Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра механики и машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор института горного дела и геосистем
_____ Ю.Е. Прошунин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая механика

(* Перечень направлений подготовки (специальностей) и направленностей (профилей) на следующей странице)

Форма обучения
Заочная форма

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 0b707ca8f2846cdf5c47aaa38eb23652f0871fb8
Владелец: Директор ИГДиГ Прошунин Юрий Евгеньевич
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 28 августа 2026 г.
Дата и время: 25-05-2026 09:09:41 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

Перечень направлений подготовки (специальностей) и направленностей (профилей):

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Открытые горные работы»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер (специалист)»

Срок обучения: 6 лет 1 месяц

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Электромеханика и информационные системы в горном производстве»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер(специалист)»

Срок обучения: 6 лет 1 месяц

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Подземная разработка пластовых месторождений»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер (специалист)»

Срок обучения: 6 лет 1 месяц

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний и практических навыков создания моделей равновесия элементов конструкции под действием приложенных сил.

Задачами учебной дисциплины являются:

– усвоить основные законы равновесия тел под действием приложенных сил; научиться определять реакции связей под действием приложенных сил; уметь применять методы статического расчета конструкций и структурных элементов объекта.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;

– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Сопротивление материалов;

– Прикладная механика.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Исследование	ОПК-18: Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-18.1 Моделирует напряженно-деформированное состояние элементов конструкции, выполняет проектные расчеты структурных элементов объекта	– знать: стандартные задач такие как: аксиомы статики; виды связей и реакции связей в элементах конструкции; условия равновесия конструкций под действием приложенных сил, а

			также основы расчетов структурных эле-ментов объекта. – уметь: использовать естественно-научные и общеинженерные знания по уравновешиванию систем сил и определению реакции связей в элементах конструкций, а также находить координаты центра тяжести составных сечений конструкций и проводить статический расчет конструкций и структурных элементов объекта.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 2 курс***	***2 сессия / 2 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*36*	*108*
	зачетных единиц	***4***	*1*	*3*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*

в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***127***	*34*	*93*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия (Определение основных понятий; Аксиомы статики; Связи, реакции связей);

Раздел 2 Равновесие плоской системы сил (Проекции сил на оси. Условия равновесия сходящейся системы сил; Момент силы. Условия равновесия плоской произвольной системы сил; Понятие о трении. Равновесие при наличии сил трения);

Раздел 3 Центр тяжести составного сечения (Понятие центра тяжести; Способы определения центра тяжести; Центр тяжести простых фигур; Сортамент. Центр тяжести прокатных профилей; Определение центра тяжести составного сечения).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные понятия	0.2	
Раздел 2.	Равновесие плоской системы сил	1	
Раздел 3.	Центр тяжести составного сечения	0.8	
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	1 Определение реакций связей сходящейся системы сил; 2 Определение реакций связей плоской системы сил	4	
Раздел 3.	Определение координат центра тяжести плоского сечения из прокатных профилей	2	

Итого:	**6**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	17	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	66	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	44	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**136**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Контролируемые компетенции**	**Оценочные средства**

Раздел 1.	ОПК-18	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-18	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-18	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-18	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному	неудовлетворительно

Наименование параметра оценки	Оценка
освоению последующего материала.	

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.

Оценка	Требования к знаниям
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Теоретическая механика. Краткий курс : учебник для вузов / В. Д. Бертяев, Л. А. Булатов, А. Г. Митяев, В. Б. Борисевич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 168 с. – URL: https://urait.ru/bcode/517437 (дата обращения: 10.02.2026);

2 Лукашевич, Н. К. Теоретическая механика : учебник для вузов / Н. К. Лукашевич. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 266 с. – URL: https://urait.ru/bcode/513375 (дата обращения: 10.02.2026);

3 Журавлев, Е. А. Теоретическая механика. Курс лекций : учебное пособие для вузов / Е. А. Журавлев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 140 с. – URL: https://urait.ru/bcode/492780 (дата обращения: 10.02.2026);

4 Жуковский, Н. Е. Теоретическая механика в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / Н. Е. Жуковский. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. – URL: https://urait.ru/bcode/513884 (дата обращения: 10.02.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Составитель(и):

доцент Баклушина Ирина Сергеевна (кафедра механики и машиностроения).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

инженер конструктор, к.т.н.,
ООО «Фаза»  А.В. Макаров

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Найти интеграл (8x -4), если его значение при x = 0 равно 4:
а) $4x^2 – 4x + 4$
б) $4x^2 – 4x – 4$
в) $8x^2 – 4$
г) $8x^2 – 4x + 4$

2 Определите значение производной от заданной функции
$y = 5x^2 – 4x$, при x = 2
а) 16
б) 12
в) 20
г) 18

3 Вычислить значение x: $12 – x^2 = 4 + x^2$
а) 2
б) 8
в) -2
г) нет правильного ответа

4 Вычислить: 1/4 + 1/6 – 1/3 = …
а) 1/12
б) нет правильного ответа
в) 1/7
г) 1/13

5 Вычислить: 2cos60 + 5sin30 = …
а) 3,5
б) 7cos30
в) 7
г) нет правильного ответа

6 Указать, что не является геометрической фигурой
а) угол
б) шар
в) ромб
г) круг

7 Что из перечисленного не относится к изобретениям Архимеда:
а) стержень
б) клин
в) колесо
г) блок

8 Указать кому из ученых принадлежит фраза «Жизнь – как езда на велосипеде. Чтобы сохранить равновесие, ты должен двигаться»:
а) Эйнштейну;
б) Платону;

в) Копернику;

г) Леонардо да Винчи;

д) Аристотелю

9 Укажите количество основных законов механического движения И.Ньютона:

а) три;

б) два;

в) один;

г) четыре;

д) таких законов не существует

10 Чему равен период часовой стрелки?

а) 12 часов;

б) 3600 секунд;

в) 24 часа;

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Основные понятия.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие задачи решает теоретическая механика в разделе СТАТИКА?

2 Что принято называть «абсолютно твердым телом»?

3 Дать определение понятию «сила», «распределенная нагрузка».

4 Привести пример сосредоточения распределенной нагрузки.

5 Объяснить аксиомы статики, сопровождая иллюстрациями.

6 Обосновать направления реакций связей на примерах систем, относящихся к четырем группам.

7 Что называется равнодействующей системы сил и как ее определить аналитически и графически?

8 Что называется «многоугольником сил»? Объяснить ситуации замкнутого многоугольника и незамкнутого.

Раздел 2. Равновесие плоской произвольной системы сил

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какая система сил называется «сходящейся»?

2 Какие уравнения статики применяются при решении задач на сходящуюся систему сил?

3 Как осуществляется проверка результатов решения задач на сходящуюся систему сил?

4 Какая система сил называется «плоской произвольной»?

5 Какие необходимые и достаточные условия равновесия обеспечивают равновесие плоской произвольной системы сил?

6 Дать определение понятию «пары сил», «момент пары сил».

7 Как определяется момент силы относительно точки? Привести примеры положительного и отрицательного знака момента.

8 Объяснить свойства пары сил.

9 Обосновать равновесие системы пар сил.

10 Показать на примере процесс сложения пар сил.

11 Что называется «векторным условием равновесия»? Указать зависимости.

12 Какие существуют формы записи уравнений равновесия плоской произвольной системы сил?

13 Какие уравнения статики применяются при решении задач плоской системы параллельных сил ?

14 Что означает выбор рационального решения при Определении реакции опор в балках простейшего типа?

15 Какая сил трения существуют в природе? Приведите примеры трения в технике.

16 Чем характеризуется сила трения? Виды трения.

17 Дать определение понятию «коэффициент трения».

18 Полезное и вредное трение. Как можно снизить вредное влияние трения? Как можно увеличить силу трения?

19 Объяснить понятие угла и косинуса трения.

20 Обосновать известные законы трения.

21 Перечислить варианты решаемых задач с учетом сил трения.

22 Как приложена сила трения и куда направлена?

23 От чего зависит величина коэффициента трения?

24 Какие уравнения статики применяются при решении задач с учетом сил трения?

25 Какое условие должно выполняться при удержании груза на наклонной плоскости?

Раздел 3. Центр тяжести составного сечения

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Дать определение понятия «центр тяжести твердого тела».

2 Какой параметр оказывает влияние на положение центра тяжести однородного тела.

3 Обосновать способы определение центров тяжести сложных тел

4 На что влияет радиус-вектор центра параллельных сил?

5 Записать формулы определения координат центра тяжести однородного объемного тела.

6 Записать формулы определения координат центра тяжести однородной пластины.

7 Записать формулы определения координат центра тяжести стержневой (проволочной) системы.

8 Показать на примерах расположение центра тяжести простых плоских фигур.

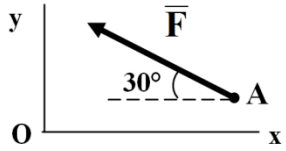
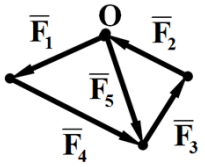
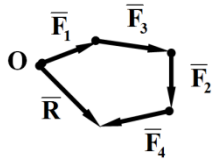
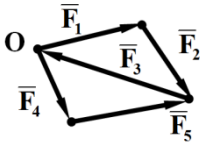
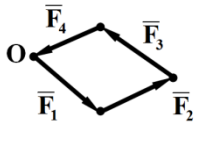
9 Что называют «сортаментом»?

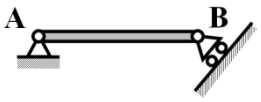
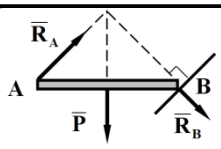
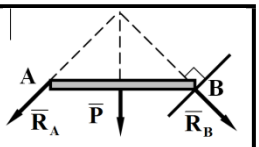
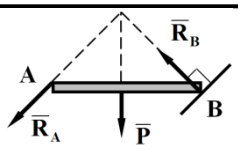
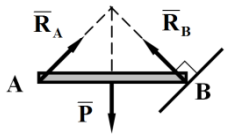
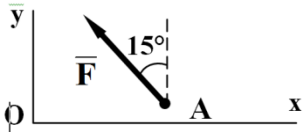
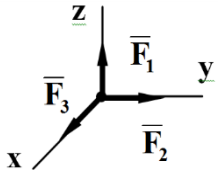
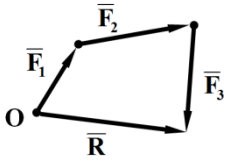
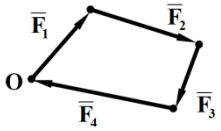
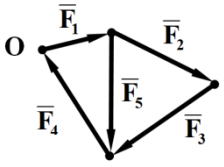
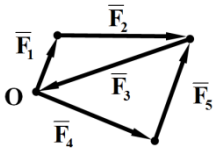
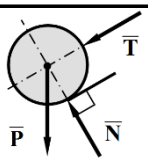
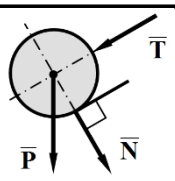
10 Перечислить виды прокатных профилей. Указать расположение центра тяжести на сечениях прокатных профилей.

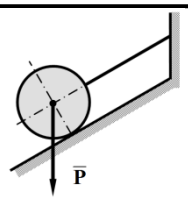
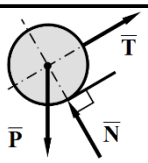
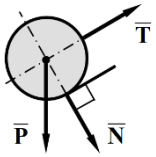
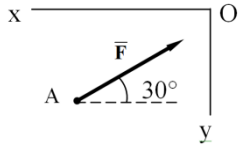
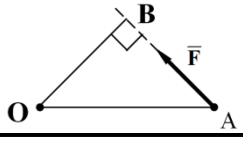
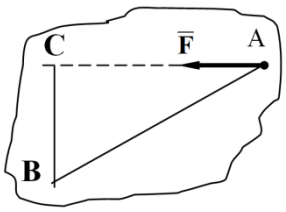
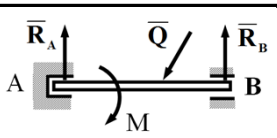
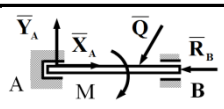
3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

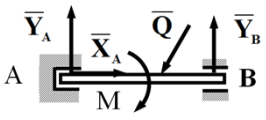
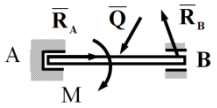
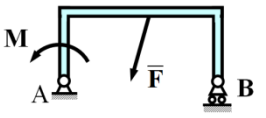
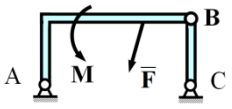
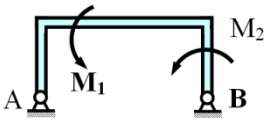
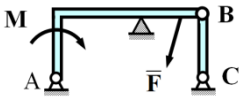
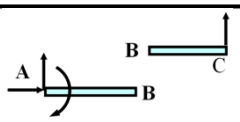
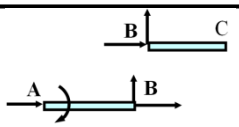
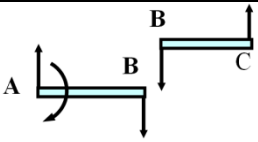
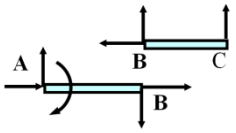
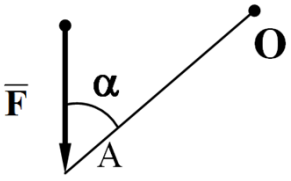
Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО
СибГИУ.

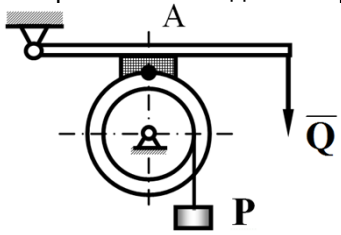
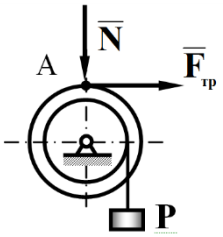
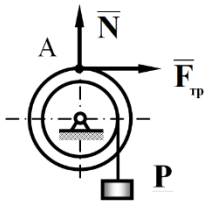
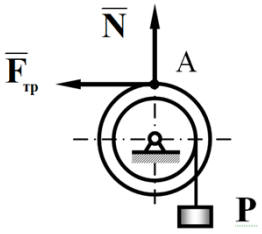
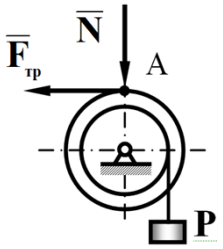
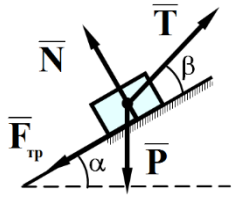
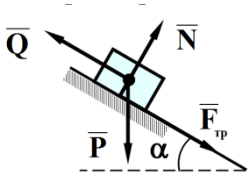
Перечень вопросов для тестирования
с выбором одного правильного ответа

№№ п / п	ЗАДАНИЕ	Номер ответа	ОТВЕТЫ	Номер ответа	ОТВЕТЫ
1.	Найдите проекцию силы $\overline{F}$ на ось О**x**. 	1.1.	F cos 30°	1.3.	F sin 30°
		1.2.	−F sin 30°	1.4.	−F cos 30°
2.	По какой формуле определяется равнодействующая системы сходящихся сил?	2.1.	$R = \sqrt{(\Sigma X_к)^2 + (\Sigma Y_к)^2}$	2.3.	$R = \sum_{к=1}^{n} F_к$
		2.2.	$\overline{R} = \sum_{к=1}^{n} \overline{F}_к$	2.4.	$R = \sqrt{(\Sigma X_к)^2 + (\Sigma Z_к)^2}$
3.	Укажите необходимые и достаточные условия равновесия системы сходящихся сил, расположенной в плоскости **Oxy**.	3.1.	$\sum_{к=1}^{n} Z_к = 0$, $\sum_{к=1}^{n} X_к = 0$.	3.3.	$\sum_{к=1}^{n} F_к = 0$,
		3.2.	$\sum_{к=1}^{n} Y_к = 0$, $\sum_{к=1}^{n} X_к = 0$.	3.4.	$\sum_{к=1}^{n} Y_к = 0$, $\sum_{к=1}^{n} Z_к = 0$.
4.	Выберите рисунок, на котором правильно изображен замкнутый силовой многоугольник.	4.1.		4.3.	
		4.2.		4.4.	

5.	Выберите рисунок, на котором верно показа-ны реакции связей балки АВ весом **P**. 	**5.1.**		**5.3.**	
		5.2.		**5.4.**	
6.	Найдите проекцию силы $\overline{F}$ на ось Ох. 	**6.1.**	**F cos 15°**	**6.3.**	**− F cos 15°**
		6.2.	**− F sin 15°**	**6.4.**	**F sin 15°**
7.	Определите модуль равнодействующей системы трёх сходящихся сил, если заданы их модуль: **F_1= 2**Н, **F_2 = 3**Н, **F_3 =1**Н 	**2.1.**	**11 Н**	**7.3.**	$\sqrt{14}$ **Н**
		7.2.	**14 Н**	**7.4.**	**6 Н**
8.	Укажите необходимые и достаточные условия равновесия системы сходящихся сил ?	**8.1.**	$\sum_{к=1}^{n} X_к = 0,$ $\sum_{к=1}^{n} Y_к = 0.$	**8.3.**	$\sum_{к=1}^{n} \overline{F}_к = 0$
		8.2.	$\sum_{к=1}^{n} F_к = 0$	**8.4.**	$\sum_{к=1}^{n} Y_к = 0$
9.	Выберите рисунок, на котором правильно изображен замкнутый силовой многоугольник.	**9.1.**		**9.3.**	
		9.2.		**9.4.**	
10.	Выберите рисунок, на котором верно показаны реакции связей диска весом **P**.	**10.1.**		**10.3.**	

		**10.2.**		**10.4.**	
11.	Найдите проекцию силы $\overline{F}$ на ось Ox. 	**11.1.**	**F· sin 30°**	**11.3.**	**— F· sin 30°**
		11.2.	**— F· sin 60°**	**11.4.**	**F· cos 60°**
12.	Найдите алгебраический момент силы $\overline{F}$ относительно точки **O**. 	**12.1.**	**F• OA**	**12.3.**	**F• OB**
		12.2.	**− F• OB**	**12.4.**	**− F• OA**
13.	Укажите необходимые и достаточные условия равновесия плоской произвольной системы сил.	**13.1.**	$\Sigma X_к = 0,$ $\Sigma Y_к = 0,$ $\Sigma Z_к = 0.$	**13.3.**	$\Sigma \overline{F}_к = 0,$ $\Sigma m_O(\overline{F}_к) = 0.$
		13.2.	$\Sigma X_к = 0,$ $\Sigma Y_к = 0.$	**13.4.**	$\Sigma \overline{F}_к = 0$
14.	Укажите частный случай приведения произвольной плоской системы сил к центру O, если: $\Sigma \overline{F}_к \neq 0,$ $\Sigma m_O(\overline{F}_к) \neq 0.$	**14.1.**	Равновесие	**14.3.**	Пара сил
		14.2.	Равнодействующая, линия действия которой не проходит через центр O.	**14.4.**	*Равнодействующая,* линия действия которой проходит через центр O.
15.	Найдите алгебраический момент пары сил. 	**15.1.**	**− F• BC**	**15.3.**	**F• BC**
		15.2.	**F• AB**	**15.4.**	**− F• AB**
16.	На каком рисунке правильно показаны реакции связей?	**16.1.**		**16.3.**	

		16.2.		**16.4.**	
17.	Для **задания 16** укажите необходимые и достаточные условия равновесия данной системы сил, считая её плоской произвольной.	**17.1.**	$\Sigma X_к = 0,$ $\Sigma Y_к = 0,$ $\Sigma Z_к = 0.$	**17.3.**	$\Sigma m_A(\overline{F}_к) = 0,$ $\Sigma m_B(\overline{F}_к) = 0.$
		17.2.	$\Sigma X_к = 0,$ $\Sigma m_A(\overline{F}_к) = 0,$	**17.4.**	$\Sigma X_к = 0,$ $\Sigma m_A(\overline{F}_к) = 0,$ $\Sigma m_B(\overline{F}_к) = 0.$
18.	Укажите статически определимую сочлененную конструкцию при действии на неё плоской системы активных сил.	**18.1.**		**18.3.**	
		18.2.		**18.4.**	
19.	На каком рисунке правильно показаны внутренние силы и реакции опор составной конструкции?	**19.1.**		**19.3.**	
		19.2.		**19.4.**	
20.	Сколько уравнений равновесия необходимо и достаточно составить для определения реакций опор и внутренних сил составной конструкции (см. задание 19) при нагружении её плоской произвольной системой сил?	**20.1.**	**3**	**20.3.**	**9**
		20.2.	**6**	**20.4.**	**4**
21.	Чему равен алгебраический момент силы $\overline{F}$ относительно точки **O**? 	**21.1.**	$-F\cdot OA\cdot\cos\alpha$	**21.3.**	$F\cdot OA$
		21.2.	$F\cdot OA\cdot\sin\alpha$	**21.4.**	$-F\cdot OA\cdot\sin\alpha$

22.	Укажите рисунок, на котором правильно показаны силы, действующие на **колесо** в точке **А**, если поверхности негладкие. 	**22.1.**		**22.3.**	
		22.2.		**22.4.**	
23.	Чему равна величина силы трения, если тело находится **в покое** (размерами тела пренебречь)? 	**23.1.**	**T·cosβ**	**23.3.**	**T·sinβ − P·cosα**
		23.2.	**T·cosβ − P·sinα**	**23.4.**	**P·sinα**
24.	Укажите величину силы трения, если тело начнет двигаться (**рис. задания 23**).	**24.1.**	**N**	**24.3.**	***f*·N**
		24.2.	**0**	**24.4.**	**P·cosα**
25.	Чему равна реакция шероховатой поверхности? Размерами тела пренебречь. 	**25.1.**	$\overline{N}+\overline{F}_{тр}$	**25.3.**	$\overline{Q}+\overline{N}$
		25.2.	$\overline{N}+\overline{P}$	**25.4.**	$\overline{F}_{тр}$

Перечень вопросов с выбором
несколько вариантов правильных ответов

1 Указать условия равновесия для решения задач на сходящуюся систему сил в плоскости XOY

а) сумма проекций всех сил на ось OX

б) сумма проекций всех сил на ось OY

в) сумма моментов всех сил относительно точки О

г) сумма моментов всех сил относительно оси ОХ

д) сумма моментов всех сил относительно оси OY

2 Указать, чем характеризуется параметр «сосредоточенная сила»

а) точкой приложения

б) величиной

в) направлением

г) траекторией

д) знаком

3 Указать название стандартных прокатных профилей, размещенных в сортаменте металлопроката

а) двутавр

б) швеллер

в) круг

г) кольцо

4 Указать параметры внешних силовых нагружений

а) сосредоточенная сила

б) распределенная нагрузка

в) момент

г) реакция гибкой связи

Перечень вопросов на соответствие

1 Установить соответствие между наименованием раздела теоретической механики и его описанием задач

	рассматривает частный случай механического движения твердого тела, когда оно не зависит от времени
	рассматривает внешнюю сторону механического движения твердого тела независимо от причин, вызвавших его
	рассматривает общий случай механического движения твердого тела с учетом причин, вызвавших его.

(статика; кинематика; динамика)

2 Установить соответствие между наименованием аксиомы статики и ее формулировкой

	Если твердое тело (точка) находится в равновесии под действием двух сил, то эти силы равны по величине, действуют по одной прямой и направлены в противоположные стороны
	Состояние твердого тела не изменится, если к действующей на него системе сил добавить или же из нее исключить уравновешенную систему сил
.	Две силы, приложенные к твердому телу в одной точке, имеют равнодействующую, приложенную в той же точке

	и равную по величине диагонали параллелограмма, построенного на силах, как на сторонах
	При действии одного тела (точки) на другое со стороны другого тела возникает противодействие, такое же по величине, но противоположное по направлению

(Аксиома равновесия двух сил; Аксиома присоединения и исключения уравновешенной системы сил; Аксиома параллелограмма сил; Аксиома равенства действия и противодействия)

3 Установить соответствие между наименованием вида трения и его формулировкой

	сила, возникающая между двумя контактирующими телами и препятствующая возникновению относительного движения
	сила, возникающая между двумя контактирующими телами и вызывающая относительное движение проскальзыванием
	сила, возникающая между двумя контактирующими телами и вызывающая относительное движение перекатыванием

(Трение покоя; Трение скольжения; Трение качения)

4 Установить соответствие между названием внешнего нагружения, действующие в плоскости, и параметрами их характеризующих

	Точка приложения Величина Направление
	Линия действия Интенсивность Направление
	Величина Направление

(Сосредоточенная сила; Распределенная нагрузка; Момент)

Перечень вопросов с выбором варианта слов/словосочетаний правильного ответа и размещения его в предложение

1 Вставить соответствующее слово в именительном падеже в предложение: «_____ – это раздел теоретической механики, в котором изучаются методы эквивалентных преобразований различных систем сил и устанавливаются условия равновесия сил, приложенных к твердому телу»

а) статика

б) кинематика

в) динамика

г) кинетостатика

2 Вставить соответствующее словосочетание в определение параметра и закончить предложение: «Алгебраическая величина, равная произведению модуля силы на косинус угла между вектором силы и положительным направлением координатной оси называется _____»

а) проекцией силы на ось

б) вектором равнодействующей силы

в) модулем силы

г) моментом силы относительно оси

3 Вставить соответствующее словосочетание в определение параметра и закончить предложение: «Сила, с которой связь действует на тело, препятствуя его перемещению под действием активных сил, называется _____»

а) реакцией связи

б) сосредоточенной силой

в) распределенной нагрузкой

г) вектором активной внешней силы

4 Вставить соответствующее словосочетание в предложение: «_____относительно выбранной точки называется взятое со знаком плюс или минус произведение модуля силы на плечо силы

а) Алгебраическим моментом силы

б) Векторным моментом силы

в) Модулем момента сил

г) Моментом пары сил

5 Вставить соответствующее словосочетание в определение параметра и закончить предложение: «Сила, возникающая между двумя контактирующими телами и препятствующая возникновению относительного движения, называется _____»

а) силой трения покоя

б) силой трения скольжения

в) силой трения качения

г) силой трения

6 Вставить соответствующее словосочетание в предложение: «_____ называется неизменно связанная с этим телом геометрическая точка, через которую проходит линия действия равнодействующей сил тяжести, действующих на части данного тела, при любом положении тела в пространстве»

а) Центром тяжести твердого тела

б) Осью симметрии системы тел

в) Моментной точкой системы тел

г) Центром параллельных сил

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования пред Примерные задания по теме «Равновесие плоской произвольной системы сил»

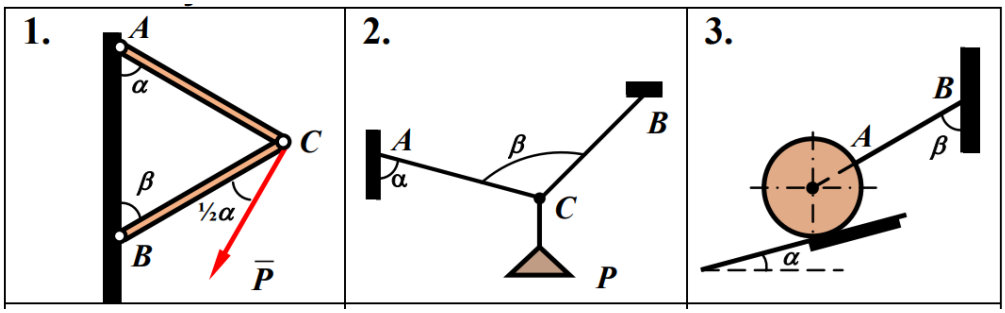
- равновесие плоской сходящейся системы сил:

Задача 1. Два невесомых стержня **AC** и **BC**, расположенных в одной плоскости соединены между собой, с потолком или стенами посредством шарниров. Шарнирный болт ***C*** нагружен силой ***P*** или грузом весом ***P***, подвешенном на канате. Определить усилия, возникающие в стержнях ***AC*** и ***BC***.

Задача 2. Тело весом **P** удерживается в равновесии посредством невесомых гибких связей. Концы нитей в точках ***A*** и ***B*** прикреплены к стенам, или один конец прикреплен к стене, а к другому через блок ***D*** на нити ***CDB*** подвешен груз ***Q***. Определить: в первом случае – натяжение нитей, во втором случае - натяжение нити ***AC*** и вес груза ***Q***.

Задача 3. Однородное тело весом ***P***, удерживается в равновесии двумя гладкими наклонными плоскостями, или комбинацией плоскости и гибкой связи. В некоторых вариантах тело весом ***P*** удерживается в равновесии грузом ***Q***, подвешенным на канате ***ADB*** и перекинутым через блок ***D***. Определить давление тела на плоскости, натяжение нити или вес груза ***Q***.

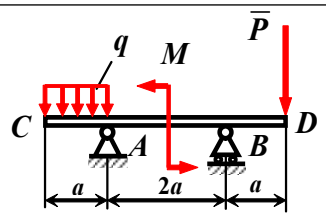
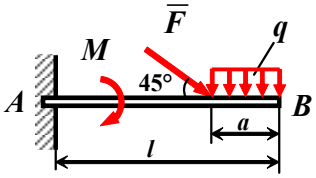
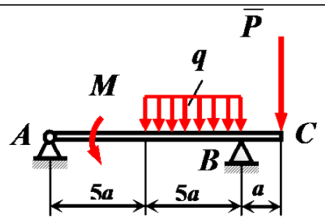
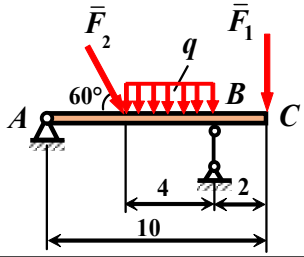
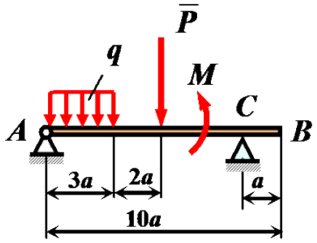
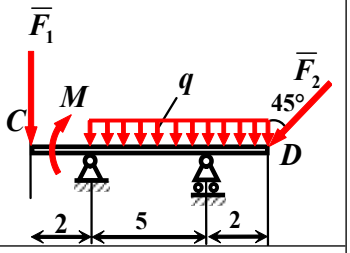
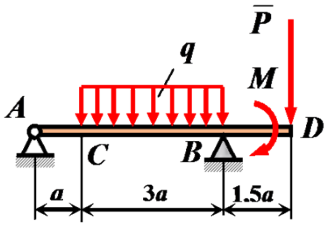
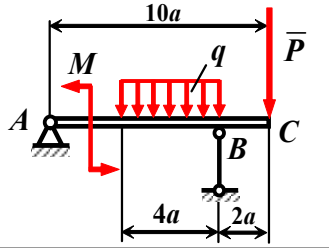
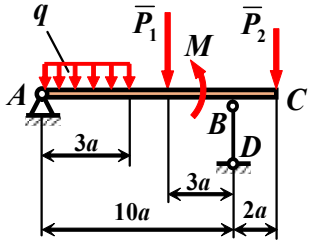
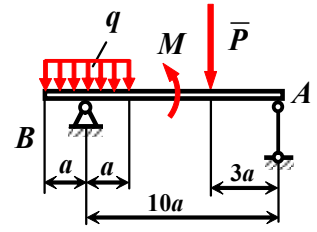
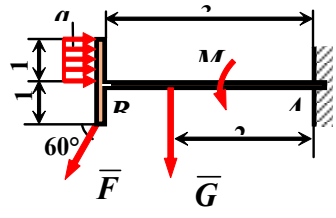
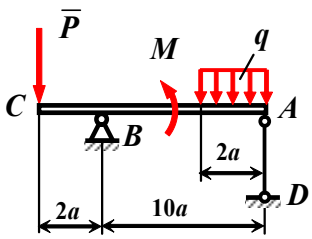
Примеры схем



- равновесие плоской произвольной системы сил

Задание: Определить реакции связей балки по известным размерам и вида внешнего нагружения конструкции.

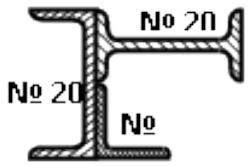
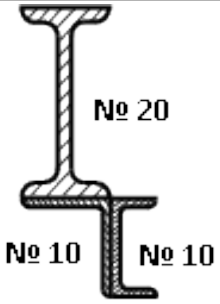
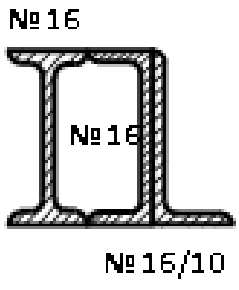
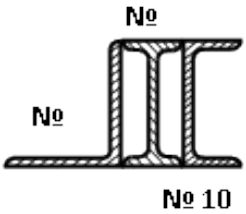
Номер варианта	a, м	M, кНм	q, кН/м	F (P), кН	F_1 (P_1), кН	F_2 (P_2), кН
1	0,5	2	5	20	10	5
2	1	4	10	5	15	15
3	1,5	6	20	30	4	4
4	0,2	8	8	15	10	10
5	0,25	10	12	5	15	5
6	1,2	12	10	30	8	10
7	0,8	14	5	10	12	5
8	1,4	16	14	5	20	15
9	0,5	18	20	30	4	4
10	1	20	18	15	18	10

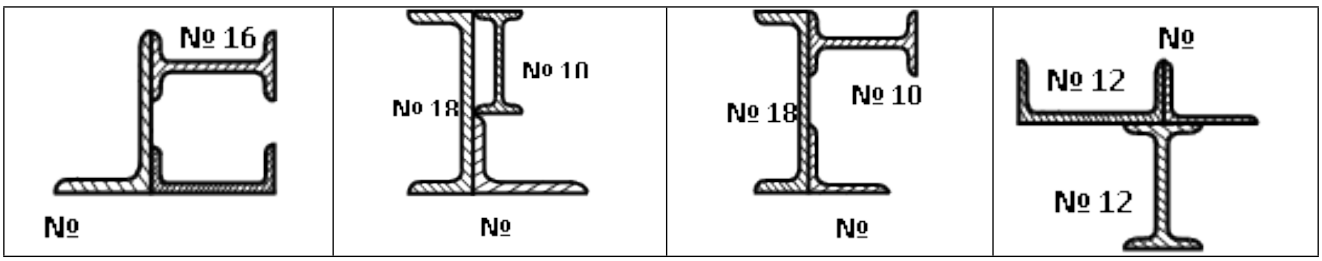
		
Схема 1	Схема 2	Схема 3
		
Схема 4	Схема 5	Схема 6
		
Схема 7	Схема 8	Схема 9
		
Схема 10	Схема 11	Схема 12

Примерные задания по теме «Центр тяжести составного сечения»

Задание: «Определить положение центра тяжести положение центра тяжести плоского сечения, составленного из стандартных прокатных профилей (уголки, швеллеры, двутавры). Оси координат выбрать самостоятельно».

Для профилей геометрические характеристики и размеры сечений принимать согласно сортаменту.

Схемы плоских составных сечений			
			



Примеры вариантов задание на контрольную работу

Задание: Определить реакции связей сочлененной конструкции по известным размерам и вида внешнего нагружения.

Номер варианта	M, кНм	q, кН/м	P_1, кН	P_2, кН	Номер варианта	M, кНм	q, кН/м	P_1, кН	P_2, кН
1	12	5	10	5	**11**	2	5	10	5
2	4	6	15	15	**12**	4	10	15	15
3	16	10	4	4	**13**	6	20	4	4
4	8	8	10	10	**14**	8	8	10	10
5	10	12	15	5	**15**	10	12	15	5
6	12	10	8	10	**16**	12	10	8	10
7	14	5	12	5	**17**	14	5	12	5
8	6	14	20	15	**18**	16	14	20	15
9	18	20	4	4	**19**	18	20	4	4
10	20	18	18	10	**20**	20	18	18	10

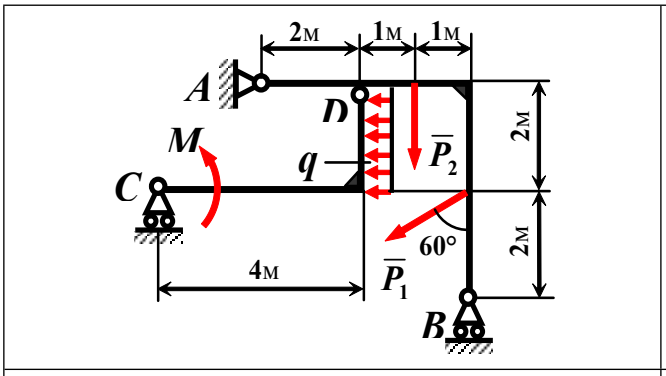


Схема 1

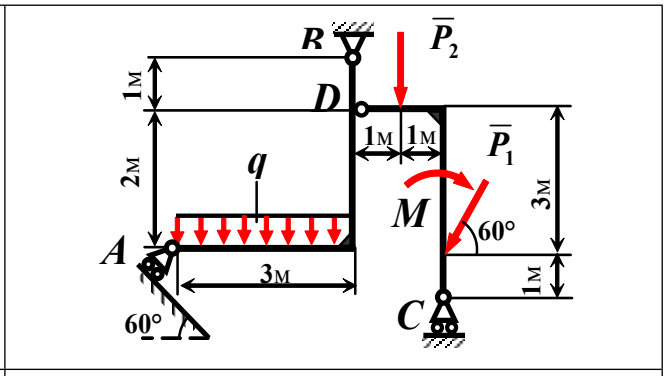


Схема 2

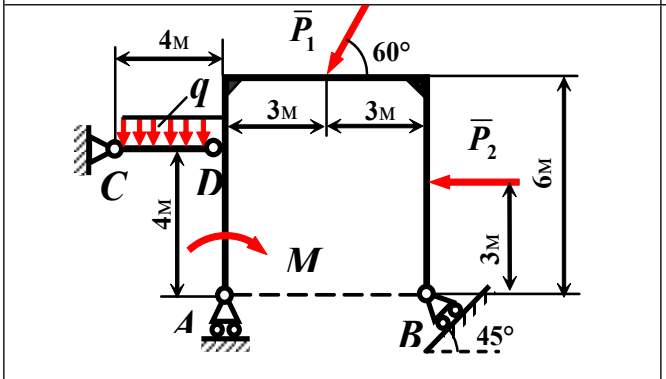


Схема 3

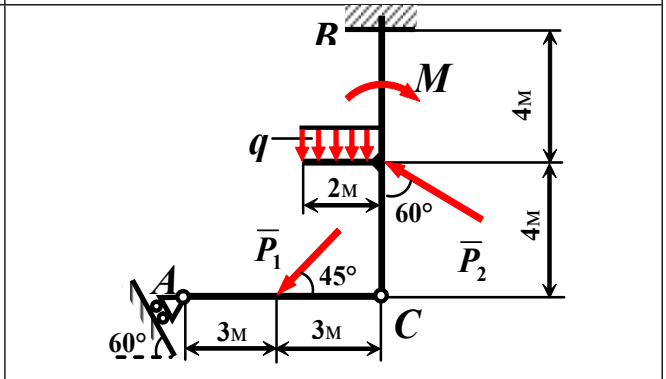


Схема 4

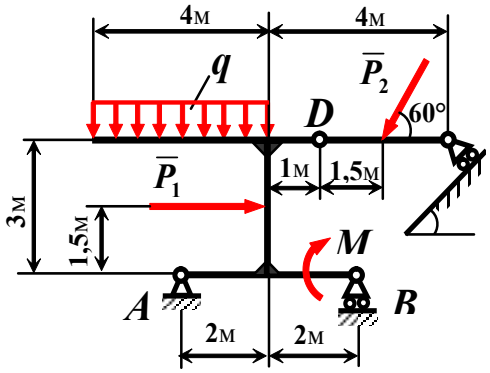


Схема 5

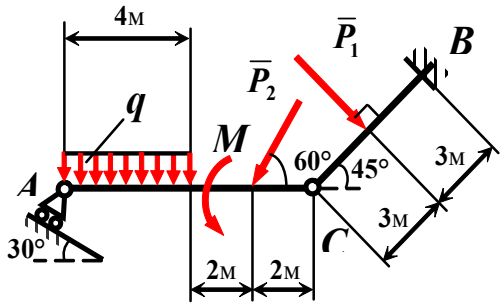


Схема 6

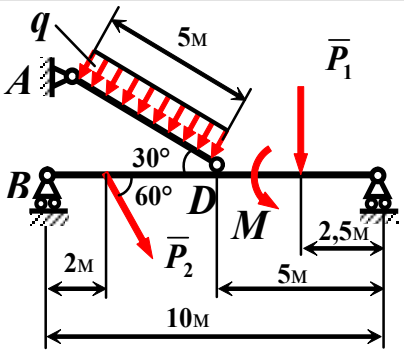


Схема 7

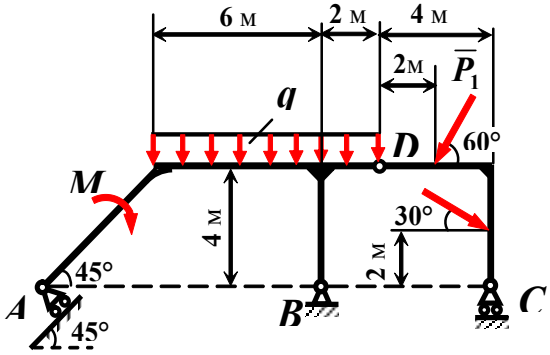


Схема 8

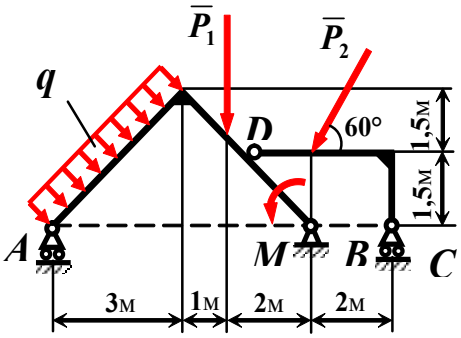


Схема 9

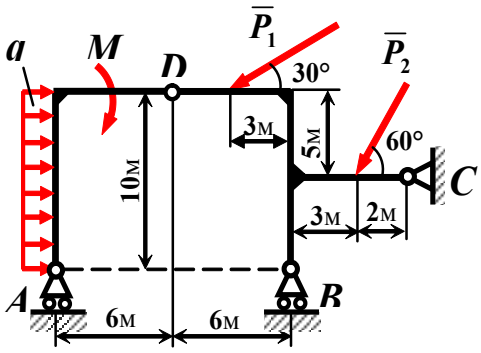


Схема 10

ставлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Что изучает статика?
2. Если при взаимодействии расстояния между точками тела уменьшаются, то можно ли это тело считать абсолютно твердым?
3. Можно ли определить силу, задав только величину силы и ее точку приложения?
4. При каком условии две системы сил можно считать эквивалентными?

5. Будет ли уравновешенной такая система сил, если она приводит в движение покоящееся тело?
6. Дайте определение равнодействующей силы.
7. Если книга лежит на горизонтальной поверхности стола, то ее действие на стол характеризуется сосредоточенной или распределенной силой?
8. Попробуйте привести пример несвободного твердого тела в реальном мире.
9. Направление каких реакций связей заранее известно по направлению?
10. В чем заключается принцип освобождаемости от связей?
11. Дайте определение проекции силы на какую-либо ось.
12. Дайте определение системы сходящихся сил.
13. Как найти равнодействующую системы сходящихся сил графическим методом?
14. Как определить равнодействующую системы сходящихся сил аналитическим методом?
15. Сформулируйте условие равновесия системы сходящихся сил.
16. Сформулируйте геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил.
17. Сформулируйте аналитическое условие равновесия системы сходящихся сил.
18. В чем заключается теорема о трех непараллельных силах?
19. Сформулируйте определение алгебраического момента силы относительно точки.
20. Как определить плечо силы относительно точки?
21. В каком случае момент силы, относительно центра, считается положительным, а в каком - отрицательным?
22. В каком случае момент силы относительно центра равен нулю?
23. Что такое пара сил?
24. Можно ли пару сил заменить равнодействующей?
25. Чем характеризуется действие пары сил на тело?
26. Сформулируйте свойства пар сил.
27. Условия равновесия пар сил.
28. Аналитические условия равновесия плоской произвольной системы сил?
29. Аналитические условия равновесия плоской параллельной системы сил?
30. К чему приводится плоская произвольная система сил?
31. Какие силы называются внешними?
32. Какие силы называются внутренними?
33. Какие задачи являются статически определенными?

34. Какие существуют способы решения задач на равновесие составной конструкции?
35. Основное свойство внутренних сил?
36. Какие составляющие имеет реакция шероховатой поверхности при сцеплении двух тел?
37. Чему равна и как направлена сила трения скольжения?
38. Что такое угол трения?
39. Чему равен коэффициент трения скольжения и какова его размерность?
40. Сформулируйте определение момента силы относительно оси.
41. В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю?
42. Векторные условия равновесия пространственной произвольной системы сил?
43. Аналитические условия равновесия пространственной произвольной системы сил?

6 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

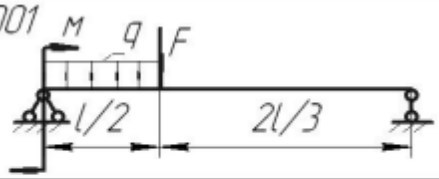
Определить реакции балки длиной ***l*** (м), находящейся под действием равномерно распределённой нагрузки интенсивностью ***q*** кН/м. пары сил с моментом ***M*** **(**кН·м), силы ***F*** *(*кН).

Исходные данные внешнего нагружения

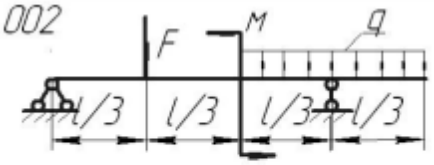
Номер варианта	***M***, кНм	***q***, кН/м	***F***, кН	***l***, м	Номер варианта	***M***, кНм	***q***, кН/м	***F***, кН	***l***, м
1	12	5	10	3	**11**	2	5	10	3
2	4	6	15	6	**12**	4	10	15	6
3	16	10	4	9	**13**	6	20	4	9
4	8	8	10	3	**14**	8	8	10	3
5	10	12	15	6	**15**	10	12	15	6
6	12	10	8	9	**16**	12	10	8	9
7	14	5	12	3	**17**	14	5	12	3
8	6	14	20	6	**18**	16	14	20	6
9	18	20	4	9	**19**	18	20	4	9
10	20	18	18	3	**20**	20	18	18	3

Схемы двухопорных балочных конструкций

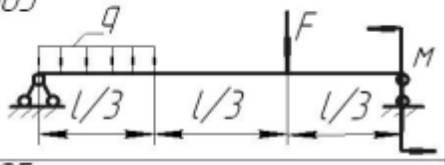
001



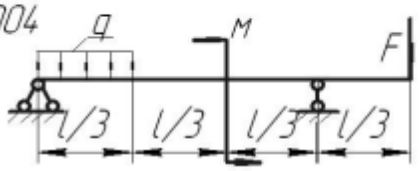
002



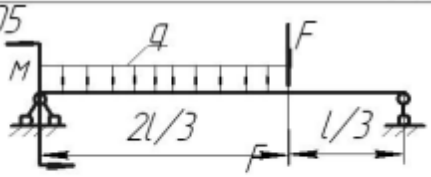
003



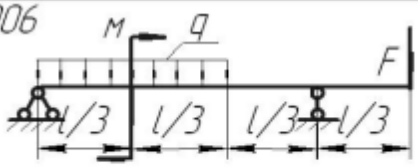
004



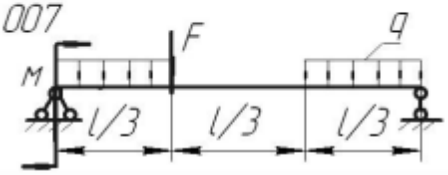
005



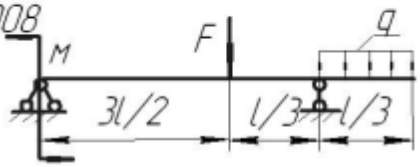
006



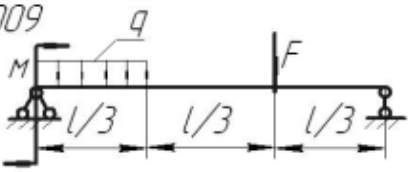
007



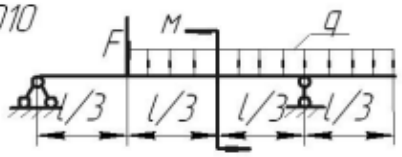
008



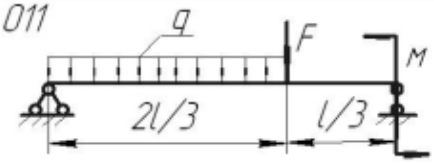
009



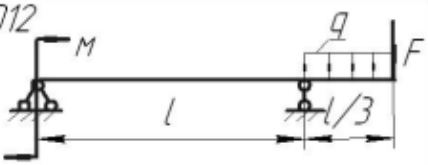
010



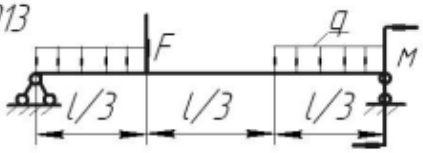
011



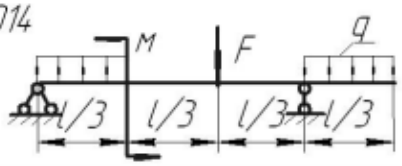
012



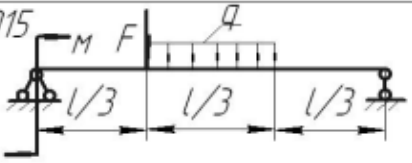
013



014



015



016

