

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФМАТ  В.И. Ряжских  
« 01 » сентября 2021



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины**

**«Теоретическая механика авиационных конструкций»**

Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Специализация № 1 Самолетостроение

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м. / 6 лет

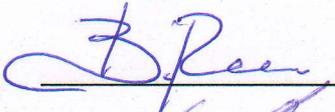
Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2021

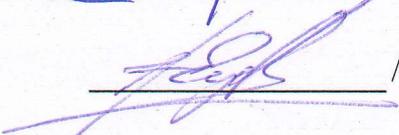
Автор программы

 / Переславцева Н.С. /

Заведующий кафедрой  
прикладной математики и  
механики

 / Ряжских В.И. /

Руководитель ОПОП

 / Некравцев Е.Н. /

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

- овладение основами научного мышления;
- овладение понятиями механического движения вещественных форм материи;
- овладение методами, понятиями, моделями и законами теоретической механики применительно к задачам проектирования элементов оборудования.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- усвоить фундаментальные понятия, законы и теории теоретической механики;
- овладеть методами исследования; приемами и методами решения теоретической механики;
- освоить методы решения конкретных задач из различных областей статики, кинематики и динамики;
- приобрести навыки умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;
- приобрести навыки проектирования элементов оборудования – конструктивно-силовых схем агрегатов самолетов и их узлов;
- приобрести навыки рационального выбора расчетных моделей механических систем в конкретной предметной области.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

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

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-1 – Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

ОПК-7 – Способен критически и системно анализировать достижения авиационной отрасли и способы их применения в профессиональном контексте

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать основные законы классической механики; теорию и методы расчета кинематических параметров движения механизмов; методы решения статически определенных задач, связанных с расчетом сил взаимодействия материальных

	объектов
	<b>Уметь</b> строить математические модели механических явлений и процессов; решать типовые прикладные задачи механики; анализировать и применять знания по теоретической механике при решении конкретных практических задач, моделирующих процессы и состояния объектов, изучаемых в специальных дисциплинах, для теоретического и экспериментального исследования
	<b>Владеть</b> методами теоретического исследования механических явлений и процессов
ОПК-7	<b>Знать</b> теорию и методы решения задач динамики на базе основных законов и общих теорем ньютоновской механики, принципов аналитической механики и теории малых колебаний; сведения по теоретической механике, необходимые для применения в конкретной предметной области при разработке конструктивно-силовых схем агрегатов самолетов и их узлов
	<b>Уметь</b> использовать математические и физические модели для расчета характеристик деталей и узлов в самолетостроении
	<b>Владеть</b> методами расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств, в том числе с применением ЭВМ

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теоретическая механика авиационных конструкций» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации – зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108

зач.ед.	3	3
---------	---	---

### очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
<b>Контрольная работа</b>	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	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.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Кинематика	<p><b>Введение.</b> Предмет и основные исторические этапы развития теоретической механики (ТМ), ТМ как фундаментальная теоретическая база областей современной техники, значение ТМ.</p> <p><b>Кинематика точки.</b> Пространство и время в ТМ. Относительность механического движения. Системы отсчета. Способы задания движения точки в пространстве. Определение основных кинематических характеристик (траектории, скорости, ускорения) при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Классификация движения точки по ускорениям. <u>Самостоятельное изучение (СИ):</u> скорость и ускорение точки в цилиндрических и сферических координатах.</p> <p><b>Кинематика твердого тела.</b> Задачи кинематики твердого тела, понятие о степенях свободы. Теорема о проекциях скоростей. Простейшие виды движения твердого тела. Поступательное движение тела. Вращательное движение тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Векторная формула</p>	4	4	9	10	27

		<p>Эйлера. Передачи.</p> <p><b>Сложное движение точки.</b> Относительное и переносное движения. Формула Бура. Теоремы сложения скоростей и ускорений. Механический смысл ускорения Кориолиса, правило Жуковского.</p> <p><b>Плоскопараллельное движение твердого тела.</b> Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Закон и кинематические характеристики плоского движения. Векторные формулы для определения скоростей и ускорений точек плоского тела. Первая интерпретация плоского движения как суперпозиции поступательного и вращательного движений. <u>СИ:</u> кинематика кулисных механизмов.</p> <p>Мгновенный центр скоростей плоской фигуры (МЦС), его свойства, способы нахождения. Вторая интерпретация плоского движения. Мгновенный центр ускорений (МЦУ). <u>СИ:</u> Графическое определение скоростей и ускорений точек плоской фигуры.</p> <p><b>Общий случай движения свободного твердого тела.</b> Сферическое движение вокруг неподвижной точки. Углы Эйлера. Уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки. Разложение пространственного движения на поступательное движение вместе с полюсом и движение вокруг полюса. Определение скоростей и ускорений точек свободного твердого тела.</p> <p><u>СИ:</u> Сложное движение твердого тела. Сложение движений вокруг параллельных осей. Метод Виллиса.</p>					
2	Статика	<p><b>Аксиомы статики.</b> Исходные положения статики. Основные виды связей. <b>Системы сходящихся сил.</b> Равнодействующая сходящихся сил, условия равновесия. Геометрические и аналитические способы сложения сил. <b>Моменты силы.</b> Моменты силы как характеристики вращательного действия силы. Алгебраический, векторный моменты силы относительно центра, момент силы относительно оси. <u>СИ:</u> следствия аксиом – теорема о трех силах; сила – скользящий вектор</p> <p><b>Пара сил.</b> Определение пары, векторный момент пары. Теоремы о парах. Вращающий момент как первичное силовое воздействие.</p> <p><b>Основная теорема статики.</b> Приведение произвольной силы к заданному центру. Теорема Пуансо. Главный вектор и главный момент системы сил. Приведение системы сил к простейшему виду.</p> <p><b>Условия равновесия произвольной системы сил.</b> Векторные и скалярные условия равновесия произвольной</p>	4	4	9	10	27

		<p>системы сил. Частные случаи систем сил и условий равновесия. Статически определяемые и неопределяемые задачи. Плоская система сил. Три формы условий равновесия. Равновесие составной конструкции. <b>СИ: Равновесие при наличии сил трения:</b> трение качения и трение скольжения, законы, угол и конус трения. Трение качения, коэффициент трения качения.</p> <p><b>Пространственная система сил.</b> Аналитические условия равновесия. Некоторые виды пространственных связей. <b>Методы расчета плоских и пространственных задач статики.</b> <b>СИ:</b> Центр параллельных сил и центр масс фигур.</p>					
3	Динамика	<p><b>Динамика точки.</b> Классические законы Галилея-Ньютона (аксиомы динамики). Инерциальные системы отсчета. Дифференциальные уравнения движения точки. Начальные условия и их механический смысл. Динамика несвободной точки. <b>Динамика точки переменной массы.</b> Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.</p> <p><b>Относительное движение точки.</b> Переносная и кориолисова сила инерции. Неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности классической механики. <b>СИ:</b> Движение точки в системе координат, равномерно вращающейся вокруг неподвижной оси. Движение точки относительно Земли.</p> <p><b>Динамика механической системы и твердого тела.</b> Внутренние силы и их основное свойство. Геометрия масс. Центр масс и моменты инерции как характеристики распределения масс механической системы. Суммарные меры движения механических систем: количество движения, кинетический момент, кинетическая энергия. <b>СИ:</b> моменты инерции простейших тел.</p> <p><b>Теорема об изменении количества движения.</b> Вывод теоремы в дифференциальной и интегральной формах. Следствия теоремы: закон сохранения и теорема о движении центра масс.</p> <p><b>Теорема об изменении кинетического момента.</b> Кинетический момент точки и системы относительно центра и оси. Кинетический момент тела при вращении. Вывод теоремы. Закон сохранения кинетического момента.</p> <p><b>Теорема об изменении кинетической энергии.</b> Кинетическая энергия механической системы и твердого тела в частных случаях его движения. Элементарная и полная работа силы. Мощность. Работа силы, приложенной к вращающемуся телу. Работа вращающего</p>	4	4		19	27

		<p>момента. Вывод теоремы. Следствия и примеры применения. <u>СИ</u>: примеры вычисления работ сил.</p> <p><b>Общая формулировка теорем динамики.</b> Дифференциальные уравнения движения твердых тел.</p> <p><b>Принцип Даламбера.</b> Главный вектор и главный момент сил инерции.</p> <p><b>Реакции при вращении тела вокруг неподвижной оси</b> (динамические реакции опор, статическая и динамическая уравновешенность, понятие о балансировке тела). <u>СИ</u>: Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.</p>					
4	Аналитическая механика	<p><b>Классификация связей.</b> Понятие о варьировании координат точки. Виртуальные (возможные) перемещения системы. Виртуальная работа. Идеальные связи. <b>Принцип виртуальных перемещений Лагранжа (ПВП).</b> Формулировка ПВП. Обобщенные координаты, скорости и силы.</p> <p><b>Принцип Даламбера- Лагранжа (ПДЛ).</b> ПДЛ как объединение принципа Даламбера и ПВП. Обобщенные активные силы и обобщенные силы инерции. Общее уравнение динамики.</p> <p><b>Уравнения Лагранжа второго рода.</b> Тождества Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа, их структура, алгоритм составления. Уравнения Лагранжа в случае потенциальных сил. Функция Лагранжа.</p> <p><b>Теория колебаний.</b> Устойчивость положения равновесия механических систем. Критерии устойчивости. Малые колебания системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Приведенные коэффициенты инертности и жесткости системы. <u>СИ</u>: математический и физический маятник.</p> <p><b>Колебания систем с двумя степенями свободы.</b> Случай малых свободных колебаний и линеаризация уравнений. Собственные частоты и коэффициенты форм. Поведение собственных частот при изменении жесткостных или инерционных характеристик. <u>СИ</u>: Двойной физический маятник.</p> <p><b>Общие концепции вариационных принципов механики.</b> Анализ и сравнение различных подходов к исследованию движения механических систем.</p> <p><u>СИ</u>: <b>Элементы теории удара.</b> Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Теорема об изменении количества движения при ударе. Упругий и неупругий удары. Коэффициент восстановления и его опытное определение. Прямой центральный</p>	6	6		15	27

	удар. Теорема Карно.					
Итого		18	18	18	54	108

### очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Кинематика	<p><b>Введение.</b> Предмет и основные исторические этапы развития теоретической механики (ТМ), ТМ как фундаментальная теоретическая база областей современной техники, значение ТМ.</p> <p><b>Кинематика точки.</b> Пространство и время в ТМ. Относительность механического движения. Системы отсчета. Способы задания движения точки в пространстве. Определение основных кинематических характеристик (траектории, скорости, ускорения) при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Классификация движения точки по ускорениям. Скорость и ускорение точки в цилиндрических и сферических координатах.</p> <p><b>Кинематика твердого тела.</b> Задачи кинематики твердого тела, понятие о степенях свободы. Теорема о проекциях скоростей. Простейшие виды движения твердого тела. Поступательное движение тела. Вращательное движение тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Векторная формула Эйлера. Передачи.</p> <p><b>Сложное движение точки.</b> Относительное и переносное движения. Формула Бура. Теоремы сложения скоростей и ускорений. Механический смысл ускорения Кориолиса, правило Жуковского.</p> <p><b>Плоскопараллельное движение твердого тела.</b> Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Закон и кинематические характеристики плоского движения. Векторные формулы для определения скоростей и ускорений точек плоского тела. Первая интерпретация плоского движения как суперпозиции поступательного и вращательного движений. Кинематика кулисных механизмов.</p> <p>Мгновенный центр скоростей плоской фигуры (МЦС), его свойства, способы нахождения. Вторая интерпретация плоского движения. Мгновенный центр ускорений (МЦУ). Графическое определение скоростей и ускорений точек плоской фигуры.</p> <p><b>Общий случай движения свободного твердого тела.</b> Сферическое движение вокруг неподвижной точки. Углы Эйлера. Уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки. Разложение пространственного движения на поступательное движение вместе с</p>	2	2	8	15	27

		<p>полюсом и движение вокруг полюса. Определение скоростей и ускорений точек свободного твердого тела.</p> <p><b>Сложное движение твердого тела.</b> Сложение движений вокруг параллельных осей. Метод Виллиса.</p>					
2	Статика	<p><b>Аксиомы статики.</b> Исходные положения статики. Основные виды связей. <b>Системы сходящихся сил.</b> Равнодействующая сходящихся сил, условия равновесия. Геометрические и аналитические способы сложения сил. <b>Моменты силы.</b> Моменты силы как характеристики вращательного действия силы. Алгебраический, векторный моменты силы относительно центра, момент силы относительно оси. Следствия аксиом – теорема о трех силах; сила – скользящий вектор</p> <p><b>Пара сил.</b> Определение пары, векторный момент пары. Теоремы о парах. Вращающий момент как первичное силовое воздействие.</p> <p><b>Основная теорема статики.</b> Приведение произвольной силы к заданному центру. Теорема Пуансо. Главный вектор и главный момент системы сил. Приведение системы сил к простейшему виду. <b>Условия равновесия произвольной системы сил.</b> Векторные и скалярные условия равновесия произвольной системы сил. Частные случаи систем сил и условий равновесия. Статически определимые и неопределимые задачи. Плоская система сил. Три формы условий равновесия. Равновесие составной конструкции. <b>Равновесие при наличии сил трения:</b> трение качения и трение скольжения, законы, угол и конус трения. Трение качения, коэффициент трения качения.</p> <p><b>Пространственная система сил.</b> Аналитические условия равновесия. Некоторые виды пространственных связей. <b>Методы расчета плоских и пространственных задач статики.</b> Центр параллельных сил и центр масс фигур.</p>	2	2	4	19	27
3	Динамика	<p><b>Динамика точки.</b> Классические законы Галилея-Ньютона (аксиомы динамики). Инерциальные системы отсчета. Дифференциальные уравнения движения точки. Начальные условия и их механический смысл. Динамика несвободной точки. <b>Динамика точки переменной массы.</b> Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.</p> <p><b>Относительное движение точки.</b> Переносная и кориолисова сила инерции. Неинерциальные системы отсчета. Принцип относительности классической механики. Движение точки в системе координат, равномерно вращающейся вокруг неподвижной оси. Движение точки относительно Земли.</p> <p><b>Динамика механической системы и</b></p>	4	4		19	27

		<p><b>твердого тела.</b> Внутренние силы и их основное свойство. Геометрия масс. Центр масс и моменты инерции как характеристики распределения масс механической системы. Суммарные меры движения механических систем: количество движения, кинетический момент, кинетическая энергия. Моменты инерции простейших тел.</p> <p><b>Теорема об изменении количества движения.</b> Вывод теоремы в дифференциальной и интегральной формах. Следствия теоремы: закон сохранения и теорема о движении центра масс.</p> <p><b>Теорема об изменении кинетического момента.</b> Кинетический момент точки и системы относительно центра и оси. Кинетический момент тела при вращении. Вывод теоремы. Закон сохранения кинетического момента.</p> <p><b>Теорема об изменении кинетической энергии.</b> Кинетическая энергия механической системы и твердого тела в частных случаях его движения. Элементарная и полная работа силы. Мощность. Работа силы, приложенной к вращающемуся телу. Работа вращающего момента. Вывод теоремы. Следствия и примеры применения. Примеры вычисления работ сил.</p> <p><b>Общая формулировка теорем динамики.</b> Дифференциальные уравнения движения твердых тел. <b>Принцип Даламбера.</b> Главный вектор и главный момент сил инерции.</p> <p><b>Реакции при вращении тела вокруг неподвижной оси</b> (динамические реакции опор, статическая и динамическая уравновешенность, понятие о балансировке тела). Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.</p>					
4	Аналитическая механика	<p><b>Классификация связей.</b> Понятие о варьировании координат точки. Виртуальные (возможные) перемещения системы. Виртуальная работа. Идеальные связи. <b>Принцип виртуальных перемещений Лагранжа (ПВП).</b> Формулировка ПВП. Обобщенные координаты, скорости и силы.</p> <p><b>Принцип Даламбера- Лагранжа (ПДЛ).</b> ПДЛ как объединение принципа Даламбера и ПВП. Обобщенные активные силы и обобщенные силы инерции. Общее уравнение динамики.</p> <p><b>Уравнения Лагранжа второго рода.</b> Тождества Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа, их структура, алгоритм составления. Уравнения Лагранжа в случае потенциальных сил. Функция Лагранжа.</p> <p><b>Теория колебаний.</b> Устойчивость положения равновесия механических систем. Критерии устойчивости. Малье</p>	4	4		19	27

	<p>колебания системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Приведенные коэффициенты инертности и жесткости системы. Математический и физический маятник.</p> <p><b>Колебания систем с двумя степенями свободы.</b> Случай малых свободных колебаний и линеаризация уравнений. Собственные частоты и коэффициенты форм. Поведение собственных частот при изменении жесткостных или инерционных характеристик. Двойной физической маятник.</p> <p><b>Общие концепции вариационных принципов механики.</b> Анализ и сравнение различных подходов к исследованию движения механических систем.</p> <p><b>Элементы теории удара.</b> Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Теорема об изменении количества движения при ударе. Упругий и неупругий удары. Коэффициент восстановления и его опытное определение. Прямой центральный удар. Теорема Карно.</p>					
<b>Итого</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

### очная форма обучения

1. Определение кинематических характеристик при сложном движении точки.
2. Определение кинематических характеристик плоского механизма графоаналитическими методами (план скоростей, план ускорений).
3. Определение центра масс плоского сечения, составленного из стандартных профилей.
4. Приведение системы сил к простейшему виду.

### очно-заочная форма обучения

1. Определение кинематических характеристик при сложном движении точки.
2. Определение кинематических характеристик плоского механизма графоаналитическими методами (план скоростей, план ускорений).
3. Определение центра масс плоского сечения, составленного из стандартных профилей.

## 5.3 Перечень практических работ

### очная форма обучения

1. Кинематика точки. Определение кинематических характеристик по заданному закону движения точки. Определение скоростей и ускорения точек тела при поступательном и вращательном движениях, передачи.
2. Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек кривошипно-шатунных механизмов с помощью МЦС и векторных формул сложения скоростей и ускорений.
3. Равновесие тела под действием произвольной плоской системы сил. Определение реакций опор.
4. Расчет сочлененных конструкций. Различные виды соединений.

Определение реакций закреплений пространственной конструкции (плит и валов).

5. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки, находящейся под действием постоянных сил и сил, зависящих от времени/перемещения/скорости.

6. Исследование движения механизмов с одной степенью свободы с помощью теоремы об изменении кинетической энергии.

7. Определение динамических реакций подшипников при вращении вала вокруг неподвижной оси.

8. Принцип виртуальных перемещений. Изучение равновесия механизма с помощью ПВП. Определение реакций опор с использованием ПВП.

9. Уравнения Лагранжа как универсальный алгоритм получения дифференциальных уравнений движения механических систем.

#### **очно-заочная форма обучения**

1. Плоскопараллельное движение твердого тела. Кинематический анализ многозвенного механизма. Аналитические и графические методы.

2. Расчет сочлененных конструкций. Различные виды соединений. Определение реакций опор.

3. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки, находящейся под действием постоянных сил и сил, зависящих от времени/перемещения/скорости.

4. Исследование движения механизмов с одной степенью свободы с помощью теоремы об изменении кинетической энергии.

5. Изучение равновесия механизма с помощью ПВП.

6. Уравнения Лагранжа как универсальный алгоритм получения дифференциальных уравнений движения механических систем.

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

#### **6.1 Курсовое проектирование**

Курсовые проекты (работы) не предусмотрены в учебном плане.

#### **6.2 Контрольные работы**

Предусмотрено выполнение контрольной работы обучающихся на очно-заочной форме по теме «Решение задач теоретической механики»

### **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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОК-7	<p><b>Знать</b> основные законы классической механики; теорию и методы расчета кинематических параметров движения механизмов; методы решения статически определенных задач, связанных с расчетом сил взаимодействия материальных объектов</p>	<p>Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>
	<p><b>Уметь</b> строить математические модели механических явлений и процессов; решать типовые прикладные задачи механики; анализировать и применять знания по теоретической механике при решении конкретных практических задач, моделирующих процессы и состояния объектов, изучаемых в специальных дисциплинах, для теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>Активная работа на лабораторных работах</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>
	<p><b>Владеть</b> методами теоретического исследования механических явлений и процессов</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение курсовой работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>
ОПК-6	<p><b>Знать</b> теорию и методы решения задач динамики на базе основных законов и общих теорем ньютоновской механики, принципов аналитической механики и теории малых колебаний; сведения по теоретической механике, необходимые для применения в конкретной предметной области при разработке конструктивно-силовых схем агрегатов самолетов и их узлов</p>	<p>Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>
	<p><b>Уметь</b> использовать математические и физические модели для расчета характеристик деталей и узлов в самолетостроении</p>	<p>Активная работа на лабораторных работах</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</p>
	<p><b>Владеть</b> методами расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение курсовой</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей</p>

	использованием стандартных средств, в том числе с применением ЭВМ	работы	программе	программе
--	---	--------	-----------	-----------

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются по двухбалльной системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	<b>Знать</b> основные законы классической механики; теорию и методы расчета кинематических параметров движения механизмов; методы решения статически определенных задач, связанных с расчетом сил взаимодействия материальных объектов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<b>Уметь</b> строить математические модели механических явлений и процессов; решать типовые прикладные задачи механики; анализировать и применять знания по теоретической механике при решении конкретных практических задач, моделирующих процессы и состояния объектов, изучаемых в специальных дисциплинах, для теоретического и экспериментального исследования	Решение стандартных практически x задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>Владеть</b> методами теоретического исследования механических явлений и процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-7	<b>Знать</b> теорию и методы решения задач динамики на базе основных законов и общих теорем ньютоновской механики, принципов аналитической механики и теории малых колебаний; сведения по теоретической механике, необходимые для применения в	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

конкретной предметной области при разработке конструктивно-силовых схем агрегатов самолетов и их узлов			
<b>Уметь</b> использовать математические и физические модели для расчета характеристик деталей и узлов в самолетостроении	Решение стандартных практически x задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
<b>Владеть</b> методами расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств, в том числе с применением ЭВМ	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

**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**  
Тест охватывает материал всего курса и состоит из четырех частей:

**Пример типового задания Теста № 1 «Статика»**

1. Условия равновесия системы сходящихся сил имеют вид

- a)  $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0; \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0; \sum_{i=1}^n F_{iz} = 0$
- b)  $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0, \sum_{i=1}^n M_f(\bar{F}_i) = 0$
- c)  $\sum_{i=1}^n F_{iz} = \sum_{i=1}^n F_i = 0, \sum_{i=1}^n M_x(\bar{F}_i) = 0, \sum_{i=1}^n M_y(\bar{F}_i) = 0$
- d)  $\sum_{i=1}^n F_i = 0, \sum_{i=1}^n M_f(\bar{F}_i) = 0$
- e)  $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0$

2. Сила реакции  $Y_A$  равна:

- a) 1 кН
- b) 1,7 кН
- c) 6,7 кН
- d) 0
- e) -1,7 кН

3. Алгебраический момент силы относительно оси  $z$  равен:

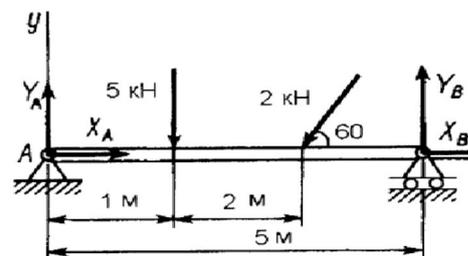
- a)  $\pm Fh$
- b)  $\bar{r} \times \bar{F}$
- c)  $yF_z - zF_y$
- d)  $zF_x - xF_z$
- e)  $xF_y - yF_x$

4. Теорема о сумме моментов сил пары имеет вид

- a)  $\bar{M}_0(\bar{F}_1) - \bar{M}_0(\bar{F}_2) = \bar{M}(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- b)  $\bar{M}_0(\bar{F}_1) + \bar{M}_0(\bar{F}_2) = \bar{M}(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- c)  $M_0(\bar{F}_1) + M_0(\bar{F}_2) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- d)  $M_0(\bar{F}_1) - M_0(\bar{F}_2) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- e)  $M_0(\bar{R}) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$

5. Теорема Вариньона относительно оси имеет вид:

- a)  $\bar{M}_f(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n \bar{M}_f(\bar{F}_i)$
- b)  $M_f(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n M_f(\bar{F}_i)$
- c)  $M_z(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n \bar{M}_z(\bar{F}_i)$
- d)  $\bar{M}_z(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n \bar{M}_z(\bar{F}_i)$
- e)  $\bar{M}_z(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n M_z(\bar{F}_i)$



**Пример типового задания Теста № 2 «Кинематика»**

1. Бинормальное ускорение точки равно:
  - a)  $\dot{x}\bar{i} + \dot{y}\bar{j} + \dot{z}\bar{k}$
  - b)  $\ddot{x}\bar{i} + \ddot{y}\bar{j} + \ddot{z}\bar{k}$
  - c)  $\ddot{s}$
  - d) 0
  - e)  $\frac{v^2}{\rho}$
2. Для задания поступательного движения тела достаточно знать:
  - a)  $x = f_1(t), y = f_2(t), z = f_3(t)$
  - b)  $\varphi = f(t)$
  - c)  $x = f_1(t), y = f_2(t), \varphi = f(t)$
  - d)  $y = f_2(t), z = f_3(t)$
  - e)  $z = f_3(t), y = f_2(t), \varphi = f(t)$
3. Абсолютным движением называется:
  - a) движение точки относительно подвижной системы отсчета
  - b) движение точки относительно неподвижной системы отсчета
  - c) движение точки относительно тела отсчета
  - d) движение подвижной системы отсчета относительно неподвижной
  - e) движение точки в собственной системе отсчета
4. МЦС это:
  - a) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если  $\omega \neq 0$ , скорость которой равна нулю
  - b) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если  $\omega \neq 0$ , ускорение которой равно нулю
  - c) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если  $\omega \neq 0$  и  $\varepsilon \neq 0$ , скорость которой равна нулю
  - d) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если  $\omega \neq 0$  и  $\varepsilon \neq 0$ , ускорение которой равно нулю
  - e) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, скорость и ускорение которой равны нулю
5.  $\omega_e = 5 \text{ c}^{-1}, h_e = 1,5 \text{ м}, s_r = 4 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) \text{ м}, \left(\bar{\omega}_e, \hat{\bar{v}}_r\right) = 30, t_1 = 1 \text{ с}$ . Ускорение Кориолиса равно:
  - a) 1,05
  - b) 7,5
  - c) 37,5
  - d) 5,25
  - e) -0,95

**Пример типового задания Теста № 3 «Динамика»**

1.  $m = 2 \text{ кг}, x = 4t \text{ м}, y = 5 \sin(3t) \text{ м}, z = 0.2e^{-0.1t} \text{ м}, t_1 = 1 \text{ с}$ .  $F_x$  равна:
  - a) 0
  - b) 15

- c) 0,18  
d) -0,018  
e) 30
2. Для прямоугольной пластины:
- a)  $J_{Oz} = \frac{Ml^2}{3}$   
b)  $J_{Iz} = M \left( \frac{h^2}{12} + \frac{l^2}{3} \right)$   
c)  $J_{Oz} = MR^2$   
d)  $J_{Oz} = M \frac{R^2}{2}$   
e)  $J_{Oz} = \frac{3}{2} MR^2$
3. Кинетическим моментом точки относительно какого-либо центра называют:
- a) половину произведения массы точки на квадрат ее скорости  
b) момент количества движения точки относительно этого центра  
c) вектор, равный произведению массы точки на ее скорость  
d) произведение силы на скорость точки  
e) произведение массы точки на ускорение
4. Уравнения Лагранжа имеют вид:
- a)  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$   
b)  $\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$   
c)  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, N$   
d)  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n$   
e)  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$
5. Уравнения свободных колебаний точки имеют вид:
- a)  $q = \sqrt{q_0^2 + \frac{\dot{q}_0^2}{k^2}} \sin \left( kt + \arctg \frac{q_0 k}{\dot{q}_0} \right)$   
b)  $q = Ae^{-m} \sin(k_1 t + \alpha)$   
c)  $q_1 = Ae^{-m_1} \sin(k_1 t_1 + \alpha)$   
d)  $q_2 = Ae^{-m_1} e^{-m_2} \sin(k_1 t_1 + \alpha) = q_1 e^{-m_2}$   
e)  $q = e^{-m} (C_1 t + C_2)$

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Один конец стержня постоянного сечения жестко заделан в неподвижном основании, а другой свободен. Если длину стержня увеличить в 4 раза, то его первая частота свободных продольных колебаний:

- a) уменьшится в 16 раз  
б) уменьшится в 2 раза  
в) уменьшится в 4 раза

2. Тело весом  $P=2$  кН установлено на горизонтальной поверхности. К телу приложена горизонтально направленная сдвигающая сила  $Q = 100$ Н. Коэффициент трения скольжения  $f=0,2$ . Сила трения по опорной поверхности равна:

- а) 100 Н
- б) 500 Н
- в) 400 Н

3. Абсолютная скорость точки – это скорость:

- а) в абсолютном движении, равная геометрической сумме двух скоростей: переносной и относительной
- б) относительно системы координат, неизменно связанной с Землей
- в) относительно системы отсчета, совершающей переносное движение

4. Натуральный логарифм коэффициента затухания есть:

- а) коэффициент демпфирования
- б) коэффициент относительного демпфирования
- в) логарифмический декремент колебаний

5. Дифференциальное уравнение вращательного движения тела можно записать:

- а) одной формулой
- б) двумя формулами
- в) тремя формулами

6. Какую из перечисленных резьб следует применить в винтовом домкрате:

- а) трапецеидальную
- б) треугольную
- в) упорную

7. К какому виду механических передач относятся цепные передачи:

- а) трением с промежуточной гибкой связью
- б) зацеплением с непосредственным касанием рабочих тел
- в) зацеплением с промежуточной гибкой связью

8. Сила трения между поверхностями:

- а) меньше чем нормальная реакция
- б) зависит от нормальной реакции и коэффициента трения
- в) больше чем нормальная реакция

9. Приложение к твердому телу совокупности сил, которые уравновешиваются, приводит к:

- а) нарушению равновесия тела
- б) уравновешиванию тела
- в) никаких изменений не происходит

10. Возбуждение вибрации системы возбуждающими силами (моментами), не зависящими от состояния системы, это такое возбуждение:

- а) силовое
- б) кинематическое
- в) внешнее

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

**Задача 1.** В точке  $A$  рама заделана в неподвижное основание, а в точке  $B$  опирается на подвижный шарнир. Части рамы соединены шарниром  $C$  (рис. 1). К раме приложены горизонтальная сила  $P = 1$  кН, вертикальная  $F = 8$  кН и момент  $M = 4$  кНм. Размеры даны в метрах. Найти реакции опор.

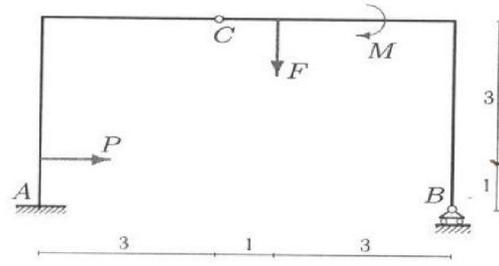


рис. 1

а)  $X_a = -1$  кН,  $Y_a = 5$  кН,  $Y_b = 3$  кН,  $M_a = 16$  кН·м; б)

$X_a = 3$  кН,  $Y_a = -1$  кН,  $Y_b = 5$  кН,  $M_a = 12$  кН·м;

в)  $X_a = 1$  кН,  $Y_a = -5$  кН,  $Y_b = 3$  кН,  $M_a = 18$  кН·м; г)

$X_a = 1$  кН,  $Y_a = 5$  кН,  $Y_b = -3$  кН,  $M_a = 16$  кН·м.

**Задача 2.** На конструкцию, состоящую из трех шарнирно соединенных частей, действуют силы  $F_1 = F_2 = 10$  кН,  $P = 4$  кН и момент  $M = 2$  кНм. Конструкция опирается на неподвижные шарниры в точках  $A$  и  $B$  и вертикальный стержень в  $C$  (рис. 2). Найти реакции опор.

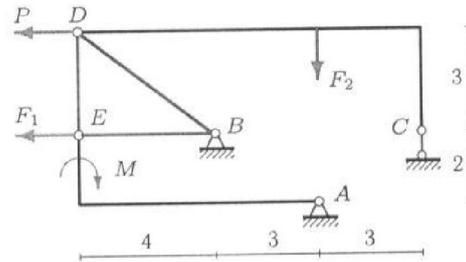


Рис. 2

а)  $X_a = 20$  кН,  $Y_a = -6$  кН,  $X_b = -8$  кН,  $Y_b = 44$  кН; б)

$X_a = -20$  кН,  $Y_a = 16$  кН,  $X_b = -3$  кН,  $Y_b = 44$  кН;

в)  $X_a = -20$  кН,  $Y_a = 6$  кН,  $X_b = -3$  кН,  $Y_b = 34$  кН; г)  $X_a = 20$  кН,  $Y_a = 16$  кН,  $X_b = -3$  кН,  $Y_b = 24$  кН.

**Задача 3.** Две части составной рамы соединены шарнирным стержнем и односторонней связью в точке  $K$  (гладкая опора). На раму действуют заданные нагрузки  $P = 2$  кН,  $M_1 = 4$  кНм,  $M_2 = 6$  кНм и сила  $F$ . Размеры на рисунке даны в метрах (рис. 3). Для каких значений силы  $F$  система находится в положении равновесия?

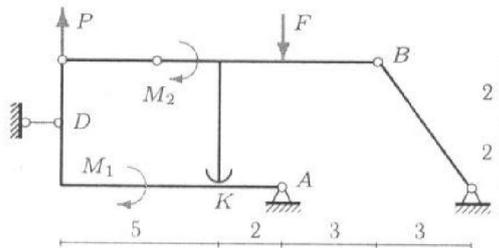


Рис. 3

а)  $F > 2$  кН; б)  $F < 2$  кН; в)  $F < 2$  кН; г)  $F > 12$  кН

**Задача 4.** Механизм с идеальными стационарными связями находится в равновесии под действием силы  $F$  и моментов  $M_1 = 10$  Нм,  $M_2 = 11$  Нм. Длины звеньев  $OA = 4\sqrt{2}$  м,  $AB = 6$  м,  $AD = 5$  м, угол  $\alpha = 45^\circ$ . Стержни  $AD$  — горизонтальный,  $AB$  — вертикальный. Уголок  $CB$  изогнут под прямым углом, длинная сторона его горизонтальна. Диск радиуса  $R = 5$  м касается горизонтальной поверхности без проскальзывания (рис. 4). Вес стержней и диска не учитывать. Найти величину  $F$ .

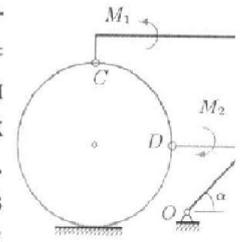


Рис. 4

- а)  $F=10$ Н; б)  $F=1$ Н; в)  $F=4$ Н; г)  $F=8$ Н.

**Задача 5.** В указанном положении механизма с двумя степенями свободы определить скорость муфты относительно стержня  $v_r$  (рис. 5).

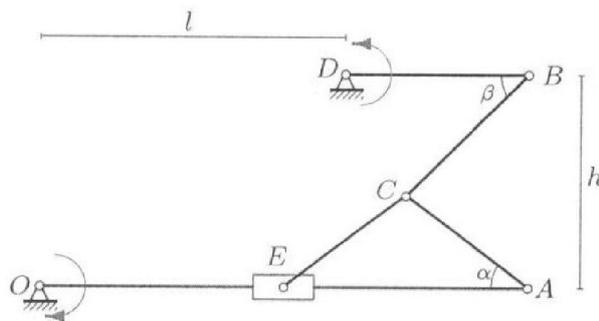


Рис. 5

Указаны направления вращения кривошипов. Стержни  $DB$  и  $OA$  считать в данный момент горизонтальными. Дано:  $\operatorname{tg} \alpha = 3/4$ ,  $\beta = \pi/4$ ,  $AC = CE = 5$  см,  $DB = 6$  см,  $OE = AE = 8$  см,  $h = 7$  см,  $l = 10$  см,  $\omega_{OA} = 1$  с<sup>-1</sup>,  $\omega_{DB} = 2$  с<sup>-1</sup>.

- а)  $v_r=8$ см/с; б)  $v_r=18$ см/с; в)  $v_r=28$ см/с; г)  $v_r=5$ см/с.

**Задача 6.** Механизм состоит из пяти шарнирно соединенных стержней. Три шарнирные опоры крепят механизм к основанию. В указанном положении механизма (рис. 6) известна угловая скорость стержня  $OA$ :  $\omega_{OA_2} = -6$  с<sup>-1</sup>. Дано:  $OA = 5$  см,  $AB = 9$  см,  $BC = 8$  см,  $BD = 3$  см,  $DE = EF = 6$  см,  $\cos \alpha = 4/5$ . В данный момент стержень  $DE$  горизонтальный, стержни  $AB$  и  $FE$  вертикальные. Найти угловые скорости всех звеньев механизма.

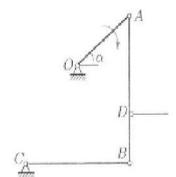


Рис. 6

- а)  $\omega_2=2$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_3=3$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_4=4$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_5=5$ с<sup>-1</sup>; б)  $\omega_2=4$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_3=2$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_4=1$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_5=3$ с<sup>-1</sup>;

- в)  $\omega_2=4$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_3=4$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_4=12$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_5=2$ с<sup>-1</sup>; г)  $\omega_2=2$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_3=3$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_4=4$ с<sup>-1</sup>,  $\omega_5=1$ с<sup>-1</sup>.

**Задача 7.** Оси колес фрикционной передачи расположены на одной прямой (рис. 7). Даны радиусы колес  $r_2 = 10$  см,  $R_2 = 13$  см,  $r_3 = 7$  см,  $R_3 = 11$  см,  $r_4 = 7$  см,  $R_4 = 10$  см, расстояние между крайними осями 68 см и угловые скорости  $\omega_1 = 33$  с<sup>-1</sup>,  $\omega_5 = 91$  с<sup>-1</sup>. Найти радиусы колес 1 и 5.

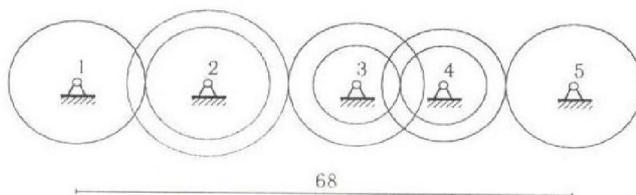


Рис. 7

- а)  $R_1=7$ см;  $R_5=3$ см; б)  $R_1=9$ см;  $R_5=5$ см; в)  $R_1=5$ см;  $R_5=3$ см; г)  $R_1=8$ см;  $R_5=4$ см

**Задача 8.** Материальная точка массой  $m = 2$  кг движется по прямой  $x$ . Имея начальную скорость  $v_0 = 1$  м/с, точка тормозится силой, зависящей от скорости и координаты точки:  $F_x = -k \dot{x} e^{cx}$ ,  $k = 6$  кг/с,  $c = 3$  м<sup>-1</sup>. Другие силы на точку не действуют. Какова должна быть начальная скорость точки для того, чтобы тормозной путь был бы в два раза больше?

- а)  $v_0=1$ м/с; б)  $v_0=3$ м/с; в)  $v_0=12$ м/с; г)  $v_0=5$ м/с.

**Задача 9.** Механическая система, состоящая из твердого тела (на рисунке не показано) и трех закрепленных на нем материальных точек, вращается вокруг неподвижной оси  $z$  по закону  $\varphi = e^{2t} \sin t$ . Даны моменты инерции тела  $J_{xz} = 7$  кгм<sup>2</sup>,  $J_{yz} = 8$  кгм<sup>2</sup>,  $J_z = 2$  кгм<sup>2</sup> и положения точек (координаты в метрах) с массами  $m_1 = 1$  кг,  $m_2 = 2$  кг и  $m_3 = 3$  кг на теле (рис. 9). Найти момент равнодействующей сил, приложенных к системе относительно начала координат при  $t = 0$ .

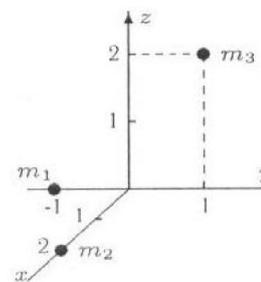


Рис. 9

- а)  $M_0=56$ Н·м; б)  $M_0=84$ Н·м; в)  $M_0=36$ Н·м; г)  $M_0=66$ Н·м.

**Задача 10.** Механическая система, состоящая из блока колес 1, стержней 2, 3 и двух пружин, совершает малые колебания (рис. 10). Механизм расположен в горизонтальной плоскости,  $R = 2r$ ,  $AB = BO$ . Даны массы тел  $m_1 = 4$  кг,  $m_2 = 1$  кг,  $m_3 = 2$  кг, жесткости пружин  $c_1 = 70$  Н/м,  $c_2 = 40$  Н/м, радиус инерции блока  $\rho = 3r/2$ . Найти собственную частоту системы.

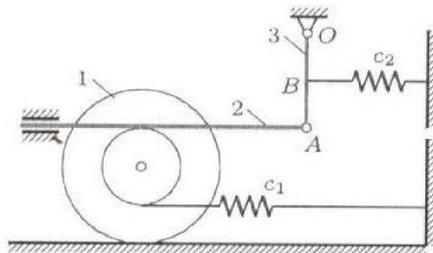


Рис. 10

а)  $k=1c^{-1}$ ; б)  $k=2c^{-1}$ ; в)  $k=3c^{-1}$ ; г)  $k=4c^{-1}$ .

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия механики: механическое движение, классификация движений, понятие об использовании идеализированных моделей в механике (применительно к специальности). Механическая система. Классификация сил, действующих на точки механической системы. Основные виды связей. Аксиомы и задачи статики.
2. Алгебраический и векторный момент силы. Теория пар сил
3. Главный вектор и главный момент как меры действия системы сил.
4. Определение эквивалентных систем сил. Необходимые и достаточные условия эквивалентности. Пара сил и ее свойства.
5. Определение уравновешенной системы сил. Необходимые и достаточные условия уравновешенности.
6. Уравнения равновесия абсолютно твердого тела под действием пространственной системы произвольно расположенных сил и частные случаи. Статически определимые задачи.
7. Основные определения и задачи кинематики. Решение задач кинематики при векторном и координатном способах задания движения точки.
8. Решение задачи кинематики при естественном способе задания движения точки.
9. Составное движение точки. Теорема скоростей. Теорема ускорений. Ускорение Кориолиса. Задачи.
10. Поступательное движение твердого тела. Уравнение движения и кинетические характеристики точек тела.
11. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращения. Кинематические характеристики тела в целом и его отдельных точек (алгебраические и векторные). Векторные соотношения во вращательном движении.
12. Плоское движение. Упрощение постановки задачи исследования плоского

движения. Уравнения движения. Кинематические характеристики плоской фигуры в целом. Теорема скоростей и ее следствия. Задачи определения скорости точки плоской фигуры.

13. Мгновенный центр вращения в плоском движении и его свойства. Геометрическая интерпретация плоского движения. Теорема ускорений. Пример определения ускорения точки плоской фигуры.

14. Основные понятия и аксиомы динамики. Дифференциальные уравнения движения точки в инерциальной системе отсчета и две основные задачи динамики (прямая и обратная).

15. Дифференциальные уравнения движения точки в неинерциальной системе отсчета. Переносная и кориолисова силы инерции. Пример составления дифференциального уравнения относительного движения. Принцип относительности классической механики.

16. Две меры механического движения: кинетическая энергия и количество движения системы материальных точек; две меры действия силы: работа силы и импульс силы.

17. Работа силы как мера ее действия. Вычисление работы силы, действующей на материальную точку, при различных способах задания движения. Примеры: работы силы упругости и силы тяготения. Элементарная работа сил, действующих на абсолютно твердое тело.

18. Вычисление кинетической энергии абсолютно твердого тела в общем случае сложного движения (теорема Кёнига). Частные случаи.

19. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы. Частный случай неизменяемой механической системы. Методика решения задач с применением этой теоремы.

20. Теоремы об изменении количества движения и о движении центра масс механической системы. Следствия – законы сохранения и примеры проявления действия этих законов в технике и природе.

21. Применение теоремы об изменении количества движения для сплошной среды.

22. Момент количества движения материальной точки как мера движения. Теорема об изменении момента количества движения точки. Следствия. Пример – движение точки под действием центральной силы. Закон площадей.

23. Момент количества движения механической системы. Момент количества движения абсолютно твердого тела относительно оси вращения. Теорема об изменении момента количества движения механической системы. Следствия – закон сохранения и примеры проявления действия этого закона в технике, спорте.

24. Принцип Даламбера. Главный вектор и главный момент сил инерции твердого тела. Методика решения задач с применением метода кинетостатики.

25. Возможные перемещения точек механической системы. Возможная работа.

26. Классификация связей. Принцип возможных перемещений и примеры его применения к решению задач статики.

27. Общее уравнение динамики и пример его применения к решению задач

динамики. Преимущества этого метода перед другими методами решения аналогичных задач.

28. Число степеней свободы механической системы. Обобщенные координаты. Обобщенные силы механической системы.

29. Вывод условий равновесия механической системы в обобщенных силах. Пример применения этих условий.

30. Потенциальная энергия механической системы. Обобщенная потенциальная сила.

31. Функция рассеивания механической системы. Обобщенная диссипативная сила.

32. Вывод и анализ уравнений Лагранжа 2-го рода. Частные случаи.

33. Применение уравнений Лагранжа 2-го рода для вывода дифференциальных уравнений плоскопараллельного движения.

34. Постановка задачи о малых колебаниях механической системы. Приближение выражения кинетической, потенциальной энергий и функции рассеивания для механической системы с  $n$  степенями свободы. Обобщенные коэффициенты инертности, жесткости и сопротивления.

35. Задача о малых колебаниях механической системы с одной степенью свободы, находящейся под действием потенциальных и диссипативных сил. Частный случай – свободные затухающие колебания.

36. Задача о вынужденных колебаниях системы с одной и двумя степенями свободы.

37. Амплитудная и фазовая характеристики системы. Динамический гаситель колебаний.

38. Явление резонанса в системе с трением и без трения. Резонансное решение дифференциального уравнения движения системы с одной степенью свободы.

39. Теоремы об изменении количества движения и о движении центра масс для удара

40. Теорема Кельвина

41. Теорема об изменении кинетического момента при ударе

42. Удар точки о неподвижную поверхность. Прямой удар. Косой удар. Экспериментальное определение коэффициента восстановления

43. Теорема Карно. Удар двух тел. Центр удара

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Экзамен не предусмотрен в учебном плане.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме Зачета/Экзамена по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов и 1 прикладную задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, решенная задача оценивается 1-м или 2-мя баллами. Максимальное количество набранных баллов – 7.

•Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал не менее 3 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Кинематика	ОПК-1, ОПК-7	Тест, защита лабораторных работ, зачет, устный опрос
2	Статика	ОПК-1, ОПК-7	Тест, защита лабораторных работ, зачет, устный опрос
3	Динамика	ОПК-1, ОПК-7	Тест, зачет, устный опрос
4	Аналитическая механика	ОПК-1, ОПК-7	Тест, зачет, устный опрос

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита лабораторных работ осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг. – М: Высшая школа, 2008. 416 с.
2. Яблонский А.А. Сборник заданий для курсовых работ по

теоретической механике: учеб. пособие для технических вузов / под ред. А.А. Яблонского. – М.: Интеграл-Пресс, 2006. 384 с.

3. Цывильский В.Л. Теоретическая механика / В.Л. Цывильский. – М.: Высшая школа, 2008. 368 с.

4. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике / И.В. Мещерский. – СПб.: Лань, 2001. 448 с.

5. Переславцева Н.С. Бестужева Н.П. Баскаков В.А. Теоретическая физика. Ч. 1: Статика: учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева, В.А. Баскаков. – Электрон. дан. (1 файл: 3935 Кб): ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007. – 1 CD-RW.

6. Переславцева Н.С. Бестужева. Теоретическая механика. Ч. 2: Кинематика: учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Электрон. дан. (1 файл: 5984 Кб): ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009. – 1 CD-RW.

7. Переславцева Н.С. Бестужева. Теоретическая механика. Ч. 3: Динамика. учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Электрон. дан. (1 файл: 5984 Кб): ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2010. – 1 CD-RW.

8. Переславцева Н.С. Сборник задач по теоретической механике: кинематика и статика / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 198 с.

9. Переславцева Н.С. Сборник задач по теоретической механике: динамика и аналитическая механика / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 216 с.

**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:**

Microsoft Word, Microsoft Excel, MathCAD, Compos, Internet Explorer, ЭИОС ВГТУ.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий. Лаборатория ауд. 110/2 для проведения лабораторных работ. Использование имеющихся компьютерных классов для выполнения студентами тестовой и контрольной работ. Учебные плакаты и стенды.

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

По дисциплине «Теоретическая механика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, контрольная работа

(на очно-заочной форме обучения)

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета характеристик деталей и узлов в самолетостроении, расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения контрольной работы изложена в учебно-методическом пособии.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой, контрольной работы, защитой курсовой, контрольной работы.

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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;

	- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	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, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.