

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования**  
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по выполнению практических работ по дисциплине  
«Механика (теоретическая механика)»**

**Направление подготовки 08.03.01 Строительство**

**Направленность (профиль): Строительство зданий и сооружений**

**Степень выпускника: Бакалавр**

**Пятигорск, 2020**

**Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине  
«Механика (теоретическая механика)» рассмотрены и утверждены на заседании  
кафедры**

**№ \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020г.**

**Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_**

**Д.К.Сысоев.**

## **Введение**

Методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль подготовки «Строительство зданий и сооружений». В методическом пособии приводятся общие сведения по выполнению практических работ, в каждой практической работе приведены краткие сведения из теории, методика расчета, рекомендуемая литература.

Методическое пособие разработано на основании требований ФГОС ВО и рабочей программы по дисциплине «08.03.01 Механика (Теоретическая механика)».

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 Система сходящихся сил.....	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 Плоская система сил.....	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 Фермы.....	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 Пространственная система сил.....	5

## Практическое занятие 1

Тема: Основные понятия и определения. Аксиомы статики

Цель: научиться определять реакции опор балки

Знать: реакции связей,

условий равновесия плоской и пространственной систем сил,

Уметь: использовать законы и методы теоретической механики как основы описания и расчетов механизмов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Формируемые компетенции:

Код	Формулировка:
ОПК-1	использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования

*Актуальность темы* объясняется основными принципами определения реакций возникающих в опорах реальных балок.

*Теоретическая часть:*

Механика изучает законы механического движения.

**Теоретическая механика** - раздел механики, в котором изучаются движения механических систем и общие свойства этих движений.

Теоретическая механика рассматривает абстрактные *модели* тел. *Моделями теоретической механики являются:*

- материальная точка;
- абсолютно твердое тело;
- механическая система.

**Статика** - раздел теоретической механики, в котором изучается механическое взаимодействие материальных тел между собой без учета их механического движения.

**Механическое движение** - изменение с течением времени взаимного положения в пространстве материальных тел или частей данного тела.

**Материальной точкой** называют геометрическую точку, обладающая массой.

**Системой материальных точек** называется такая их совокупность, в которой положение и движение каждой точки зависит от положения и движения всех остальных точек данной системы. Часто систему материальных точек называют **механической системой**. Частным случаем механической системы является абсолютно твердое тело.

**Абсолютно твердым** называется тело, у которого расстояние между любыми двумя точками всегда остается неизменным (т.е. это абсолютно прочное и недеформируемое тело).

**Свободным** называют твердое тело, движение которого не ограничено другими телами.

**Несвободным** называют тело, движение которого, так или иначе, ограничено другими телами. Последние в механике называются **связями**.

**Силой** называют меру механического действия одного тела на другое. Поскольку взаимодействие тел определяется не только своей интенсивностью, но и направлением - сила является величиной векторной и на чертежах изображается направленным отрезком (вектором). За единицу силы в системе **СИ** принят **ньютон (Н)**. Обозначают силы

$$\vec{F}, \vec{P}, \vec{Q} \dots$$

заглавными буквами латинского алфавита (  $F, P, Q \dots$  ). Численные значения (или модули векторных величин) будем обозначать теми же буквами, но без верхних стрелок (  $F, P, Q \dots$  ).

**Линией действия силы** называется прямая, вдоль которой направлен вектор силы.

**Системой сил** называется любая конечная совокупность сил, действующих на механическую систему. Принято делить системы сил на **плоские** (все силы действуют в одной плоскости) и **пространственные**. Каждая из них, в свою очередь, может быть или

**произвольной, параллельной** (линии действия всех сил параллельны) или **системой сходящихся сил** (линии действия всех сил пересекаются в одной точке).

Таблица 1 Виды систем сил

Тип	Сходящаяся	Параллельная	Произвольная
Плоская			
Пространственная			

**Вопросы и задания:**

1. Сформулируйте аксиомы статики.
2. Что называется связью, наложенной на твердое тело?
3. Что называется силой реакции связи?
4. Сформулируйте принцип освобожденности от связей.
5. Что называется силой реакции связи?

**Перечень основной литературы:**

1. Теоретическая механика / О.Н. Оруджова, А.А. Шинкарук, О.В. Гермидер, О.М. Заборская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. – Архангельск : САФУ, 2014. – 96 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436489> . – ISBN 978-5-261-00982-5. – Текст : электронный.

**Перечень дополнительной литературы:**

Ханефт, А.В. Теоретическая механика / А.В. Ханефт. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. – 110 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232320>. – ISBN 978-5-8353-1514-7. – Текст : электронный.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks Договор №5168/19 от 13 мая 2019 года

2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line» Договор №50-04/19 от 13 мая 2019 года
3. Электронно-библиотечная система Лань Договор №Э410-19 от 22 апреля 2019 г.

## Практическое занятие 2

### Тема 2 Система сходящихся сил.

Цель: научиться определять реакции опор балки

Знать: реакции связей,

условий равновесия плоской и пространственной систем сил,

Уметь: использовать законы и методы теоретической механики как основы описания и расчетов механизмов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.

Формируемые компетенции:

Код	Формулировка:
ОПК-1	использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования

*Актуальность темы* объясняется основными принципами определения реакций возникающих в опорах реальных балок.

*Теоретическая часть:*

Две системы сил называются **эквивалентными**, если их действия на механическую систему одинаково (т.е. замена одной системы сил на другую не изменяет характера движения механической системы).

Если некоторая система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется **равнодействующей** данной системы сил. Отметим, что далеко не всякая система сил имеет равнодействующую. Сила, равная равнодействующей по величине, противоположная ей по направлению и действующая вдоль той же прямой, называется **уравновешивающей** силой.

Система сил, под действием которой свободное твердое тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно, называется **уравновешенной** или **эквивалентной нулю**.

Для того чтобы система сил находилась в равновесии необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия равновесия этой системы сил.

Необходимым и достаточным условием равновесия системы сил является равенство нулю главного вектора и главного момента системы сил:

С учетом выражения главного вектора и главного момента системы сил эти равенства можно записать в виде:

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i = 0; \quad \sum_{i=1}^N M_0(\vec{F}_i) = 0,$$

где  $i$  - индекс суммирования;  $N$  - число сил, входящих в систему.

При решении задач вместо этих векторных условий используются скалярные условия, получающиеся из них при проектировании на оси декартовой системы координат (таблица 2).

Таблица 2 Основная форма аналитических условий равновесия

Системы сил	Сходящиеся	Параллельная	Произвольная
-------------	------------	--------------	--------------



Плоская	$\sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} = 0;$ $\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0;$	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \bar{F}_{ix}^{(j)} = 0;$	$\sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} = 0;$ $\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0;$ $\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iz} = 0;$
Пространственная	$\sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} = 0;$ $\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0;$ $\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iz} = 0.$	$\sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} = 0;$ $\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0.$ $\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iz} = 0;$	$\sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} = 0;$ $\sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0;$ $\sum_{i=1}^n M_x(\bar{F}_i) = 0;$ $\sum_{i=1}^n M_y(\bar{F}_i) = 0;$ $\sum_{i=1}^n M_z(\bar{F}_i) = 0.$

**Внутренними силами** называют силы взаимодействия между материальными точками одной механической системы.

**Внешние силы** - это силы взаимодействия точек данной механической системы с материальными точками другой системы.

Сила, приложенная к телу в какой-либо одной его точке, называется **сосредоточенной**.

Силы, действующие на все точки данного объема или данной части поверхности тела, называются **распределенными** (по объему и по поверхности соответственно).

Силовые характеристики механического воздействия на тело приведены в таблице 3.

Таблица 3 Силовые характеристики механического воздействия

Наименование	Условное изображение	Определение действия на тело
--------------	----------------------	------------------------------

Сосредоточенная сила		1) Числовым значением или модулем силы; 2) Линией действия силы (изображается прямой, вдоль которой направлен вектор силы); 3) Точкой приложения силы.
Момент пары сил		1) Числовым значением или модулем момента пары сил; 2) Плоскостью пары сил, проведенной через линии действия сил пары; 3) Направлением вращения пары сил.
Распределенная нагрузка		1) Интенсивностью; 2) Длиной участка, на котором приложена распределенная нагрузка; 3) Направлением ее действия.

### Связи.

Связями называют заранее заданные ограничения, налагаемые на положение (в общем случае на движение) тел механической системы. Если на тело не наложено никаких связей, то тело называется *свободным*.

Свободное тело на плоскости обладает 3-мя степенями свободы (два линейных перемещения и угол поворота), а в пространстве 6-ю (три линейных перемещения и три угла поворота).

Степень свободы – число независимых параметров, определяющих положение системы относительно земли.

В механике используют аксиому о связях или принцип освобожденности (см. ниже): всякое несвободное тело можно рассматривать как свободное, если отбросить связи и заменить их действие реакциями связей.

Каждая связь обладает статической и кинематической характеристикой. Статическая характеристика – вид и количество реакций, которыми можно заменить связь.

Кинематическая характеристика – число степеней свободы, уничтожаемых связью.

### Вопросы и задания:

6. Сформулируйте аксиомы статики.
7. Что называется связью, наложенной на твердое тело?
8. Что называется силой реакции связи?
9. Сформулируйте принцип освобожденности от связей.
10. Что называется силой реакции связи?

### Перечень основной литературы:

1. Теоретическая механика / О.Н. Оруджова, А.А. Шинкарук, О.В. Гермидер, О.М. Заборская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. – Архангельск : САФУ, 2014. – 96 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436489> . – ISBN 978-5-261-00982-5. – Текст : электронный.

#### **Перечень дополнительной литературы:**

Ханефт, А.В. Теоретическая механика / А.В. Ханефт. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. – 110 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232320>. – ISBN 978-5-8353-1514-7. – Текст : электронный.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks Договор №5168/19 от 13 мая 2019 года
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line» Договор №50-04/19 от 13 мая 2019 года
3. Электронно-библиотечная система Лань Договор №Э410-19 от 22 апреля 2019 г.