



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА  
СТАТИКА**

<b>Направление подготовки</b>	<b>35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств</b>
<b>Направленность (профиль)</b>	<b>Машины и технологии лесопромышленных производств и транспортных процессов</b>
<b>Уровень высшего образования</b>	<b>Бакалавриат</b>

**г. Верхняя Пышма**

Методические указания по дисциплине одобрены на заседании Методического совета университета «25» января 2024 г., протокол № 3.

Председатель Методического совета университета



Т.В. Гурская

Тема 1. Равновесие твердого тела под действием сходящейся системы сил.

Порядок решения задач.

1. Нарисовать рисунок.
2. Выделить твердое тело, равновесие которого надо рассмотреть для определения неизвестных величин. Показать его на расчетной схеме.
3. Изобразить активные силы, приложенные к этому телу.
4. Если твердое тело несвободно, то, применив закон освобождаемости от связей, приложить к телу соответствующие реакции связей.
5. Рассмотреть равновесие данного тела под действием активных сил и реакций связей.
6. Использовать необходимые условия равновесия тела в зависимости от взаимного расположения сил, приложенных к телу, и определить искомые неизвестные. Если сил (активных и реакций связей), приложенных телу, три, то построить замкнутый треугольник и решить его с применением известных тригонометрических теорем. Если сил больше трех, то следует выбрать координатные оси и записать уравнения равновесия для сходящейся системы сил (два уравнения для плоской системы сходящихся сил и три уравнения для пространственной системы сходящихся сил). Для статической определимости задачи на расчетной схеме плоской системы сходящихся сил неизвестных может быть две, на расчетной схеме пространственной системы сходящихся сил – три.

Тема 2. Равновесие рычага.

Порядок решения задач.

1. Нарисовать рисунок.
2. Убедиться в том, что тело является рычагом, то есть имеет одну опору, позволяющую поворачиваться телу вокруг этой опоры в плоскости, содержащей активные силы.
3. На расчетную схему вынести рычаг – тело вместе с опорой.
4. Изобразить активные силы, приложенные к рычагу.
5. Записать уравнение равновесия рычага – уравнение моментов активных сил относительно точки опоры. Найти неизвестные величины. В роли неизвестных могут выступать силы или расстояния (плечи сил относительно моментной точки).

### Тема 3. Устойчивость тел при опрокидывании.

#### Порядок решения задач.

1. Нарисовать рисунок.
2. Убедиться в том, что опоры тела и нагрузка способствуют опрокидыванию тела. Определить опору, вокруг которой возможно опрокидывание тела.
3. Так как в момент опрокидывания тело становится рычагом, то на расчетную схему вынести тело вместе с опорой, вокруг которой рассматривается опрокидывание.
4. Изобразить активные силы, действующие на тело.
5. Так как в момент опрокидывания тело остается на одной опоре, то расчетная схема тела может содержать только одну опорную реакцию.
6. Записать условие равновесия тела при опрокидывании – уравнение моментов сил относительно точки опоры. Найти неизвестные величины, которые будут иметь критические значения (так как на расчетной схеме показано критическое положение равновесия тела). Неизвестными могут быть силы или расстояния (плечи сил относительно моментной точки).
7. Если нагружение тела таково, что возможно опрокидывание относительно двух опор, то сначала следует рассмотреть опрокидывание вокруг одной опоры по приведенной выше схеме, затем аналогично рассмотреть опрокидывание относительно другой опоры, и решить совместно систему из двух уравнений моментов относительно двух опорных точек.

### Тема 4. Равновесие тела под действием произвольной плоской системы сил.

#### Порядок решения задач.

1. Нарисовать рисунок.
2. Выделить тело, равновесие которого рассматривается в задаче. Показать его на расчетной схеме.
3. Изобразить активные силы, действующие на тело.
4. Выбрать систему координат так, чтобы одна из осей была параллельна телу или участку тела. Если активные силы имеют угол наклона к выбранным осям, то разложить силы на составляющие вдоль осей.
5. Действующие на тело пары сил показать круглыми стрелками.
6. Распределенную нагрузку заменить сосредоточенной силой, определив модуль этой силы, направление и линию действия.
7. Используя метод освобожденности от связей, показать опорные

реакции. Если опорные реакции наклонны к осям, разложить их на составляющие вдоль осей.

8. Показать на расчетной схеме все размеры.
9. Записать три уравнения равновесия тела под действием произвольной плоской системы сил – проекцию сил на ось  $OX$ , проекцию сил на ось  $OY$ , уравнение моментов относительно любой точки плоскости. За моментную точку удобнее выбирать ту, в которой пересекаются линии действия двух неизвестных сил.
10. Решить получившиеся уравнения. Статически определимая задача может содержать три неизвестные величины.

Тема 5. Равновесие тела под действием произвольной пространственной системы сил.

Порядок решения задач.

1. Нарисовать рисунок.
2. Выделить тело, равновесие которого рассматривается в задаче. Показать его на расчетной схеме.
3. Выбрать пространственную систему координат.
4. Показать активные силы. Наклонные к осям силы разложить на составляющие вдоль осей.
5. Пары сил заменить вектором момента пары. Найти проекции вектора момента пары на координатные оси.
6. Показать опорные реакции.
7. Нарисовать вспомогательную расчетную схему – вид с конца оси  $OX$ . Это будет схема тела под действием произвольной плоской системы сил в осях  $OYZ$ . Записать для этой схемы три уравнения равновесия: проекцию сил на ось  $OY$ , проекцию сил на ось  $OZ$ ,

уравнение моментов относительно начала координат. Это уравнение моментов будет представлять собой уравнение моментов относительно оси  $OX$  для произвольной пространственной системы сил, изображенной на общей расчетной схеме.

8. Нарисовать вторую вспомогательную расчетную схему – вид с конца оси  $OY$ . Выполнить аналогичные действия.
9. Нарисовать третью вспомогательную расчетную схему – вид с конца оси  $OZ$ . Выполнить аналогичные действия.
10. Из получившихся девяти уравнений выбрать шесть независимых – три уравнения проекций на координатные оси и три уравнения моментов относительно координатных осей. Решить получившуюся систему из шести уравнений, определив неизвестные. Неизвестных в уравнениях может быть шесть.

#### Тема 6. Расчет составных конструкций.

##### Порядок решения задач.

1. Нарисовать рисунок.
2. Начертить расчетную схему всей составной конструкции. Использовать указания к теме 4.
3. Разрезать конструкцию в точке соединения. Изобразить отдельно расчетные схемы тел конструкции, показав силы, действующие в точке соединения.
4. Составить уравнения равновесия для каждого тела конструкции.
5. Решить получившуюся систему уравнений. Найти неизвестные.
6. Для проверки правильности решения можно составить уравнения равновесия для расчетной схемы неразрезанной конструкции, и подставить найденные величины в эти уравнения. Они должны обратиться в тождества.

#### Тема 7. Равновесие тела при наличии сил трения.

##### Порядок решения задач.

1. Нарисовать рисунок.
2. Начертить расчетную схему задачи, показав на ней активные силы, опорные реакции и силу трения, направленную в сторону, противоположную движению или возможному движению.
3. Если по условию задачи известно, что рассматривается предельное положение равновесия, то сила трения выражается через нормальную реакцию и коэффициент трения. Если из условия задачи неясно, предельное или устойчивое положение равновесия тела, то сила трения является неизвестной величиной, большей нуля, но меньшей своего предельного значения.

4. В зависимости от системы сил, изображенных на расчетной схеме, составить уравнения равновесия (для сходящейся системы сил – два уравнения равновесия, для произвольной плоской системы сил – три уравнения равновесия).
5. Решить уравнения, определив неизвестные. Если среди неизвестных была сила трения, и ее значение, удовлетворяющее уравнениям равновесия, большее, чем предельное, то равновесия нет, и тело будет двигаться.

## Тема 7. Определение центра тяжести тел.

### Порядок решения задач.

1. Нарисовать рисунок.
2. Выбрать координатные оси. Если тело обладает осью или плоскостью симметрии, то одну из координатных осей или плоскостей совместить с ними. Если тело не обладает симметрией, его следует разместить в первой четверти координатной плоскости.
3. Тело сложной конфигурации надо разбить на несколько простых фигур, определить координаты центров тяжести каждой простой фигуры. Для плоской фигуры определить площади каждой простой фигуры, для объемного тела – объемы каждой фигуры.
4. Записать формулы для определения центра тяжести тела, найти искомые координаты.
5. Для тел с вырезами при выполнении пункта 4 учитывать, что вырезанная площадь или объем считаются отрицательными.

