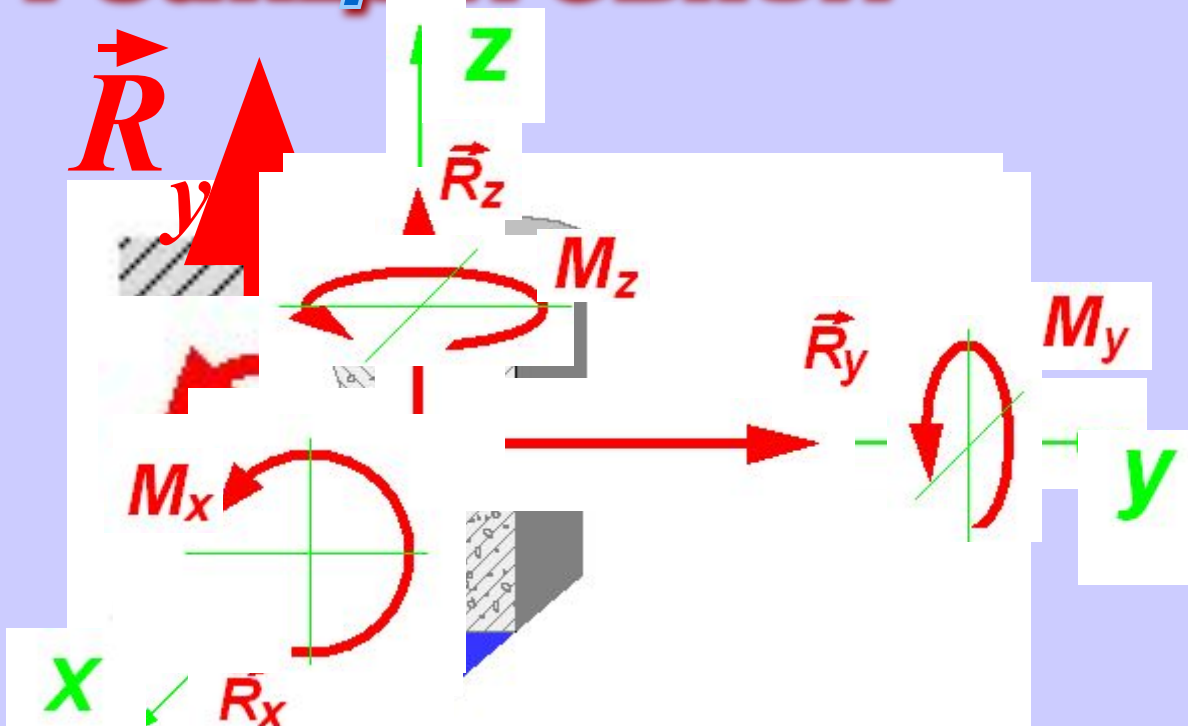
4. Жесткая заделка

Один конец твердого тела (балки) неподвижно защемлен (в стене). Связь не допускает линейных перемещений тела и поворота по всем координатным осям.

ВНЕШНИЙ ВИД

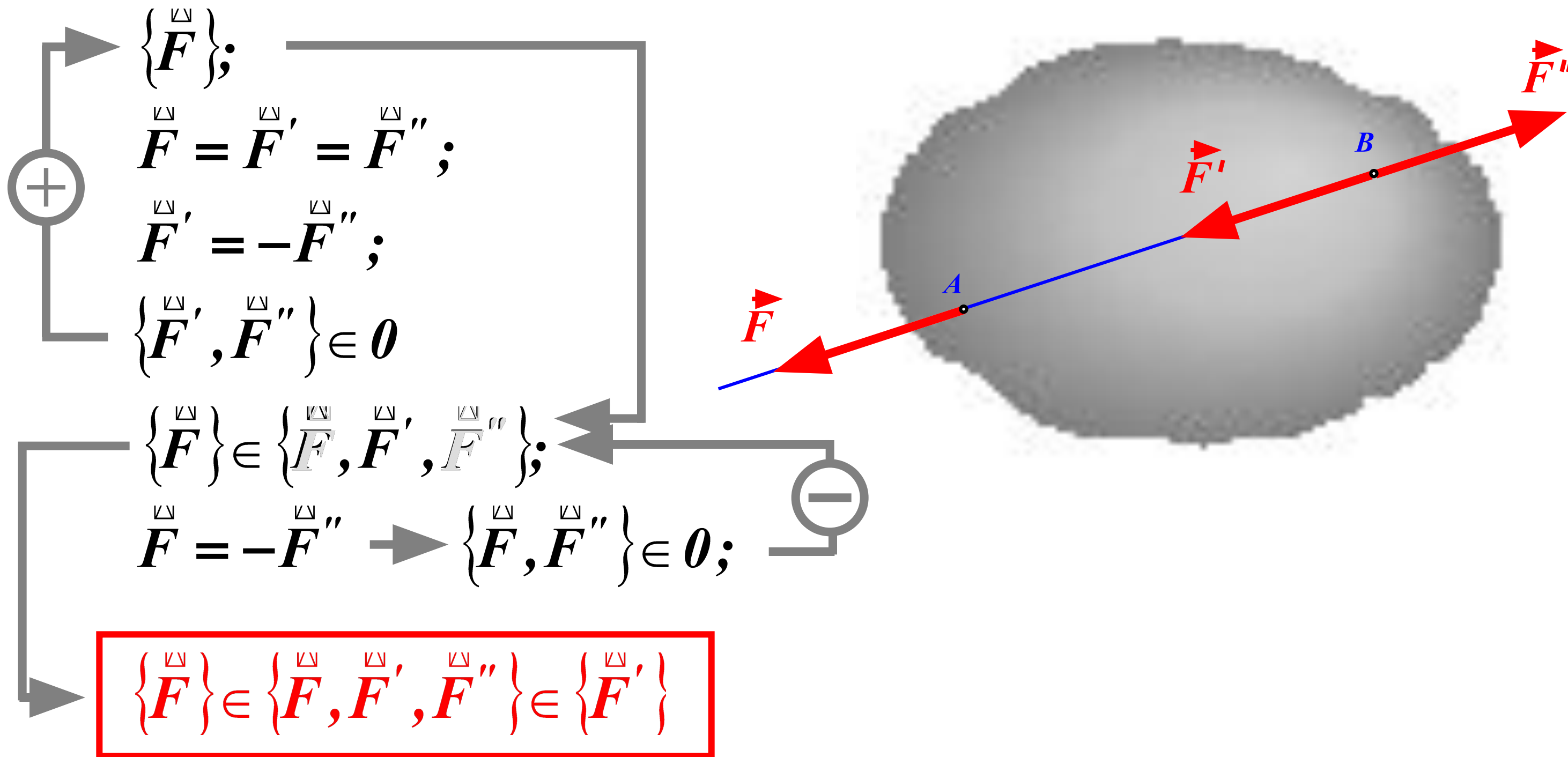


РЕАКЦИИ СВЯЗИ



Реакция (состоит из трех мерных **ТРЕХ** пространственных) и состоит из **ШЕСТИ** проекций реакции на проекции осей координат (реакции R_x, R_y, R_z) и моменты реакции (моменты в каждой координатной плоскости M_x, M_y, M_z)

Доказательство следствия 1 из аксиомы 2

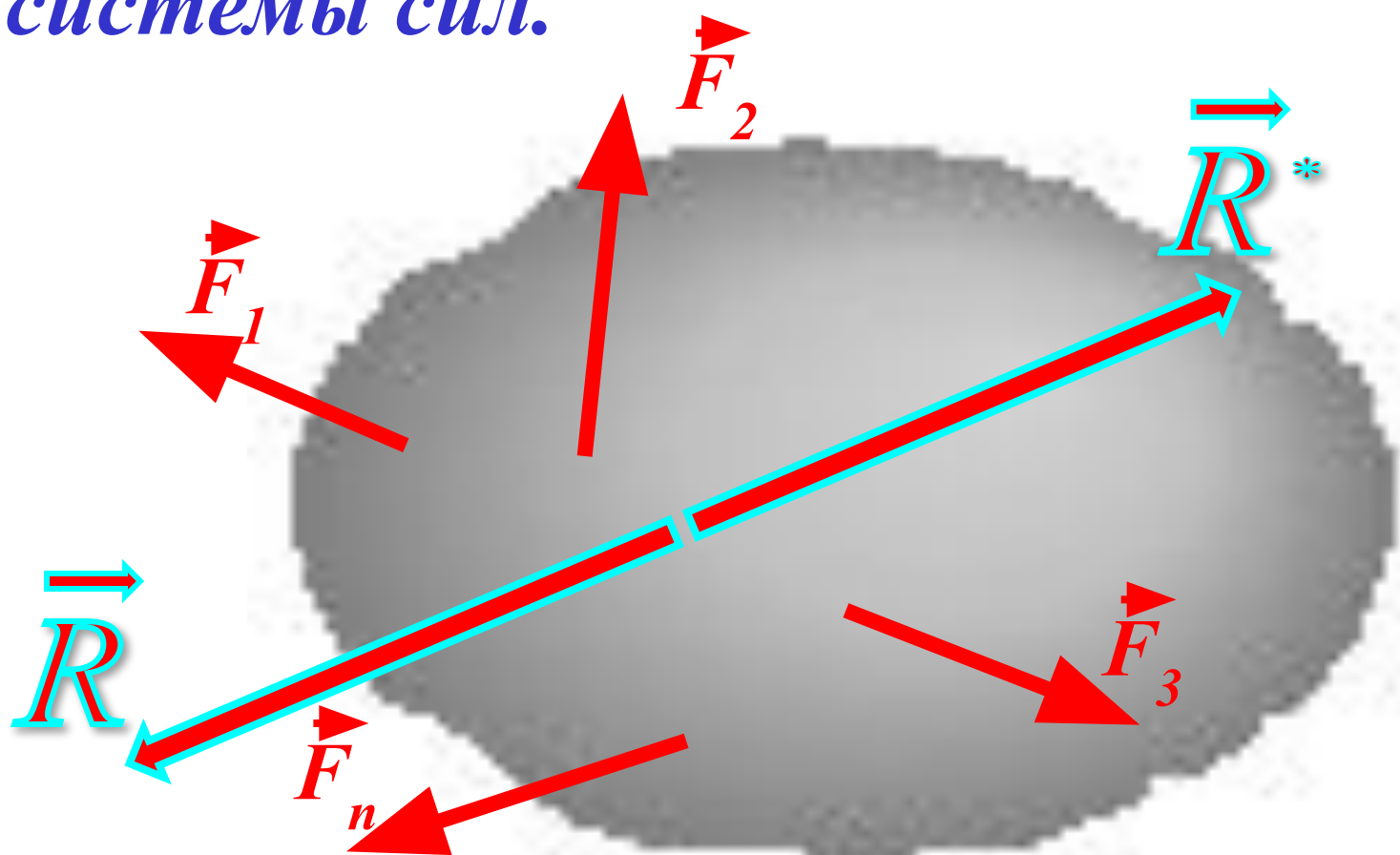


Доказательство следствия 2 из аксиом 1 и 2

Согласно **аксиоме 1**, уравновешенной, является система состоящая из **двух сил**.

Следовательно, чтобы уравновесить систему из нескольких сил, нужно вначале заменить ее **равнодействующей**.

Имея **равнодействующую** можно подобрать соответствующую силу, так, чтобы $\{\vec{R}, \vec{R}^*\} \equiv 0$. Эта сила $-\vec{R}^*$ – **уравновешивающая** системы сил.



Если система **не имеет** равнодействующей, то найти уравновешивающую **невозможно**.