МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Панфилов Д.В.
«22» октября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Теоретическая механика»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Проектирование зданий и сооружений

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы _____/В.В. Волков/

Заведующий кафедрой строительной механики _____/В.А. Козлов/

Руководитель ОПОП _____/Т.В. Макарова/

Воронеж 2022

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 решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем
	владеть фундаментальными принципами и методами расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных
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	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	 180 5	 72 2	 108 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	Лекц	Прак зан.	СРС	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 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.	4	3	7	14
6	Динамика точки.	Законы динамики. Дифференциальные уравнения движения точки в декартовых координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника. Две основные задачи динамики для	6	6	12	24

		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.				
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	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, вращательном и плоском движении тела. 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**

5.2 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 (работы) или контрольной работы.

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 следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компе-тенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено более 50%, наличие конспекта	Посещено менее 50%, отсутствует конспект
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем	Посещение и работа на практических занятиях	Посещено более 50%, решено более 60% из текущих тестовых задач	Посещено менее 50%, тестовые задачи не решены
	владеть фундаментальными принципами и методами расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГЗ)	Выполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-3	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям	Посещение и работа на лекционных занятиях	Посещено более 50%, наличие конспекта	Посещено менее 50%, отсутствует конспект
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения	Посещение и работа на практических занятиях	Посещено более 50%, решено более 60% из текущих тестовых задач	Посещено менее 50%, тестовые задачи не решены
	владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	Решение прикладных задач в виде выполнения расчетно-графических заданий (РГЗ)	Выполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение РГЗ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компе-тенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при	Решение стандартных задач по индивидуальным вариантам на практических занятиях	Решены задачи по всем пройденным темам	Имеются темы, по которым задачи не решены

	равновесии и движении твердых тел и механических систем			
	владеть фундаментальными принципами и методами расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГЗ не выполнено или выполнено неверно
ОПК-3	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям	Теоретические вопросы при проведении зачета	Верных ответов 60-100%	Верных ответов менее 60%
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения	Решение стандартных задач по индивидуальным вариантам на практических занятиях	Решены задачи по всем пройденным темам	Имеются темы, по которым задачи не решены
	владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено, допущенные в ходе решения ошибки исправлены	РГЗ не выполнено или выполнено неверно

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компе-тенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**	**Критерии оценивания**	**Отлично**	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неудовл.**
ОПК-1	знать постановку и методы решения задач механики о движении и равновесии механических систем	Теоретич. вопросы в экзаменац. билете	3 верных ответа из 3	2 верных ответа из 3	1 верный ответ из 3	0 верных ответов из 3
	уметь решать конкретные задачи теоретической механики при равновесии и движении твердых тел и механических систем	Решение стандартных практических задач из экзаменац. билета	Решено 9-10 стандартных задач из 10	Решено 7-8 стандартных задач из 10	Решено 5-6 стандартных задач из 10	Решено менее 5 задач из 10

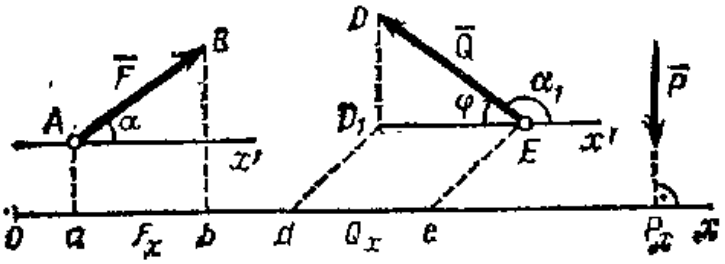
	владеть фундаментальными принципами и методами расчета выбранных конструктивных схем для механических систем, в том числе строительных	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено в срок, в полном объеме, получены верные ответы	РГЗ выполнено в срок, неточности в ходе решения или ответах	РГЗ выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГЗ выполнено неверно
ОПК-3	знать основные подходы при моделировании объектов строительства и способы формализации при расчете по выбранным моделям	Теоретич. вопросы в экзаменац. билете	3 верных ответа из 3	2 верных ответа из 3	1 верный ответ из 3	0 верных ответов из 3
	уметь выделять основные характеристики объекта строительства, оценивать преимущества и недостатки выбранного конструктивного решения	Решение стандартных практических задач из экзаменац. билета	Решено 9-10 стандартных задач из 10	Решено 7-8 стандартных задач из 10	Решено 5-6 стандартных задач из 10	Решено менее 5 задач из 10
	владеть методами расчета выбранных конструктивных схем и решений для конкретных строительных объектов	Выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ)	РГЗ выполнено в срок, в полном объеме, получены верные ответы	РГЗ выполнено в срок, неточности в ходе решения или ответах	РГЗ выполнено не в срок, ошибки в ходе решения и ответах исправлены	РГЗ выполнено неверно

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

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1) Проекция силы на ось.

Проекция силы на ось есть алгебраическая величина, равная произведению модуля силы на косинус угла между силой и положительным направлением оси. Если этот угол острый – проекция положительна, если тупой – отрицательна, а если сила перпендикулярна оси, то ее проекция на ось равна нулю.



$$F_x = F\cos\alpha\,,\ \ Q_x = Q\cos\alpha_1 = -Q\cos\varphi,\ \ P_x = 0\,.$$

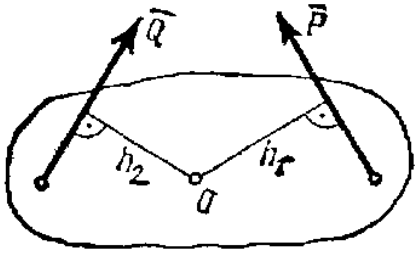
2) Алгебраический момент силы относительно центра.

Алгебраический момент силы $\overline{F}$ *относительно центра О равен взятому с соответствующим знаком произведению модуля силы на ее плечо, т. е.*

$$m_O(\overline{F}) = \pm Fh.$$

Плечо – это кратчайшее расстояние (длина перпендикуляра) от центра О до линии действия силы. Если линия действия пересекает центр, то ее момент относительно него равен нулю (плечо h = 0).

При этом в правой системе координат, принятой в механике, момент считается положительным, когда сила стремится повернуть тело вокруг центра О против хода часовой стрелки, и отрицательным – когда по ходу часовой стрелки. Так, для сил, изображенных на рис.: $m_O(\overline{P}) = Ph_1$, $m_O(\overline{Q}) = -Qh_2$.



3) Уравнения равновесия для плоской системы сил.

Для равновесия произвольной плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух координатных осей и сумма их моментов относительно любого центра, лежащего в плоскости действия сил, были равны нулю.

$$R_x = \sum F_{kx} = 0\,,\ \ R_y = \sum F_{ky} = 0\,,\ \ M_O = \sum m_O(\overline{F_k}) = 0\,.$$

4) Уравнения равновесия для пространственной системы сил.

Для равновесия произвольной пространственной системы сил необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из трех координатных осей и суммы их моментов относительно этих осей были равны нулю:

1) $\sum F_{kx} = 0$, *2)* $\sum F_{ky} = 0$, *3)* $\sum F_{kz} = 0$;

4) $\sum m_x(\overline{F_k}) = 0$, *5)* $\sum m_y(\overline{F_k}) = 0$, *6)* $\sum m_z(\overline{F_k}) = 0$.

5) Координаты центра тяжести плоской фигуры.

Координаты центра тяжести для плоской фигуры:

$$x_C = \frac{1}{S}\sum s_k x_k\,,\ \ y_C = \frac{1}{S}\sum s_k y_k\,,$$

где S *– площадь всей пластины;* s_k *– площади ее частей. При этом точку С называют центром тяжести площади* S.

6) Скорость и ускорение точки при векторном и координатном способах задания её движения.

Векторный: $\overline{v} = \dfrac{d\overline{r}}{dt}$, $\overline{a} = \dfrac{d\overline{v}}{dt} = \dfrac{d^2\overline{r}}{dt^2}$.

Координатный: $v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$, $v_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}$, $v_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$; $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$.

$$a_x = \dot{v}_x = \ddot{x},\ a_y = \dot{v}_y = \ddot{y},\ a_z = \dot{v}_z = \ddot{z};\ a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}.$$

7) Поступательное движение твёрдого тела, его свойства.

Поступательным называется такое движение твердого тела, при котором любая прямая, проведенная в этом теле, перемещается, оставаясь параллельной своему начальному направлению.

При поступательном движении все точки тела описывают одинаковые (при наложении совпадающие) траектории и имеют в каждый момент времени одинаковые по модулю и направлению скорости и ускорения.

8) Скорости и ускорения точек вращающегося твёрдого тела.

Скорость точки: $v = h\omega$, *где* h *– расстояние точки от оси вращения,* ω *– угловая скорость вращения.*

Ускорение точки: $a_\tau = h\varepsilon$, $a_n = h\omega^2$; $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$ *или* $a = h\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$.

Касательная составляющая ускорения a_τ *направлена по касательной к траектории (в сторону движения при ускоренном вращении тела и в обратную сторону при замедленном); нормальная составляющая* a_n *всегда направлена по радиусу к оси вращения*

9) Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки.

Уравнения в декартовых прямоугольных координатах:

$$m\ddot{x} = \sum F_{kx},\ m\ddot{y} = \sum F_{ky},\ m\ddot{z} = \sum F_{kz}.$$

Уравнения в проекциях на оси естественного трехгранника:

$$ma_\tau = \sum F_{k\tau},\ ma_n = \sum F_{kn},\ ma_b = \sum F_{kb}.$$

Или

$$m\frac{d^2s}{dt^2} = \sum F_{k\tau},\ m\frac{v^2}{\rho} = \sum F_{kn},\ 0 = \sum F_{kb}.$$

10) Работа силы тяжести, трения.

Работа силы тяжести равна взятому со знаком плюс или минус произведению модуля силы на вертикальное перемещение точки ее приложения. Работа положительна, если начальная точка выше конечной, и отрицательна, если начальная точка ниже конечной: $A_G = \pm Gh$.

Если численно сила трения постоянна, то

$$A_{тр} = -F_{тр}s,\quad \text{где } s \text{ – перемещение точки.}$$

11) Теорема об изменении кинетической энергии точки.

Изменение кинетической энергии точки при некотором ее перемещении равно алгебраической сумме работ всех действующих на точку сил на том же перемещении: $\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \sum A_k$.

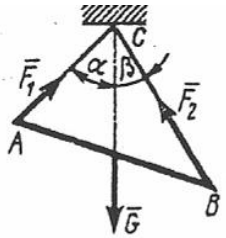
12) Дифференциальное уравнение вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси.

Дифференциальное уравнение вращения: $J_z \dfrac{d\omega}{dt} = J_z \dfrac{d^2\varphi}{dt^2} = J_z \varepsilon = M_z^e$.

Здесь J_z *– осевой момент инерции;* ε *– угловое ускорение;* M_z^e *– вращающий момент внешних сил.*

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

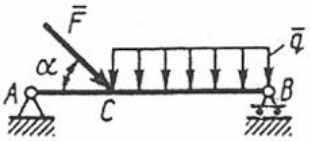
№ 1



Определить вес балки AB, если известны силы натяжения веревок $F_1 = 120$ Н и $F_2 = 80$ Н. Заданы углы $\alpha = 45°$ и $\beta = 30°$ между вертикалью и веревками AC и BC соответственно.

(154 Н)

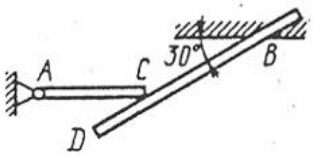
№ 2



На балку AB действуют распределенная нагрузка интенсивностью $q = 2$ Н/м и сила $F = 6$ Н Определить реакцию опоры B, если длина $AC = {}^1/_3\ AB$, угол $\alpha = 45°$. $AB = 3$ м.

(4,08 Н)

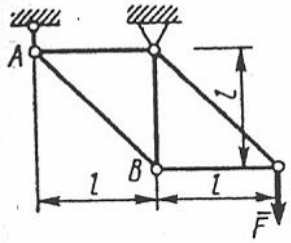
№ 3



Однородный горизонтальный стержень AC, вес которого равен 180 Н, свободно опирается в точке C на балку BD. Определить реакцию балки BD на стержень AC.

(104 Н)

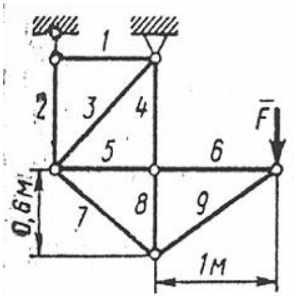
№ 4



Определить усилие в стержне AB. Сила $F = 300$ Н.

(-424 Н)

№5

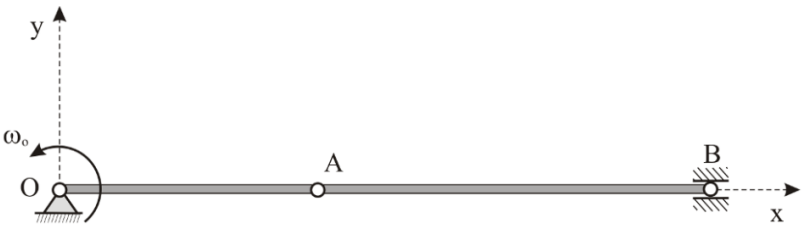


Определить усилие в стержне 5. Сила $F = 480$ Н.

(800 Н)

№ 6

Кривошип длины $OA = 2$ м имеет в данный момент времени угловую скорость $\omega_o = 4$ рад/с, $AB = 6$ м. Определить скорость ползуна B. **(0)**



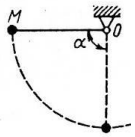
№ 7

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. **(257 Н)**

№ 8

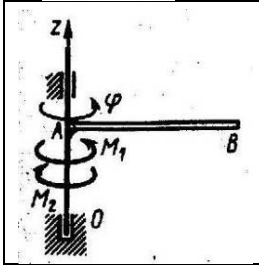
Материальная точка массой m = 900 кг движется по горизонтальной прямой под действием силы $F = 270t$ Н, которая направлена по той же прямой. Определить скорость точки в момент времени $t = 10$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 10$ м/с. **(25 м/с)**

№ 9



Материальная точка M массой m подвешена на нити длиной OM = 0,4 м, отведена на угол $\alpha = 90^0$ и отпущена без начальной скорости. Определить скорость точки в нижнем положении. **(2,8 м/с)**

№ 10



Однородный стержень, масса которого m = 2 кг и длина AB = 1 м, вращается вокруг оси Oz под действием пары сил с моментом M_1 и момента сил сопротивления M_2 = 12 Н·м по закону $\varphi = 3t^2$. Определить модуль момента M_1 приложенной пары сил в момент времени $t = 1$ с.

(16 Н·м)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

2 семестр

РГЗ №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 (рис. 0–9). На ферму действуют две силы, величины, направления и точки приложения которых указаны в таблице 2 (например, в условии № 2 на ферму действуют сила под углом 75^0 к горизонтальной оси, приложенная в точке K, и сила под углом 30^0 к горизонтальной оси, приложенная в точке E).

Определить опорные реакции в точках A и B, усилия в стержнях 1–8 методом вырезания узлов, и дополнительно в стержнях 5, 6, 7 – методом сквозных сечений (Риттера).

К заданию даётся 10 рисунков и таблица, содержащая дополнительные к тексту задачи условия. Студент во всех задачах выбирает номер рисунка по последней цифре номера своей зачётной книжки, а номер условия в таблице – по предпоследней. Например, если номер зачётной книжки оканчивается числом 57, то берутся рис.7 и условие №5 из таблицы для каждой из задач. Рисунки даны без соблюдения масштаба, на них все линии, параллельные

строкам, считаются горизонтальными, а перпендикулярные строкам – вертикальными.

Задание выполняется на листах формата А4. Вначале выполняется чертёж (можно карандашом) и записывается, что в задаче дано и что требуется определить (текст задачи не переписывается). Чертёж выполняется с учётом условий решаемого варианта задачи и должен быть аккуратным и наглядным; на нём все углы, действующие силы и их расположение на чертеже должны соответствовать этим условиям.

Рисунки

(*последняя цифра в номере зачетной книжки*)

Рис. 0

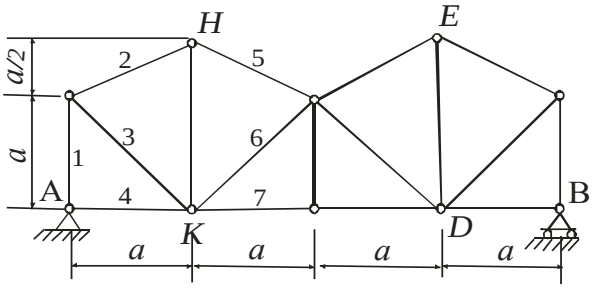


Рис. 1

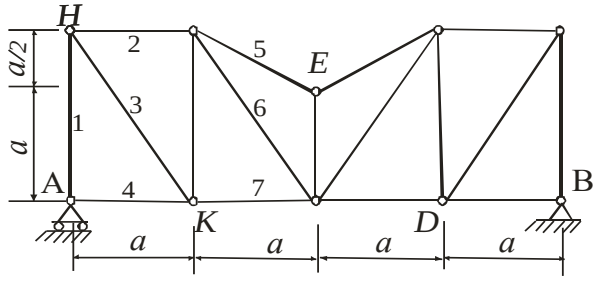


Рис. 2

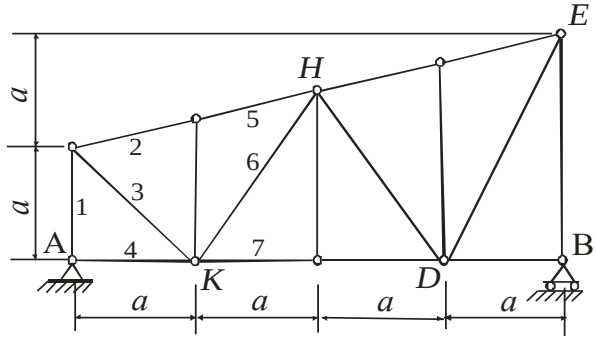


Рис. 3

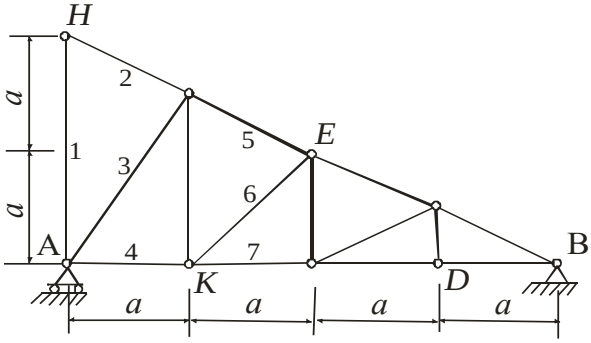


Рис. 4

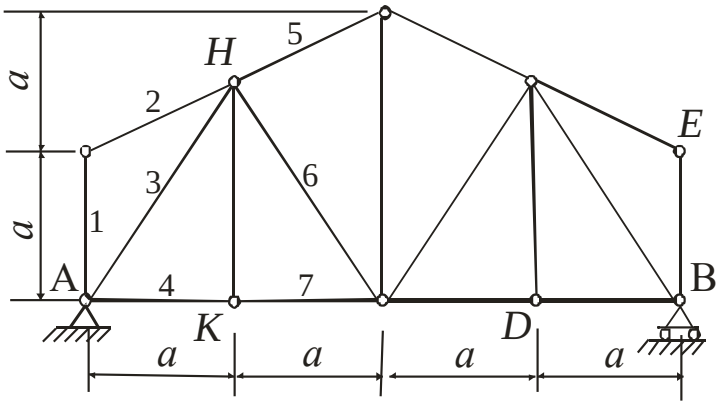


Рис. 5

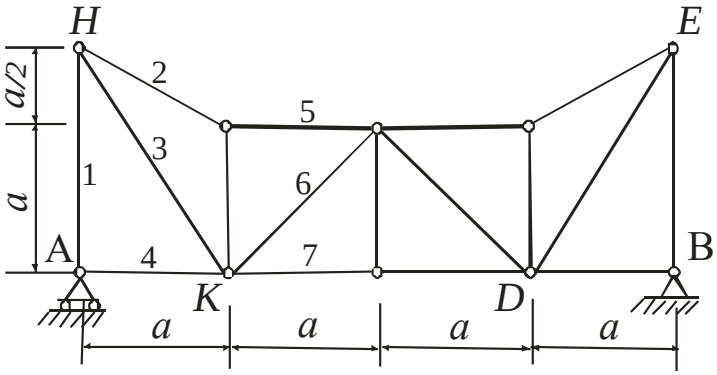


Рис. 6

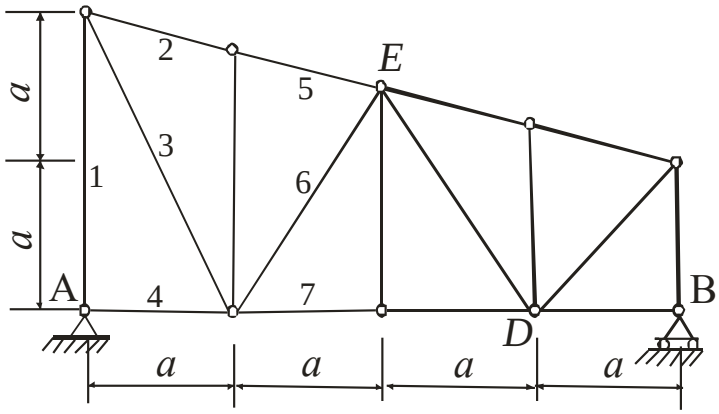


Рис. 7

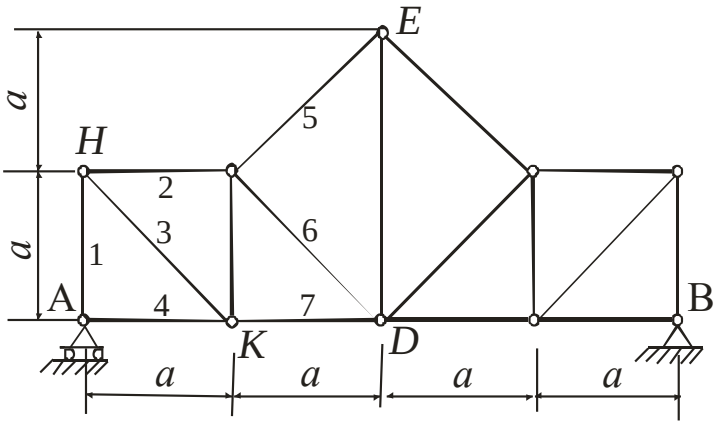


Рис. 8

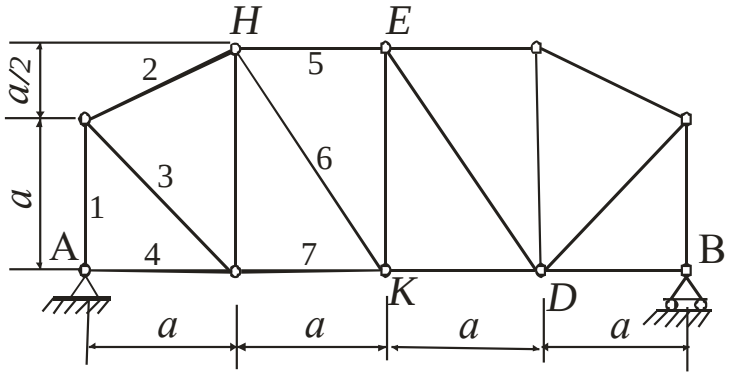
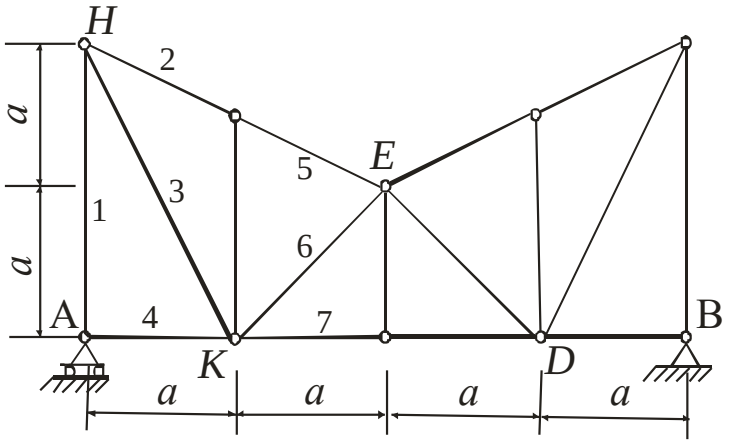


Рис. 9



Таблица

(*предпоследняя цифра в номере зачетной книжки*)

№ условия	Силы $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 10$ *кН*							
	$\overline{F}_1$, α_1		$\overline{F}_2$, α_2		α_3, $\overline{F}_3$		α_4, $\overline{F}_4$	
	Точка приложения	α_1	Точка приложения	α_2	Точка приложения	α_3	Точка приложения	α_4
0	*H*	*30*	-	-	-	-	*K*	*60*
1	-	-	*D*	*15*	*E*	*60*	-	-
2	*K*	*75*	-	-	-	-	*E*	*30*
3	-	-	*K*	*60*	*H*	*30*	-	-
4	*D*	*30*	-	-	-	-	*E*	*60*
5	-	-	*H*	*30*	-	-	*D*	*75*
6	*E*	*60*	-	-	*K*	*15*	-	-
7	-	-	*D*	*60*	-	-	*H*	*15*
8	*H*	*60*	-	-	*D*	*30*	-	-
9	-	-	*E*	*75*	*K*	*30*	-	-

Инструкция к пользованию программой для расчета фермы на ПЭВМ

Программу для проверки полученных результатов можно скачать на сайте http://vuz.exponenta.ru/ **(Download ⟶ Образование ⟶ Расчет плоской статически определимой балочной фермы),** нажав на «exe, Delphi».

1.В скачанной папке «Ферма 6» выбрать «ferm6» и нажать «Enter».

2.Ввести данные по своему варианту:

число панелей (N) – для данных ферм равно 4;

длина панелей (a) – задаётся одинаковая длина для каждой из панелей фермы;

ввод высот узлов нижнего пояса ($h1$) – все значения «0»;

ввод высот стоек ($h2$) – 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 (A) и шарнирно-подвижно (B) (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).

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

3.В файле «FERMA (текстовый документ)» находятся исходные данные для рассчитываемой фермы и результаты счета. Эти данные распечатать и приложить к РГЗ.

4.В файле «Truss (JPEG – рисунок)» сохраняется рисунок рассчитываемой фермы.

Примечание: При запуске при появлении окошка information «Нет файла tm.kod!» нажать «Ok».

3 семестр

РГЗ №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 С, 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 О), действует постоянная сила сопротивления (трения) $\vec{R}$. Участки оси сопрягаются в точке В 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 С (рис. 0, 1, 2, 6, 7) или в точке В (рис. 3, 4, 5, 8, 9).

Рисунки *(последняя цифра в номере зачетной книжки)*

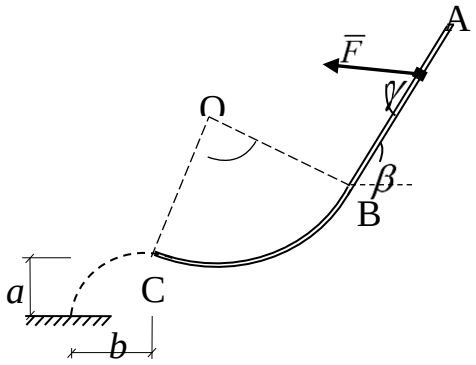


Рис. 0

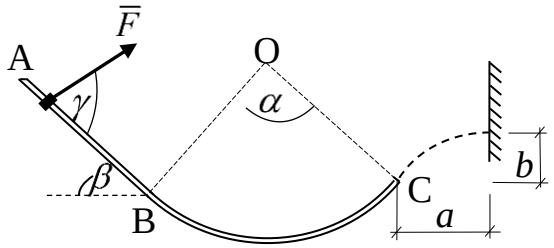


Рис. 1

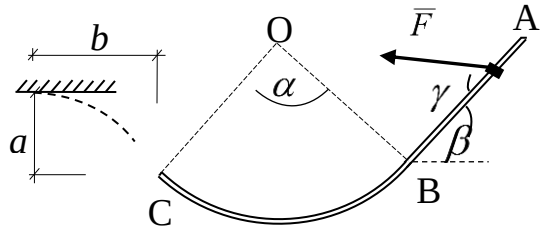


Рис. 2

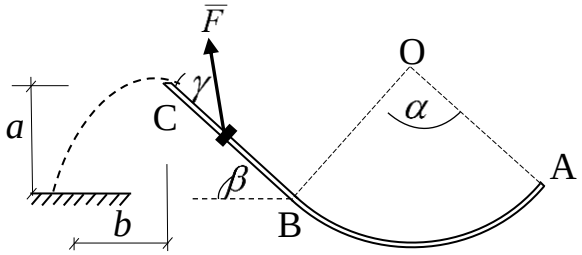


Рис. 3

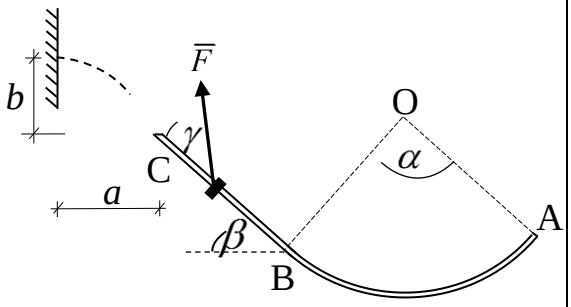


Рис. 4

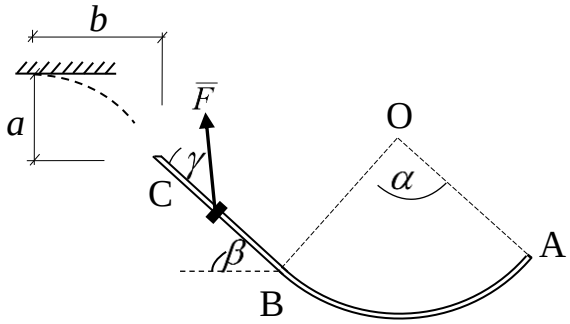


Рис. 5

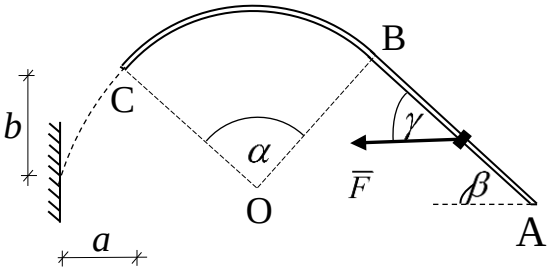


Рис. 6

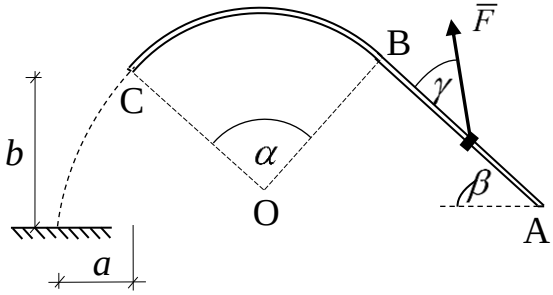


Рис. 7

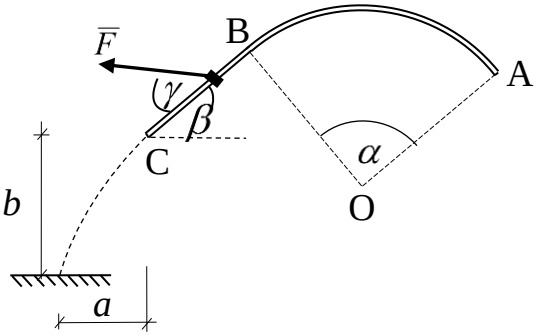


Рис. 8

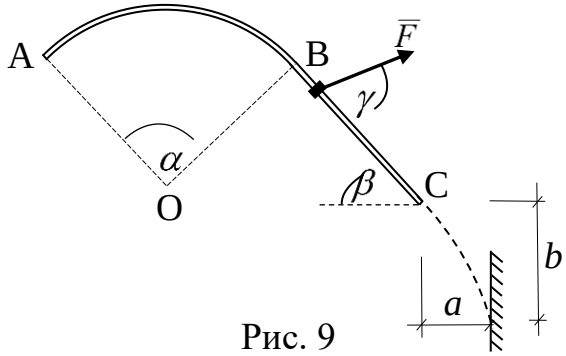


Рис. 9

Таблица

(предпоследняя цифра в номере зачетной книжки)

№ условия	F	R	v_0	α	β	γ	m	t_1	a
	Н	*Н*	*м/с*	*град*	*град*	*град*	*кг*	*с*	*м*
0	$3 \cdot t^2 + t$	5	15	60	45	60	0,5	4	5
1	$0{,}2\exp(t/4) + 4$	9	10	75	60	75	0,2	3	2
2	$21 + 3t^2$	13	12	45	30	45	0,9	2	7
3	$0{,}4\exp(t/2) + 4$	14	16	30	15	30	0,4	5	6
4	$3 + 6t^3$	10	14	90	75	15	0,3	3	9
5	$0{,}4\exp(t/5) + 4t$	7	11	60	30	60	0,6	4	8
6	$3 + 0{,}4 \cdot t^3$	11	17	45	15	30	0,8	3	4
7	$\pi t/3 + 0{,}6 \cdot t^3$	8	20	75	45	45	0,5	5	10
8	$2\pi t + 0{,}3 \cdot t^2$	6	14	60	45	15	0,4	3	6
9	$0{,}4\exp(t/2) + t$	15	13	90	60	75	0,3	6	3

7.2.4 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. Трение нити о цилиндрическую поверхность (формула Эйлера).
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. Вычисление главного вектора и главного момента пространственной системы сил.

22. Уравнения равновесия пространственной системы сил. Случай параллельных сил.
23. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду.
24. Центр тяжести твёрдого тела. Координаты центра тяжести для объёмных тел.
25. Координаты центра тяжести линии. Центр тяжести дуги окружности.
26. Координаты центра тяжести плоской фигуры. Центр тяжести треугольника, сектора круга.
27. Методы нахождения центра тяжести твёрдых тел. Статический момент площади плоской фигуры.

7.2.5 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.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

При проведении зачета, если в течение семестра студент решил стандартные задачи по всем пройденным темам, то проводится устный опрос по вопросам п.7.2.4. Для зачета должно быть не менее 60% верных ответов. Если имеются темы, по которым стандартные задачи по индивидуальным вариантам не решены, то эти задачи решаются до устного опроса.

При проведении экзамена обучающемуся предоставляется 80 минут на выполнение заданий в экзаменационном билете. Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 10 задач по темам, которые обучаемые отчитывали в течение всего курса теоретической механики в виде самостоятельного решения тестовых задач в аудитории, и 3 теоретических вопроса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае, если студент решил менее 5 задач и не ответил ни на один теоретический вопрос.

2. Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если студент решил 5-6 задач и верно ответил на 1 теоретический вопрос.

3. Оценка «хорошо» ставится в случае, если студент решил 7-8 задач и верно ответил на 2 теоретических вопроса.

4. Оценка «отлично» ставится в случае, если студент решил 9-10 задач и верно ответил на 3 теоретических вопроса.

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	Теоретические вопросы для зачета и экзаменационного билета.
2	Система сил, расположенных в одной плоскости.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы для зачета и экзаменационного билета. Стандартные

			задачи на практических занятиях и в экзаменационном билете; РГЗ № 1.
3	Произвольная система сил. Центр тяжести твердых тел.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы для зачета и экзаменационного билета. Стандартные задачи на практических занятиях.
4	Введение в кинематику. Кинематика точки.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы для экзаменационного билета.
5	Кинематика твердого тела.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы для экзаменационного билета. Стандартные задачи на практических занятиях и в экзаменационном билете.
6	Введение в динамику. Динамика точки.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы экзаменационного билета. Стандартные задачи на практических занятиях и в экзаменационном билете.
7	Общие теоремы динамики механической системы. Динамика твердого тела.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы экзаменационного билета. Стандартные задачи на практических занятиях и в экзаменационном билете; РГЗ № 2.
8	Принципы механики.	ОПК-1, ОПК-3	Теоретические вопросы экзаменационного билета. Контрольная работа.

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

Решение стандартных 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 РГЗ обучающийся «защищает» работу, решая в присутствии преподавателя короткие тестовые задачи и отвечая на теоретические вопросы по данной теме.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для втузов.
– 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 415 с. (242 экз.);
– 11-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 1995. – 415 с. (107 экз.);
– 12-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 1998, 2002. – 415 с. (12 экз.);
– 13-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 415 с. (1 экз.);
– 14-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с. (1 экз.);
– 15-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2005. – 415 с. (85 экз.);
– 16-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2006. – 415 с. (1 экз.);
– 17-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 415 с. (1 экз.);
– 18-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 416 с. (223 экз.);
– 20-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2010. – 416 с. (1 экз.)

Режим доступа: основное книгохранилище, ул. 20-летия Октября, 84, корп. 5, к. 5104.

2. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: Учеб. пособие. – 52-е изд., стер. / Под ред. В.А. Пальмова, Д.Р. Меркина. – СПб.: издательство «Лань», 2019. – 448 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

Режим доступа: ЭБС «Лань».

3. Теоретическая механика. Расчетно-графические задания: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения / сост.: В. А. Козлов, В. В. Волков, В. Н. Горячев, М. Г. Ордян, под общей ред. В.А. Козлова; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. – 107 с. (300 экз.)

Режим доступа: основное книгохранилище, ул. 20-летия Октября, 84, корп. 5, к. 5104.

Электронный код доступа: http://www.iprbookshop.ru/93296.html

4. Сборник коротких задач по теоретической механике: учеб. пособие / Под

ред. О.Э. Кепе. – 7-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2020. – 368 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

Режим доступа: ЭБС «Лань».

5. Бать М.И., Джанилидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1. Статика и кинематика: учеб. пособие. 12-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2021. – 672 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

Режим доступа: ЭБС «Лань».

6. Бать М.И., Джанилидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2. Динамика: учеб. пособие. 10-е изд., стер. – СПб.: издательство «Лань», 2021. – 640 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

Режим доступа: ЭБС «Лань».

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

Перечень лицензионного программного обеспечения: Internet Explorer, Microsoft Word, для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader для Windows и DjVuBrowserPlugin.

Для работы в сети рекомендуется использовать сайты (базы данных, информационно-справочные и поисковые системы):

1. http://elibrary.ru
2. http://www.knigafund.ru
3. http://www.fepo.ru
4. http://encycl.yandex.ru (энциклопедии и словари).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий требуется поточная аудитория на 2 группы с доской и оснащенная 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 ученическую 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 задания.

В качестве основной используется традиционная технология изучения материала, предполагающая живое общение преподавателя и студента на лекционных и практических занятиях.

В процессе самостоятельной работы студент закрепляет полученные знания и навыки, выполняя домашние задания по каждой теме модуля. Изучение статики и динамики сопровождается выполнением соответствующего расчетно-графического задания (РГЗ). При защите выполненного РГЗ студент должен продемонстрировать как знание теоретических вопросов данного блока, так и навыки решения соответствующих задач. Выполнение самостоятельных работ и защита РГЗ являются формой текущего контроля знаний по данному разделу.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета статического и динамического расчета конструкций и их элементов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории. 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 задач.

В качестве промежуточного контроля знаний по курсу теоретической механики в третьем семестре для очной формы обучения и в четвертом семестре для заочной формы предусмотрены экзамены по билетам, содержащим стандартные задачи и теоретические вопросы по изученным разделам пройденного курса.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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 удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Практическое занятие	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Решение задач по рассматриваемой теме из рекомендуемого задачника, решение стандартных задач по индивидуальным вариантам. Выполнение примерного варианта расчетно-графических заданий.
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 обучаемых, их креативные качества, формирование общепрофессиональных компетенций. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - решение задач домашнего задания; - выполнение расчетно-графических заданий аналогично разобранным на практических занятиях примерам; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях. Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.