

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Механики Яременко С.А.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Теоретическая механика»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Водоснабжение и водоотведение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Авторы программы



/Козлов В.А.
Горячев В.Н./

Заведующий кафедрой
Теоретической и
прикладной механики



/ Козлов В.А./

Руководитель ОПОП



/Бабкин В.Ф./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Теоретическая механика является одной из фундаментальных общенаучных дисциплин физико-математического цикла. Изучение теоретической механики должно также дать тот минимум фундаментальных знаний в области механического взаимодействия, равновесия и движения материальных тел, на базе которых строится большинство специальных дисциплин инженерно-технического образования. Кроме того, изучение теоретической механики способствует расширению научного кругозора и повышению общей культуры будущего специалиста, развитию его мышления и становлению его мировоззрения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- Дать студенту первоначальные представления о постановке инженерных и технических задач, их формализации, выборе модели изучаемого механического явления.
- Привить навыки использования математического аппарата для решения инженерных задач в области механики.
- Освоить методы статического расчета конструкций и их элементов.
- Освоить основы кинематического и динамического исследования элементов строительных конструкций, строительных машин и механизмов.
- Развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач.

В итоге изучения курса теоретической механики студент должен знать основные понятия и законы механики и вытекающие из этих законов методы изучения равновесия и движения материальной точки, твердого тела и механической системы (в объеме основной части программы).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теоретическая механика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата.

ОПК-3 - Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем
	уметь классифицировать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем
	владеть фундаментальными принципами и методами решения задач теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем

ОПК-3	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения
	владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теоретическая механика» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Самостоятельная работа	72	36	36
Часы на контроль	36	зачет	36,экз
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	16	8	8
В том числе:			
Лекции	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	8	4	4
Самостоятельная работа	151	60	91
Часы на контроль	13	4, зачет	9,экз
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Л час	ПЗ час	СРС час	Всего час
1	Основные понятия, определения и теоремы статики.	Предмет механики. Статика, кинематика, динамика – разделы механики. Предмет статики. Основные понятия статики. Аксиомы статики. Виды связей, их реакции. Проекция силы на ось. Геометрический и аналитический способы сложения сил. Сходящиеся силы, их равнодействующая. Геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил, аналитические условия равновесия. Равновесие трех непараллельных сил. Момент силы относительно точки (центра) как вектор. Понятие о паре сил. Момент пары как вектор. Теорема об эквивалентности пар. Свойства пары сил. Теорема о приведении произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Векторные условия равновесия произвольной системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.	4	4	8	16
2	Система сил, расположенных в одной плоскости.	Алгебраическое значение момента силы и пары сил. Распределенная нагрузка. Аналитические условия равновесия параллельной и произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Статически определимые и статически неопределимые системы. Понятие о ферме. Леммы о нулевых стержнях. Определение усилий в стержнях плоской фермы способом вырезания узлов и способом сечений (Риттера). Равновесие при наличии сил трения. Трение скольжения при покое (сцепление) и при движении. Коэффициент трения. Трение качения; коэффициент трения качения.	4	11	15	30
3	Произвольная система сил. Центр тяжести твердых тел.	Момент силы относительно оси; зависимость между моментами силы относительно центра и относительно оси, проходящей через этот центр. Вычисление главного вектора и главного момента произвольной системы сил. Частные случаи приведения произвольной системы сил; динамический винт. Аналитические условия равновесия произвольной пространственной системы сил, случай параллельных сил. Приведение системы параллельных сил к равнодействующей. Центр параллельных сил; его радиус-вектор и координаты. Центр тяжести твердого тела; центр тяжести объема, площади, линии. Способы определения положений центров тяжести тел.	4	3	7	14
4	Кинематика точки.	Предмет кинематики. Задачи кинематики. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки. Вычисление кинематических характеристик точки при различных способах задания ее движения. Частные случаи движения точки.	2	1	3	6
5	Кинематика	Поступательное движение твердого тела, его	4	3	7	14

	твёрдого тела.	свойства. Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорость и ускорение точки твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Передаточные механизмы. Плоскопараллельное (плоское) движение твёрдого тела. Уравнения движения плоской фигуры. Теорема о сложении скоростей при плоском движении, следствие. Мгновенный центр скоростей, частные случаи определения его положения. Теорема о сложении ускорений при плоском движении тела.				
6	Динамика точки.	Законы динамики. Дифференциальные уравнения движения точки в декартовых координатах и в проекциях на оси естественного трёхгранника. Две основные задачи динамики для материальной точки, их решения. Количество движения материальной точки. Элементарный импульс силы. Импульс силы за конечный промежуток времени. Теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной и в конечной формах. Момент количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения точки. Сохранение момента количества движения точки в случае действия центральной силы. Элементарная работа силы; аналитическое выражение элементарной работы. Работа силы на конечном перемещении точки. Работа силы тяжести, упругости, трения. Мощность. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.	6	6	12	24
7	Общие теоремы динамики механической системы. Динамика твёрдого тела.	Механическая система. Классификация сил, свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс; радиус-вектор и координаты центра масс. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения системы в дифференциальной и в конечной формах. Закон сохранения количества движения системы. Момент инерции системы и твёрдого тела относительно оси. Радиус инерции. Теорема о моментах инерции тела относительно параллельных осей. Осевые моменты инерции однородного тонкого стержня, тонкого круглого кольца, диска. Главный момент количества движения или кинетический момент механической системы относительно центра и относительно оси вращения. Теорема об изменении	10	4	14	28

		кинетического момента механической системы. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси, сопротивление при качении. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия твердого тела при поступательном движении, при вращении вокруг неподвижной оси и при плоскопараллельном движении. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Равенство нулю суммы работ внутренних сил в твердом теле. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.				
8	Принципы механики.	Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции. Возможные перемещения системы. Число степеней свободы системы. Связи, их классификация. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера-Лагранжа; общее уравнение динамики.	2	4	6	12
Итого			36	36	72	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Л час	ПЗ час	СРС час	Всего час
1	Основные понятия, определения и теоремы статики.	Предмет механики. Статика, кинематика, динамика – разделы механики. Предмет статики. Основные понятия статики. Аксиомы статики. Виды связей, их реакции. Проекция силы на ось. Геометрический и аналитический способы сложения сил. Сходящиеся силы, их равнодействующая. Геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил, аналитические условия равновесия. Равновесие трех непараллельных сил. Момент силы относительно точки (центра) как вектор. Понятие о паре сил. Момент пары как вектор. Теорема об эквивалентности пар. Свойства пары сил. Теорема о приведении произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Векторные условия равновесия произвольной системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.	1,5	0,5	10,0	12,0
2	Система сил, расположенных	Алгебраическое значение момента силы и пары сил. Распределенная нагрузка.	1,5	3,0	40,0	44,5

	в одной плоскости.	Аналитические условия равновесия параллельной и произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Статически определимые и статически неопределимые системы. Понятие о ферме. Леммы о нулевых стержнях. Определение усилий в стержнях плоской фермы способом вырезания узлов и способом сечений (Риттера). Равновесие при наличии сил трения. Трение скольжения при покое (сцепление) и при движении. Коэффициент трения. Трение качения; коэффициент трения качения.				
3	Произвольная система сил. Центр тяжести твердых тел.	Момент силы относительно оси; зависимость между моментами силы относительно центра и относительно оси, проходящей через этот центр. Вычисление главного вектора и главного момента произвольной системы сил. Частные случаи приведения произвольной системы сил; динамический винт. Аналитические условия равновесия произвольной пространственной системы сил, случай параллельных сил. Приведение системы параллельных сил к равнодействующей. Центр параллельных сил; его радиус-вектор и координаты. Центр тяжести твердого тела; центр тяжести объема, площади, линии. Способы определения положений центров тяжести тел.	1,0	0,5	10,0	11,5
4	Кинематика точки.	Предмет кинематики. Задачи кинематики. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки. Вычисление кинематических характеристик точки при различных способах задания ее движения. Частные случаи движения точки.	0,5	0,5	8,0	9,0
5	Кинематика твердого тела.	Поступательное движение твердого тела, его свойства. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорость и ускорение точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Передаточные механизмы. Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела. Уравнения движения плоской фигуры. Теорема о сложении скоростей при плоском движении, следствие. Мгновенный центр скоростей, частные случаи определения его положения. Теорема о сложении ускорений при плоском движении тела.	0,5	0,5	12,0	13,0
6	Динамика точки.	Законы динамики. Дифференциальные уравнения движения точки в декартовых координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника. Две основные задачи динамики для материальной точки, их решения. Количество движения материальной	1,0	1,0	25,0	27,0

		точки. Элементарный импульс силы. Импульс силы за конечный промежуток времени. Теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной и в конечной формах. Момент количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения точки. Сохранение момента количества движения точки в случае действия центральной силы. Элементарная работа силы; аналитическое выражение элементарной работы. Работа силы на конечном перемещении точки. Работа силы тяжести, упругости, трения. Мощность. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.				
7	Общие теоремы динамики механической системы. Динамика твердого тела.	Механическая система. Классификация сил, свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс; радиус-вектор и координаты центра масс. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения системы в дифференциальной и в конечной формах. Закон сохранения количества движения системы. Момент инерции системы и твердого тела относительно оси. Радиус инерции. Теорема о моментах инерции тела относительно параллельных осей. Осевые моменты инерции однородного тонкого стержня, тонкого круглого кольца, диска. Главный момент количества движения или кинетический момент механической системы относительно центра и относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси, сопротивление при качении. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия твердого тела при поступательном движении, при вращении вокруг неподвижной оси и при плоскопараллельном движении. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Равенство нулю	1,5	1,0	25,0	27,5

		суммы работ внутренних сил в твердом теле. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.				
8	Принципы механики.	Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции. Возможные перемещения системы. Число степеней свободы системы. Связи, их классификация. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера-Лагранжа; общее уравнение динамики.	0,5	1,0	21,0	22,5
Итого			8	8	151	167

5.2. Перечень практических занятий

очная форма обучения

№ п.п.	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятия	Кол-во часов
1	1	Аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил.	2,0
2	1	Теорема о трех силах. Метод вырезания узлов.	1,0 1,0
3	2	Равновесие параллельной плоской системы сил	2,0
4	2	Равновесие произвольной плоской системы сил.	2,0
5	2	Равновесие составных конструкций.	2,0
6	2	Равновесие составных конструкций.	2,0
7	2	Расчёт плоских ферм.	2,0
8	2	Равновесие при наличии трения покоя, скольжения.	1,0
	3	Определение положения центров тяжести плоских фигур.	1,0
9	3	Равновесие произвольной пространственной системы сил.	2,0
10	4	Определение скорости, ускорения точки, радиуса кривизны ее траектории.	1,0
	5	Вращательное движение твёрдых тел.	1,0
11	5	Передача вращательного движения. Определение скоростей точек при плоском движении.	1,0 1,0
12	6	Криволинейное движение точки (первая задача динамики).	2,0
13	6	Прямолинейное движение точки (вторая задача динамики).	2,0
14	6	Теоремы об изменении количества движения и кинетической энергии точки.	2,0
15	7	Теорема об изменении кинетической энергии твердого тела и механической системы.	2,0
16	7	Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.	2,0
17	8	Принцип возможных перемещений.	2,0
18	8	Принцип возможных перемещений.	2,0

заочная форма обучения

№ п.п.	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятия	Кол-во часов
1	1	Аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил. Метод вырезания узлов.	0,5
	2	Равновесие параллельной и произвольной плоской системы сил	1,5
2	2	Равновесие параллельной и произвольной плоской системы сил	0,5
	2	Расчёт плоских ферм.	1,0
	3	Определение положения центров тяжести плоских фигур.	0,5
3	4	Кинематика точки.	0,5
	5	Вращательное и плоское движения тел.	0,5
	6	Динамика точки.	1,0
4	7	Теорема об изменении кинетической энергии твердого тела.	0,5
		Дифференциальное уравнение вращения твердого тела.	0,5
	8	Принцип возможных перемещений.	1,0

5.3 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта и контрольных работ во 2-м и 3-м семестрах для очной формы обучения, в 3-м и 4-м семестрах для заочной формы обучения.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Оценка	Критерии оценивания
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем;	отлично	Практически полное посещение лекционных и практических занятий; выполнение самостоятельных работ и РГР на «отл.».

	уметь классифицировать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем; владеть фундаментальными принципами и методами решения задач теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем	хорошо	Посещено более 75% лекционных и практических занятий; выполнение самостоятельных работ и РГР на «хор.».
		удовл.	Посещено не менее половины лекционных и практических занятий; выполнение самостоятельных работ и РГР на «удовл.».
		неуд.	Частичное посещение лекционных и практических занятий; неудовлетворительное выполнение самостоятельных работ и РГР.
		не аттест.	Непосещение лекционных и практических занятий; не выполненные самостоятельные работы и РГР.
ОПК-3	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям; уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения; владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	отлично	Практически полное посещение лекционных и практических занятий; выполнение самостоятельных работ и РГР на «отл.».
		хорошо	Посещено более 75% лекционных и практических занятий; выполнение самостоятельных работ и РГР на «хор.».
		удовл.	Посещено не менее половины лекционных и практических занятий; выполнение самостоятельных работ и РГР на «удовл.».
		неуд.	Частичное посещение лекционных и практических занятий; неудовлетворительное выполнение самостоятельных работ и РГР.
		не аттест.	Непосещение лекционных и практических занятий; не выполненные самостоятельные работы и РГР.

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во 2 семестре для очной формы обучения, в 3 семестре для заочной формы обучения по системе:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Оценка	Критерии оценивания
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем; уметь классифицировать конкретные задачи	зачтено	Выполнены все текущие тестовые задания и РГР.

	теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем; владеть фундаментальными принципами и методами решения задач теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем	не зачтено	Не выполнены или выполнены частично текущие тестовые задания и РГР.
ОПК-3	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям;	зачтено	Выполнены все текущие тестовые задания и РГР.
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения; владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	не зачтено	Не выполнены или выполнены частично текущие тестовые задания и РГР.

7.1.3 Этап итогового контроля

Результаты итогового контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, в 4 семестре для заочной формы обучения по четыре балльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Оценка	Критерии оценивания
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем; уметь классифицировать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем; владеть фундаментальными принципами и методами решения задач теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем	отлично	Решено 7 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 верных ответа из 2 теоретических вопросов.
		хорошо	Решено 6 или 7 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 или 1 верный ответ из 2 теоретических вопросов. Решено 5 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 верных ответа из 2 теоретических вопросов.
		удовл.	Решено 4 или 5 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 или 1 верный ответ из 2 теоретических вопросов. Решено 3 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 верных ответа из 2 теоретических вопросов.
		неуд.	Решено менее 4 из 7 экзаменационных тестовых задач; 1 или 0 верный ответ из 2 теоретических вопросов.
ОПК-3	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и	отлично	Решено 7 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 верных ответа из 2 теоретических вопросов.

способы формализации при расчете по выбранным моделям; уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения; владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	хорошо	Решено 6 или 7 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 или 1 верный ответ из 2 теоретических вопросов. Решено 5 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 верных ответа из 2 теоретических вопросов.
	удовл.	Решено 4 или 5 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 или 1 верный ответ из 2 теоретических вопросов. Решено 3 из 7 экзаменационных тестовых задач; 2 верных ответа из 2 теоретических вопросов.
	неуд.	Решено менее 4 из 7 экзаменационных тестовых задач; 1 или 0 верный ответ из 2 теоретических вопросов.

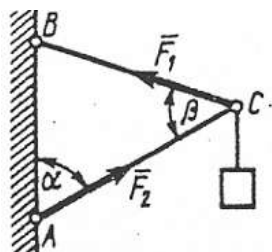
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к решению задач, в виде проверки домашних заданий, в виде тестирования по отдельным темам.

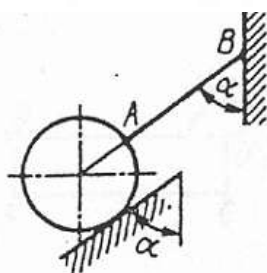
Промежуточный контроль осуществляется проведением тестирования по разделам (статика, кинематика, динамика) дисциплины, изученным студентом в период между аттестациями, выполнением расчетно-графических работ. Тестирование проводится на практических занятиях в рамках самостоятельной работы под контролем преподавателя в виде решения тестовых задач. Варианты расчетно-графических работ выдаются каждому студенту индивидуально.

7.2.1 Примерная тематика и содержание тестовых задач во 2 семестре

1. Равновесие системы сходящихся сил

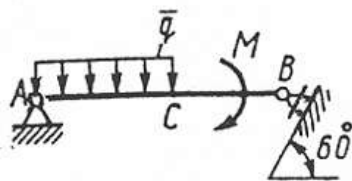


Шарнирный трехзвенник ABC удерживает в равновесии груз, подвешенный к шарнирному болту C . Под действием груза стержень AC сжат силой $F_2 = 25$ Н. Заданы углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Считая стержни AC и BC невесомыми, определить усилие в стержне BC .

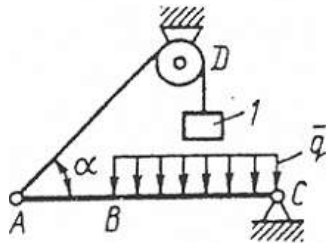


Однородный шар весом 12 Н удерживается в равновесии на гладкой наклонной плоскости с помощью веревки AB . Определить давление шара на плоскость, если угол $\alpha = 60^\circ$.

2. Равновесие произвольной плоской системы сил

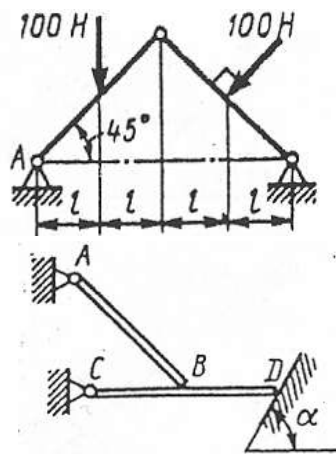


Определить момент M пары сил, при котором реакция опоры B равна 250 Н, если интенсивность распределенной нагрузки $q = 150$ Н/м, размеры $AC = CB = 2$ м.



Балка AC закреплена в шарнире C и поддерживается в горизонтальном положении веревкой AD , перекинутой через блок. Определить интенсивность распределенной нагрузки q , если длины $BC = 5$ м, $AC = 8$ м, угол $\alpha = 45^\circ$, а вес груза l равен 20 Н.

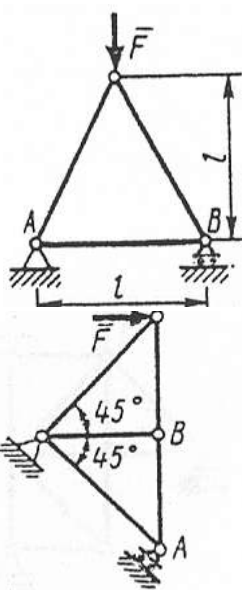
3. Равновесие составных конструкций



Определить вертикальную составляющую реакции в шарнире A .

Однородная балка AB , вес которой 200 Н, свободно опирается в точке B на горизонтальную балку CD . Определить, с какой силой балка CD действует на опорную плоскость в точке D , если расстояние $CB = BD$, угол $\alpha = 60^\circ$. Весом балки CD пренебречь.

4. Расчет плоских ферм (метод вырезания узлов)

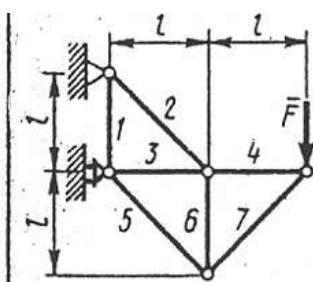


4.2.10

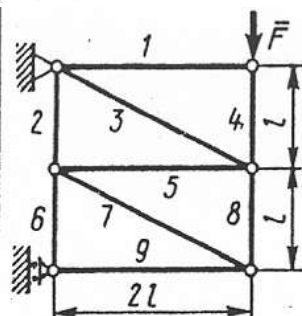
Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 400$ Н.

Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 400$ Н.

5. Расчет плоских ферм (метод сквозных сечений)



Определить усилие в стержне 3. Сила $F = 460 \text{ Н}$.



4.3.10

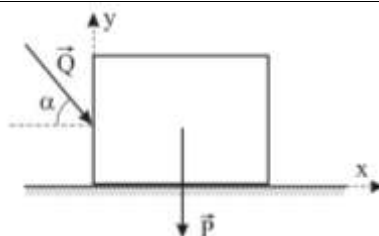
Определить усилие в стержне 8. Сила $F = 260 \text{ Н}$.

6. Трение скольжения

Дано: $P = 10 \text{ кН}$; $Q = 2 \text{ кН}$; $\alpha = 30^\circ$;
коэффициент трения $f = 0.2$.

Будет ли тело находиться в равновесии?

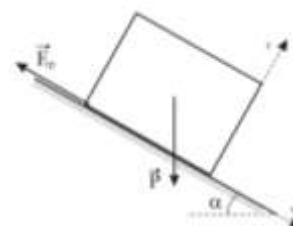
Сила трения равна...



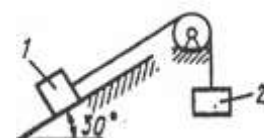
Дано: $P = 10 \text{ кН}$; $\alpha = 30^\circ$;
коэффициент трения $f = 0.4$.

Будет ли тело находиться в равновесии?

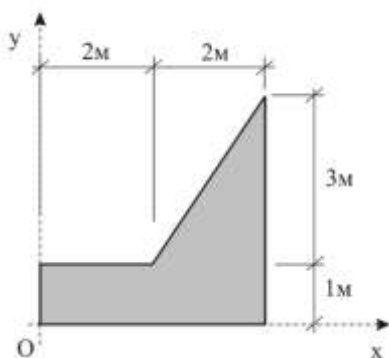
Сила трения равна...



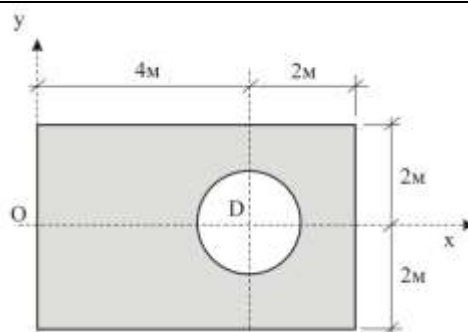
Каким должен быть наибольший вес груза 2, для того, чтобы груз 1 весом 100 Н оставался в покое на наклонной плоскости, если коэффициент трения скольжения $f = 0,3$.



7. Центр тяжести плоских фигур



Координата y_c центра тяжести однородной пластины равна...



Радиус круглого выреза равен $r = 1 \text{ м}$.
Координата x_c центра тяжести однородной пластины равна...

7.2.2 Тематика и содержание расчетно-графического задания во 2-м семестре

РГР №1. Статический расчёт плоской фермы с применением ЭВМ

Плоская ферма, расположенная в вертикальной плоскости, закреплена в точках A и B , причём в одной из них шарнирно-неподвижно, а в другой опирается на подвижный шарнир. К ферме приложены наклонная сила F , для которой модуль и угол α указаны в таблице, горизонтальная сила Q и вертикальная P . Определить опорные реакции в точках A и B , усилия в стержнях первой панели (1, 2, 3, 4) методом вырезания узлов, а в стержнях второй панели (5, 6, 7) – методом сквозных сечений (Риттера). Вычислить усилия в стержнях всей фермы с помощью выдаваемой прикладной программы, сравнить полученные значения с вычисленными вручную.

Пример 1. Схема фермы, все действующие нагрузки и размеры показаны на рис. 1.1.

Дано: $P = 10$ кН, $F = 30$ кН.

Определить опорные реакции и усилия в стержнях 1–4 методом вырезания узлов, 5–7 – методом сквозных сечений.

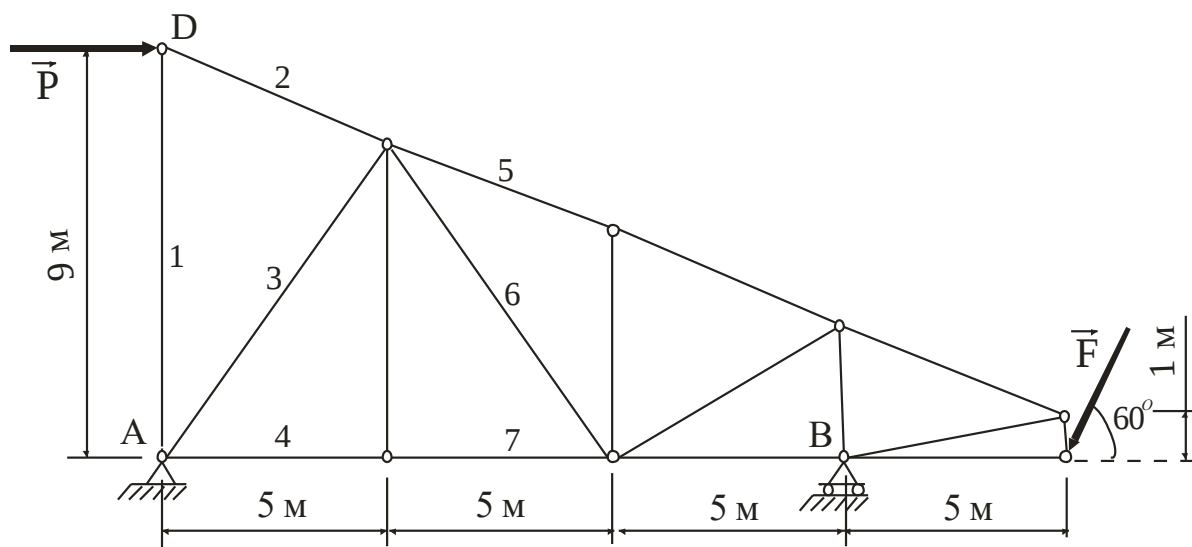


Рис. 1.1

Решение. При определении опорных реакций ферма рассматривается как твёрдое тело. Опоры в узлах A и B мысленно отбрасываются и заменяются соответствующими реакциями: составляющие $\bar{X}_A$, $\bar{Y}_A$ в узле A , $\bar{R}_B$ в узле B (рис. 1.2).

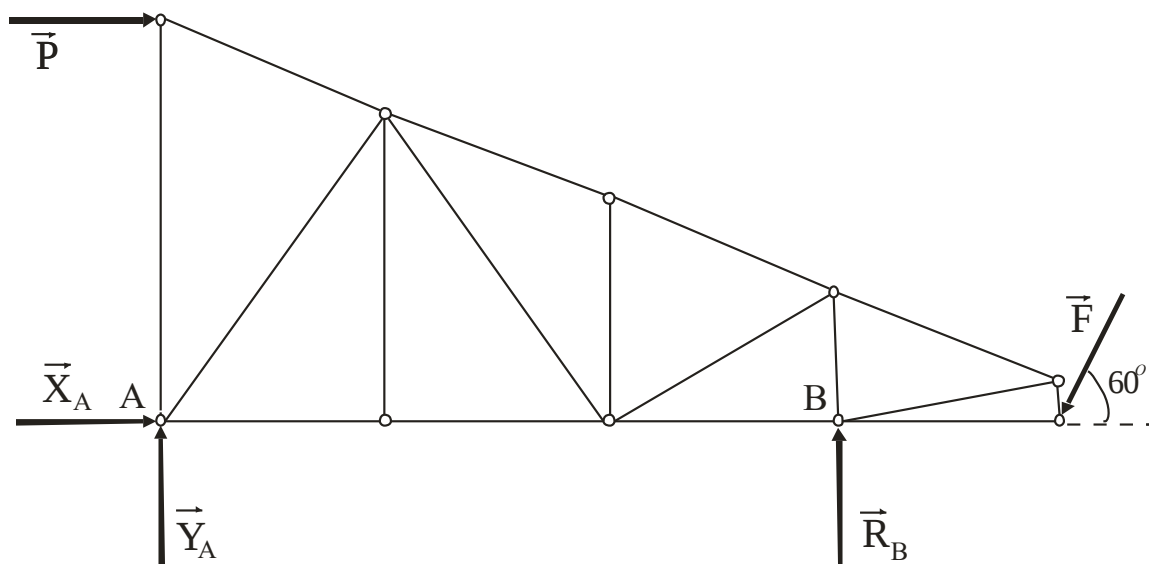


Рис. 1.2

Составляются три уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0: \quad X_A + P - F \cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = 0: \quad Y_A + R_B - F \sin 60^\circ = 0;$$

$$\sum m_{kA} = 0: \quad -P \cdot 9 + R_B \cdot 15 - F \sin 60^\circ \cdot 20 = 0.$$

Из первого уравнения $X_A = 5$ кН, из третьего $R_B = 6 + 20\sqrt{3} \approx 40,64$ кН, из второго $Y_A = -(6 + 5\sqrt{3}) \approx -14,66$ кН; знак «-» показывает, что истинное направление $\vec{Y}_A$ противоположно изображённому на рис. 1.2.

Проверка:

$$\sum m_{kB} = -Y_A \cdot 15 - P \cdot 9 - F \cdot \sin 60^\circ \cdot 5 = (6 + 5\sqrt{3}) \cdot 15 - 90 - 75\sqrt{3} = 0.$$

При определении усилий в стержнях 1–4 методом вырезания узлов сначала мысленно вырезается узел D (в нём сходятся два стержня, усилия в которых неизвестны) и изображаются все приложенные к нему силы и реакции (рис. 1.3).

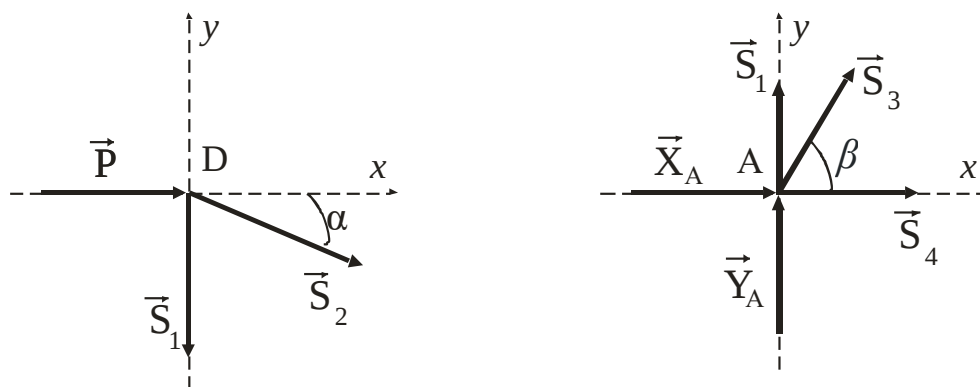


Рис.

1.3

Рис. 1.4

По геометрическим размерам фермы (рис. 1.5) $\operatorname{tg} \alpha = 9/22,5 = 0,4$, следовательно, $\sin \alpha = 0,3714$, $\cos \alpha = 0,9285$. Уравнения равновесия имеют вид

$$\sum F_{kx} = 0: \quad P + S_2 \cos \alpha = 0; \quad S_2 = -10,77 \text{ кН.}$$

$$\sum F_{ky} = 0: \quad -S_2 \sin \alpha - S_1 = 0; \quad S_1 = 4 \text{ кН.}$$

Затем вырезается узел A (рис. 1.4), здесь неизвестны усилия $\bar{S}_3, \bar{S}_4$; $\operatorname{tg} \beta = 7/5 = 1,4$; $\sin \beta = 0,8137$; $\cos \beta = 0,5812$.

$$\sum F_{ky} = 0: \quad Y_A + S_1 + S_3 \sin \beta = 0; \quad S_3 = 13,1 \text{ кН.}$$

$$\sum F_{kx} = 0: \quad X_A + S_3 \cos \beta + S_4 = 0; \quad S_4 = -12,61 \text{ кН.}$$

При определении усилий в стержнях 5–7 методом Риттера ферма рассекается по этим трём стержням на две части. Одна из частей вместе с приложенными к ней нагрузками мысленно отбрасывается, а её действие на оставшуюся часть заменяется усилиями $\bar{S}_5, \bar{S}_6, \bar{S}_7$, которые направлены вдоль соответствующих стержней в сторону отброшенной части (см. рис. 1.5).

Для определения $\bar{S}_5$ составляется уравнение моментов от сил, приложенных к оставшейся части фермы, относительно точки пересечения двух остальных разрезанных стержней (точка L).

$$\sum m_{kL} = 0: \quad -Y_A \cdot 10 - P \cdot 9 - S_5 \cos \alpha \cdot 7 + S_5 \sin \alpha \cdot 5 = 0; \quad S_5 = 12,19 \text{ кН.}$$

Для определения $\bar{S}_6$ составляется уравнение моментов относительно точки N.

$$\sum m_{kN} = 0: \quad -Y_A \cdot 22,5 - P \cdot 9 - S_6 \cos \beta \cdot 7 + S_6 \sin \beta \cdot 17,5 = 0; \quad S_6 = -23,58 \text{ кН.}$$

ввод высот стоек (h_2) – задать пять значений высот вертикальных стержней слева направо;

раскосы – задать направления наклона раскосов, нажимая на них на рисунке;

опоры – задать номер узла, закреплённого шарнирно-неподвижно (А) и шарнирно-подвижно (В) (нумерация узлов фермы по нижнему поясу слева направо от 1 до 5, по верхнему поясу слева направо от 6 до 10);

число нагрузок (N_p) – 2;

нагрузки – указать величину силы, номер узла, к которому она приложена и угол с положительным направлением оси x (откладывать против часовой стрелки).

3. Получить ответ, нажимая на «**Solve**».

Результат проверки решения примера 1 на ПЭВМ

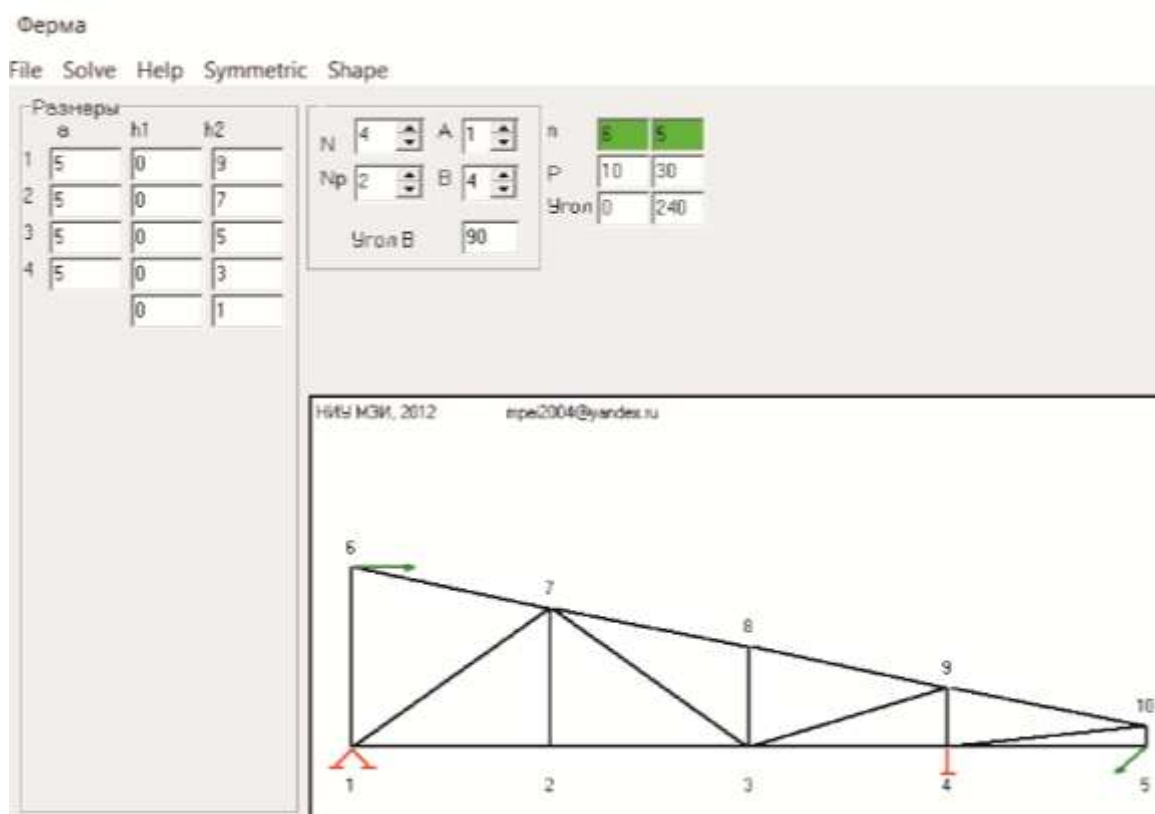


Рис. 1.6. Данные задачи, введенные в программу

Результаты расчетов примера 1 совпадают с представленными на рис. 1.7 данными. Реакции опор: $X_A = 5 \text{ кН}$; $Y_A = -14,66 \text{ кН}$; $R_B = Y_B = 40,64 \text{ кН}$. Усилия

в первом и втором стержнях нижнего пояса: $S_4 = -12,61 \text{ кН}$; $S_7 = -12,61 \text{ кН}$.
 Усилия в первой стойке: $S_1 = 4 \text{ кН}$. Усилия в первом и во втором стержнях
 верхнего пояса: $S_2 = -10,77 \text{ кН}$; $S_5 = 12,19 \text{ кН}$. Усилия в первом и во втором
 раскосах: $S_3 = 13,1 \text{ кН}$; $S_6 = -23,58 \text{ кН}$.

Ферма

File Solve Help Symmetric Shape

Результаты счета

i	Ниж.пояс	Стойки	Верх.пояс	Раскосы
1	-12,6145	4,0000	-10,7703	13,1004
2	-12,6145	0,0000	12,1926	-23,5808
3	-58,3013	0,0000	12,1926	37,2957
4	-15,0000	-31,9808	46,6369	-44,1588
		25,9808		

Реакции опор

$X_a = -5,0000$, $Y_a = -14,6603$, $Y_b = 40,6410$

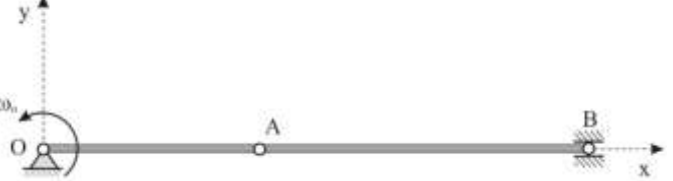
Рис. 1.7. Результаты решения задачи

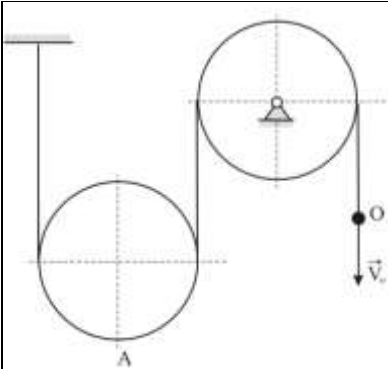
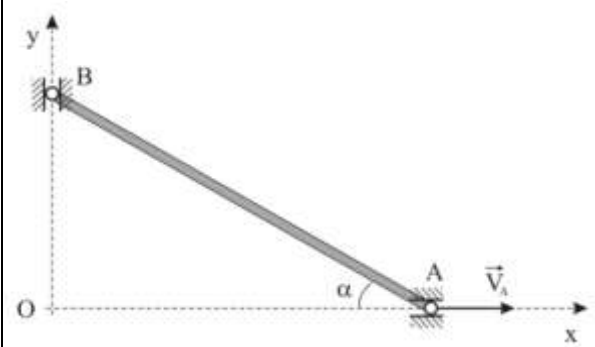
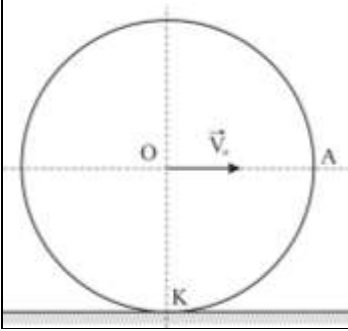
7.2.3 Примерная тематика и содержание тестовых задач в 3 семестре

1. Вращательное движение твердого тела

	Дано: $OA = 1 \text{ м}$. Угловая скорость кривошипа изменяется по закону $\omega = 2 \sin \frac{\pi t}{3}$ (рад/с). Определить касательное ускорение точки A в момент времени $t_1 = 1 \text{ с}$.
	Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi = 5t^2 - 3t$. Определить угловую скорость тела в момент времени $t_1 = 1 \text{ с}$.

2. Плоское движение твердого тела

	Кривошип длины $OA = 2 \text{ м}$ имеет в данный момент времени угловую скорость $\omega_0 = 4$ рад/с, $AB = 6 \text{ м}$. Определить скорость ползуна B.
---	--

	Подвижный блок радиуса $R = 2$ м катится по тросу без скольжения. Скорость конца троса $V_0 = 4$ м/с. Определить скорость точки A.
	Ползун A в данный момент времени имеет скорость $V_A = 4$ м/с; $\alpha = 60^\circ$. Определить скорость ползуна B.
	Колесо радиуса $R = 2$ м катится без скольжения. Скорость центра $V_0 = 4$ м/с. Определить скорость точки A.

3. Первая задача динамики (криволинейное движение точки)

Материальная точка массой $m = 14$ кг движется по окружности радиуса $r = 7$ м с постоянным касательным ускорением $a_\tau = 0,5$ м/с². Определить модуль равнодействующих сил, действующих на точку, в момент времени $t = 4$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 0$.

Внутри гладкой трубки, изогнутой по окружности радиуса $r = 2$ м, в горизонтальной плоскости из состояния покоя движется материальная точка массой $m = 42$ кг под действием силы $F = 21$ Н. Определить горизонтальную составляющую реакции трубки в момент времени $t = 7$ с, если направление силы совпадает с вектором скорости.

Материальная точка движется по криволинейной траектории под действием силы $F = 15\tau + 0,3m$. Определить массу точки, если в момент времени $t = 20$ с её ускорение $a = 0,6$ м/с².

4. Вторая задача динамики (прямолинейное движение точки)

Тело массой $m = 200$ кг из состояния покоя движется вверх по гладкой наклонной

плоскости, образующей угол в 30° с горизонтальной поверхностью, под действием силы $F = 1$ кН. Определить время, за которое тело переместится на расстояние 8 м.

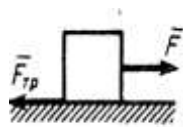
Материальная точка массой $m = 900$ кг движется по горизонтальной прямой под действием силы $F = 270t$ Н, которая направлена по той же прямой. Определить скорость точки в момент времени $t = 10$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 10$ м/с.

5. Теорема об изменении количества движения точки

Поезд движется по горизонтальному прямому участку пути. При торможении развивается сила сопротивления, равная 0,2 веса поезда. Через какое время поезд остановится, если его начальная скорость 20 м/с.

Телу сообщили вверх по гладкой наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом, начальную скорость $v_0 = 4$ м/с. Определить, через какое время тело достигнет максимальной высоты подъема.

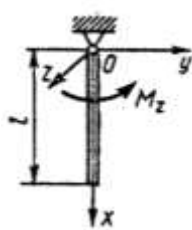
6. Теорема об изменении кинетической энергии точки



Тело массой $m = 100$ кг начинает движение из состояния покоя по горизонтальной шероховатой плоскости под действием постоянной силы F . Пройдя путь, равный 5 м, скорость точки становится равной 5 м/с. Определить модуль силы F , если модуль силы трения равен 20 Н.

Тело толкнули вверх по гладкой наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, с начальной скоростью $v_0 = 4\sqrt{g}$ м/с. Определить расстояние, пройденное телом до остановки.

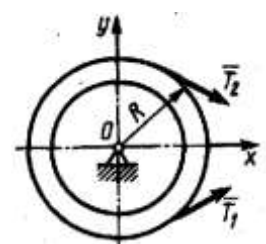
7. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела



Однородный стержень, масса которого $m = 8$ кг и длина $l = 1,5$ м, вращается вокруг оси Oz под действием пары сил с моментом $M_z = 12 \cdot \sin(3\pi t/4)$ Н·м. Определить угловое ускорение стержня в момент времени $t = 2/3$ с.

Маховик в момент включения тормоза имеет угловую скорость $\omega = 6$ рад/с. Тормозящий момент постоянный и равен $M_{mp} = 10$ Н·м. Момент инерции маховика относительно оси вращения равен $I_z = 35$ кг·м². Определить время до остановки маховика.

Определить радиус инерции шкива массой $m = 5$ кг и радиуса $r = 0,4$ м, если под действием сил натяжения ремня $= 2T_2 = 10$ Н он вращается с угловой скоростью $\omega = 10t$.



T_1

7.2.4 Тематика и содержание расчетно-графического задания в 3-м семестре

РГР №2. Динамика точки

Тяжелая шайба массой m , имея в точке A начальную скорость v_0 , скользит по изогнутой оси и, сорвавшись с неё в точке C , находится некоторое время в свободном полете, а затем ударяется о преграду. На прямолинейном участке пути шайба разгоняется в течение $t = t_1$ переменной силой $\vec{F}$, направленной под углом γ к перемещению. На криволинейном участке оси, изогнутой по дуге окружности радиуса $r = 4$ м (геометрический центр в точке O), действует постоянная сила сопротивления (трения) $\vec{R}$. Участки оси сопрягаются в точке B без излома, вся траектория находится в вертикальной плоскости.

В каком месте шайба ударится о преграду? (b –?)

Найти давление шайбы на криволинейный участок оси в точке C или в точке B (в зависимости от варианта рисунка).

Пример 2.

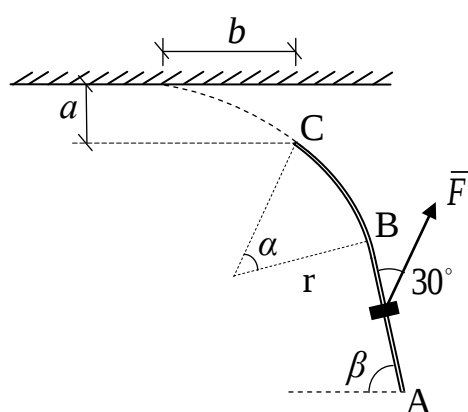


Рис. 2.1. Условие задачи

$$F = 4t^3 + \sin t \text{ Н},$$

$$t = 2 \text{ с},$$

$$m = 1,5 \text{ кг},$$

$$\alpha = 45^\circ,$$

$$\beta = 75^\circ,$$

$$R = 3 \text{ Н},$$

$$a = 2 \text{ м},$$

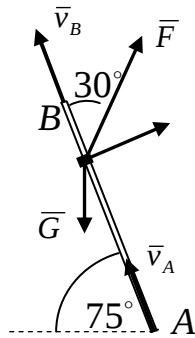
$$v_0 = 25 \text{ м/с},$$

$$r = 8 \text{ м}.$$

Найти расстояние b и давление шайбы на ось в точке C .

Решение. Для того, чтобы определить b , надо знать скорость шайбы в точке C . Для этого необходимо сначала рассмотреть движение шайбы по прямолинейному участку пути AB , а затем по криволинейному BC .

а) Участок AB



Изобразим действующие на шайбу силы. В проекции на ось AB запишем уравнение теоремы об изменении количества движения ($G = mg$)

$$mv_B - mv_A = \int_0^t (F \cos 30^\circ - mg \sin 75^\circ) dt.$$

Отсюда найдем скорость шайбы в точке B

($v_A = v_0$):

Рис.2.2. Участок AB

$$v_B = v_0 + \frac{\cos 30^\circ}{m} \int_0^t (4t^3 + \sin t) dt - g \sin 75^\circ \int_0^t dt = v_0 + \frac{\cos 30^\circ}{m} (t^4 - \cos t) \Big|_0^2 - g \sin 75^\circ t \Big|_0^2 = 25 + \frac{0,866}{1,5} (16 + 0,416 + 1) - 9,81 \cdot 0,966 \cdot 2 = 16,1 \text{ м/с}.$$

б) Участок BC

Найдем работу сил, приложенных к шайбе, на участке пути BC . Сила тяжести совершает работу на перепаде высот между точками C и B . Так как точка перемещается вверх, то работа должна быть меньше нуля. Из чертежа ясно, что работа равна

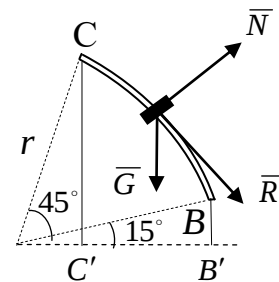


Рис. 2.3. Участок BC

$$A(\vec{G}) = -mg(CC' - BB') = -mgr(\sin 60^\circ - \sin 15^\circ) = -mgr(\sin 60^\circ - \sin 15^\circ).$$

Сила трения направлена по касательной к траектории, длина пути (дуга BC) равна $r\alpha\pi/180$, где α – угол в градусах. Теорема об изменении кинетической энергии точки на участке BC примет вид

$$\frac{mv_C^2}{2} - \frac{mv_B^2}{2} = A(\vec{G}) + A(\vec{R}) = -mgr(\sin 60^\circ - \sin 15^\circ) - R \frac{r\alpha\pi}{180}.$$

Отсюда найдём

$$\begin{aligned}
v_C^2 &= v_B^2 - 2gr(\sin 60^\circ - \sin 15^\circ) - R \frac{r\alpha\pi}{90m} = \\
&= 16,1^2 - 2 \cdot 9,81 \cdot 8 \cdot (0,866 - 0,259) - 3 \frac{8 \cdot 45 \cdot \pi}{90 \cdot 1,5} = 138,77 \text{ м/с.} \\
v_C &= 11,78 \text{ м/с.}
\end{aligned}$$

в) Участок свободного полета

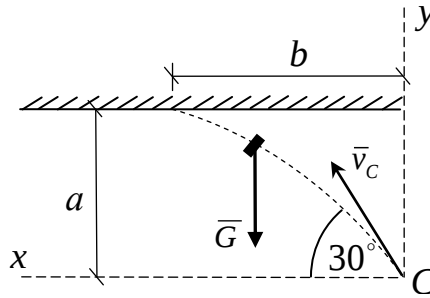


Рис. 2.4. Участок свободного полёта

Составим уравнение движения тела, брошенного под углом $\beta - \alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью v_C . Начало координат поместим в точке C . Время t будем отсчитывать от нуля. На шайбу действует только одна сила – вертикальная сила тяжести $G = mg$:

$$m\ddot{x} = \sum F_{kx} = 0; \quad m\ddot{y} = \sum F_{ky} = -mg, \text{ или } \ddot{x} = 0; \quad \ddot{y} = -g.$$

Проинтегрируем эти уравнения дважды при начальных условиях

$$t = 0: x = 0, \quad y = 0, \quad \dot{x} = v_C \cos 30^\circ, \quad \dot{y} = v_C \sin 30^\circ.$$

$$\ddot{x} = \frac{dv_x}{dt} = 0 \Rightarrow v_x = C_1 = \text{const};$$

$$v_x(0) = \dot{x}(0) = v_C \cos 30^\circ \Rightarrow C_1 = v_C \cos 30^\circ;$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v_C \cos 30^\circ; \quad dx = v_C \cos 30^\circ dt; \quad \int dx = v_C \cos 30^\circ \int dt;$$

$$x = v_C \cos 30^\circ t + C_2; \quad x(0) = 0 \Rightarrow C_2 = 0.$$

Окончательно $x = v_C \cos 30^\circ t$.

$$\ddot{y} = \frac{dv_y}{dt} = -g, \quad dv_y = -g dt, \quad \int dv_y = -g \int dt, \quad v_y = -gt + C_3;$$

$$v_y(0) = \dot{y}(0) = v_C \sin 30^\circ \Rightarrow C_3 = v_C \sin 30^\circ;$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = -gt + v_C \sin 30^\circ; \quad dy = -g dt + v_C \sin 30^\circ dt; \quad \int dy = -g \int dt + v_C \sin 30^\circ \int dt;$$

$$y = -gt^2 / 2 + v_C \sin 30^\circ t + C_4; \quad y(0) = 0 \Rightarrow C_4 = 0.$$

$$\text{Окончательно} \quad y = -gt^2 / 2 + v_C \sin 30^\circ t.$$

В некоторый момент t_* шайба ударится о преграду на высоте $y = a$.
Найдем t_* , решив квадратное уравнение $a = v_C \sin 30^\circ t_* - gt_*^2 / 2$:

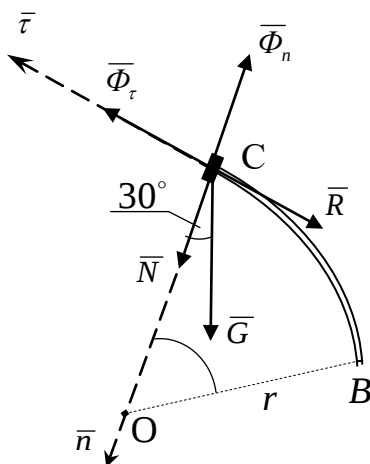
$$t_{*1,2} = \frac{0,5v_C \pm \sqrt{0,25v_C^2 - 2ga}}{g} = \frac{11,78 \cdot 0,5 \pm \sqrt{34,69 - 2 \cdot 9,81 \cdot 1,5}}{9,81} = \frac{5,89 \pm 2,29}{9,81}.$$

$$t_{*1} = 0,367 \text{ с}, \quad t_{*2} = 0,834 \text{ с}.$$

Из двух решений берем меньшее – момент первого пересечения траектории с поверхностью преграды. При $t_* = 0,367$ имеем

$$b = x(t_*) = v_C \cos 30^\circ \cdot 0,367 = 11,78 \cdot 0,866 \cdot 0,367 = 3.74 \text{ м}.$$

Найдем давление шайбы на ось в точке C , применив принцип Даламбера. Изобразим действующие на шайбу силы и добавим силу инерции в проекциях на касательную и главную нормаль (рис. 2.5).



Спроецируем силы на ось главной нормали к траектории движения π , направленную от C к O . Согласно принципу Даламбера, сумма проекций должна быть равна нулю:

$$N + G \cos 30^\circ - \Phi_n = 0;$$

$$N = \Phi_n - G \cos 30^\circ.$$

Рис. 2.5. Силы, действующие на шайбу в точке С

$$\Phi_n = \frac{mv_C^2}{r} = \frac{1,5 \cdot 138,77}{8} = 26,02 \text{ НН}$$

$$N = 26,02 - 1,5 \cdot 9,81 \cdot 0,866 = 13,28 \text{ Н}$$

N – это реакция опоры, следовательно, сила давления шайбы на ось равна 13,28 Н и направлена вверх.

Ответ: $b = 4,74 \text{ м}$, $N = 13,28 \text{ Н}$.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия статики.
2. Аксиомы статики.
3. Связи и их реакции. Принцип освобождаемости от связей.
4. Проекция силы на ось.
5. Сложение сил.
6. Равновесие системы сходящихся сил.
7. Теорема о трёх силах.
8. Плоская система сил. Алгебраические моменты силы и пары.
9. Распределённая нагрузка.
10. Уравнения равновесия плоской системы сил (3 формы).
11. Трение скольжения.
12. Трение качения.
13. Равновесие составных конструкций.
14. Плоские фермы. Леммы о нулевых стержнях.
15. Расчёт плоских ферм (метод вырезания узлов и метод сечений).
16. Момент силы относительно центра (как вектор) и относительно оси.
17. Момент пары (как вектор). Теорема о сложении пар. Теорема об эквивалентности пар, вытекающие свойства пары.
18. Теорема Пуансо о параллельном переносе силы.
19. Теорема о приведении системы сил к центру.
20. Условия равновесия системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей относительно центра и оси.
21. Аналитические формулы для момента силы относительно осей.
22. Вычисление главного вектора и главного момента пространственной системы сил.
23. Уравнения равновесия пространственной системы сил. Случай параллельных сил.
24. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду.

25. Центр тяжести твёрдого тела. Координаты центра тяжести для объёмных тел.
26. Координаты центра тяжести линии. Центр тяжести дуги окружности.
27. Координаты центра тяжести плоской фигуры. Центр тяжести треугольника, сектора круга.
28. Методы нахождения центра тяжести твёрдых тел. Статический момент площади плоской фигуры.

7.2.6 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Способы задания движения точки.
2. Скорость и ускорение точки при векторном и координатном способах задания её движения.
3. Скорость и ускорение точки при естественном способе задания её движения.
4. Частные случаи движения точки.
5. Поступательное движение твёрдого тела, его свойства.
6. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси.
7. Частные случаи вращения твёрдого тела.
8. Скорости и ускорения точек вращающегося твёрдого тела.
9. Передаточные механизмы.
10. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.
11. Теорема о сложении скоростей при плоском движении твёрдого тела.
12. Следствие (теорема о проекции скоростей двух точек твёрдого тела).
13. Мгновенный центр скоростей, его существование и единственность. Частные случаи определения МЦС.
14. Теорема о сложении ускорений при плоском движении твёрдого тела.
15. Законы динамики. Системы единиц.
16. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки. Две задачи динамики.
17. Количество движения точки. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки.
18. Работа силы. Мощность. Работа силы тяжести, трения, упругости.
19. Кинетическая энергия точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
20. Система материальных точек (определение, классификация сил, масса, центр масс). Дифференциальные уравнения движения механической системы.
21. Теорема о движении центра масс. Следствия.
22. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения механической системы. Следствия.
23. Моменты инерции твёрдого тела. Примеры.
24. Теорема о моменте инерции твёрдого тела относительно параллельных осей.
25. Дифференциальное уравнение вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Работа вращающего момента. Сопротивление при вращении.
26. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движениях тела. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
27. Принцип Даламбера для точки и механической системы. Главный вектор и

главный момент сил инерции.

28. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.

7.2.7 Методика выставления оценки при проведении итоговой аттестации

При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на выполнение заданий в экзаменационном билете. Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 7 задач по темам, которые обучаемые отчитывали в течение семестра в виде самостоятельного решения тестовых задач в аудитории, и 2 теоретических вопроса. Каждая задача и теоретический вопрос оценивается 1 баллом.

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.
2. Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 5-6 баллов.
3. Оценка «хорошо» ставится в случае, если студент набрал 7-8 баллов.
4. Оценка «отлично» ставится в случае, если студент набрал 9 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия, определения и теоремы статики.	ОПК-1, ОПК-3	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, зачет
2	Система сил, расположенных в одной плоскости.		
3	Произвольная система сил. Центр тяжести твердых тел.		
4	Кинематика точки.	ОПК-1, ОПК-3	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, экзамен
5	Кинематика твердого тела.		
6	Динамика точки.		
7	Общие теоремы динамики механической системы. Динамика твердого тела.		
8	Принципы механики.	ОПК-1, ОПК-3	Решение тестовых задач, РГР, устный опрос, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Решение тестовых задач проводится в аудитории на практических занятиях в рамках самостоятельной работы под контролем преподавателя в виде решения индивидуальных тестовых задач по пройденным темам разделов теоретической механики (статика, кинематика, динамика). На

решение задачи отводится 15 – 20 минут, при верном ответе студенту выставляется «зачет» по данной теме.

Решение расчетно-графических заданий выполняется студентами самостоятельно по индивидуальным вариантам, выдаваемым преподавателем. При сдаче РГР обучающийся «защищает» работу, решая в присутствии преподавателя короткие тестовые задачи и отвечая на теоретические вопросы по данной теме.

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости, выполнения тестовых заданий и сдачи РГР и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Статика. Кинематика. Динамика: учебник / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. – 16-е изд., стер. – М.: Кнорус, 2011. – 603 с. ISBN 978-5-406-01977-1

Яблонский, Александр Александрович.

Курс теоретической механики: Статика. Кинематика. Динамика: учебник : рекомендовано МО РФ. - 11-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2004 (Владимир : ОАО "Владимир. кн. тип.", 2004). - 763 с. : ил. - ISBN 5-8114-0390-9

2. Теоретическая механика. Расчетно-графические задания: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения / составители В. А. Козлов [и др.], под редакцией В. А. Козлова. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-7731-0736-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93296.html>

3. Антонов, В. И. Теоретическая механика (статика) : конспект лекций и содержание практических занятий / В. И. Антонов. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 84 с. — ISBN

2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/23750.html>

4. Антонов, В. И. Теоретическая механика (динамика) : конспект лекций и содержание практических занятий / В. И. Антонов. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 120 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/23747.html>

5. Яковенко, Г. Н. Краткий курс теоретической механики : учебное пособие / Г. Н. Яковенко. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 117 с. — ISBN 978-5-9963-2971-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/6535.html>

Дополнительная литература

1. Интернет-тестирование по теоретической механике. Выпуск 1. Статика : методические указания для подготовки к интернет-тестированию по теоретической механике / составители Г. А. Маковкин, А. С. Аистов, А. С. Баранова. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 26 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/15998.html>

2. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: учеб. пособие для вузов: рек. УМО / И.В. Мещерский; под ред. В.В. Пальмова, Д.Д. Меркина. — 50-е изд., стер. — СПб.: издательство «Лань», 2010. — 448 с. - ISBN 978-5-9511-0019-1

3. Сборник коротких задач по теоретической механике: учеб. пособие для вузов: рек. УМО / под ред. О.Э. Кепе. — 3-е изд., стер. — СПб.: издательство «Лань», 2009. — 368 с. - ISBN 978-5-8114-0826-9

4. **Тарг, С.М.** Краткий курс теоретической механики: Учебник. - 20-е изд., стереотип. - М.: Высш. шк., 2010. - 416 с.: ил. - ISBN 978-5-06-006193-2.

5. Бать М.И. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1. Статика и кинематика: учеб. пособие / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. — 11-е изд., стер. — СПб.: издательство «Лань», 2010. — 667 с. - ISBN 978-5-8114-1035-4. - ISBN 978-5-8114-1022-4

6. Бать М.И. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2. Динамика: учеб. пособие. / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. — 9-е

изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2010. – 638 с. - ISBN 978-5-8114-1021-7. - ISBN 978-5-8114-1022-4

8. Козинцева, С. В. Теоретическая механика: учебное пособие / С. В. Козинцева, М. Н. Сусин. — 2-е изд. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. - 153 с. — ISBN 978-5-4486-0442-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79816.html> -ЭБС «IPRbooks».

9. Щербакова, Ю. В. Теоретическая механика: учебное пособие/ Ю. В. Щербакова. — 2-е изд. — Саратов: Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1785-3. — Текст: электронный//Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81055.html> – ЭБС «IPRbooks».

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Лицензионное ПО

LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

Tehnari.ru.Технический форум

Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>

Старая техническая литература

Адрес ресурса: http://retrolib.narod.ru/book_e1.html

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения ряда лекционных занятий по дисциплине необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

Для обеспечения практических занятий требуется обычная аудитория вместимостью на 1 учебную группу с доской.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теоретическая механика» читаются лекции, проводятся практические занятия, в объемах часов самостоятельной работы выполняются расчетно-графические работы.

В качестве основной используется традиционная технология изучения материала, предполагающая живое общение преподавателя и студента. Все виды деятельности студента должны быть обеспечены доступом к учебно-методическим материалам (учебникам, учебным пособиям, методическими указаниями к выполнению расчетно-графических работ). Учебные материалы должны быть доступны в печатном виде и, кроме того, могут быть представлены в электронном варианте.

Курс разделен на три традиционных раздела – статика, кинематика и динамика, каждый из которых, в свою очередь, разделяется на модули, соответствующие основным разделам дисциплины. По каждому модулю в аудитории проводится самостоятельная работа по индивидуальным вариантам тестовых заданий. В процессе самостоятельной работы студент закрепляет полученные знания и навыки, выполняя домашние задания по каждой теме модуля. Изучение статики сопровождается выполнением соответствующей расчетно-графической работы (РГР). При защите выполненной РГР студент должен продемонстрировать как знание теоретических вопросов данного блока, так и навыки решения соответствующих задач. Выполнение самостоятельных работ и защита РГР являются формой промежуточного контроля знаний по данному разделу.

В качестве итогового контроля в третьем семестре для очной формы обучения и в четвертом семестре для заочной формы обучения предусмотрен

экзамен по билетам, содержащим тестовые задачи и теоретические вопросы по изученным разделам курса теоретической механики.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Решение задач по рассматриваемой теме из рекомендуемого задачника, решение задач из тестовых заданий. Выполнение примерного варианта расчетно-графических заданий.
Расчетно-графическая работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, являющихся основополагающими в этой теме. Выполнения РГР аналогично разобранным на практических занятиях примерам, решение задач из домашнего задания. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Самостоятельная работа	Преследует цель закрепить, углубить и расширить знания, полученные студентами в ходе аудиторных занятий, а также сформировать навыки работы с научной, учебной и учебно-методической литературой, развивать творческое, продуктивное мышление обучающихся, их креативные качества, формирование общепрофессиональных компетенций.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП