

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Гусеничные машины и прикладная механика»

УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
/ Т.Р. Змызгова /  
«02» сентября 2022 г.



Рабочая программа учебной дисциплины  
**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ  
МЕХАНИКА**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и  
комплексов**

Направленность:

**Автомобильное хозяйство и автосервис**

Формы обучения: заочная

Курган 2022

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая механика» составлена в соответствии с учебным планом по программе бакалавриата «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (Автомобильное хозяйство и автосервис), утвержденным для заочной формы «30» августа 2022 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика» «1» сентября 2022 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил  
к.т.н., доцент



С.Г. Костенко

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Гусеничные машины и  
прикладная механика»



В.Б. Держанский

Заведующий кафедрой  
«Автомобили и автомобильный  
транспорт»



В.Н. Шабуров

Специалист по учебно-методи-  
ческой работе Учебно-  
методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности



И.В. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 10 зачетных единиц трудоемкости (360 академических часов).

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр		
		2	3	4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
Лекции	10	4	4	2
Практические занятия	16	4	6	6
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>334</b>	<b>136</b>	<b>134</b>	<b>64</b>
Подготовка к зачету	36	–	18	18
Подготовка к экзамену	27	27	–	–
Подготовка контрольной работы	54	18	18	18
Другие виды самостоятельной работы	217	91	98	28
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен, зачет</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>360</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>72</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к обязательной части Блока 1.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Математика;
- Физика.
- Начертательная геометрия и инженерная графика.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин.

- Сопротивление материалов;
- Теория механизмов и машин;
- Детали машин и основы конструирования;
- Основы теории и динамики автомобильных и тракторных двигателей.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Теоретическая механика» является познание законов механического равновесия, взаимодействия и движения материальных тел под действием приложенных сил.

Задачами освоения дисциплины «Теоретическая механика» являются нахождение реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной систем сил; определение кинематических характеристик точки и твердого

тела; составление дифференциальных уравнений движения точки; применение общих теорем динамики и аналитической динамики.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

– способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ОПК-1).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– знать теоретические основы механики; методы составления и исследования уравнений статики, кинематики и динамики (для ОПК-1);

– уметь составлять и рассчитывать механическую систему по уравнениям статики, кинематики и динамики (для ОПК-1);

– владеть принципами и методами анализа технических систем (для ОПК-1).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практич. занятия
1	Введение. Предмет статики. Реакции связей.	0,5	–
3	Плоская система сил. Теория пар сил	0,5	0,5
4	Произвольная система сил	2	0,5
5	Центр тяжести. Равновесие системы тел	1	1
7	Основные понятия кинематики	0,5	–
8	Скорость и ускорение точки	0,5	–
9	Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела	1	1
10	Определение скоростей точек и звеньев при плоском движении	1	1
13	Передаточные механизмы	0,5	–
16	Динамика. Основные понятия и определения	0,5	2
19	Общие теоремы динамики. Теорема об изменении количества движения	1	2
21	Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы	0,5	2
24	Принцип Даламбера	0,5	6
Всего:		10	16

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### *Тема 1. Введение. Предмет статики. Реакции связей.*

Теоретическая механика и ее место среди естественных наук. Разделы механики. Статика. Основные понятия и аксиомы. Типы связей и их реакции.

### ***Тема 2. Система сходящихся сил.***

Система сходящихся сил на плоскости и в пространстве. Геометрическим и аналитический способы определения равнодействующей. Проекция силы на ось и на плоскость. Теорема о равновесии трех непараллельных сил.

### ***Тема 3. Плоская система сил. Теория пар сил.***

Момент силы относительно точки и оси. Сложение параллельных сил. Сложение пар сил. Условие равновесия системы пар сил.

### ***Тема 4. Произвольная система сил.***

Произвольная система сил. Приведение сил к заданному центру. Определение главного вектора и главного момента (плоская система как частный случай). Частные случаи приведения пространственной и плоской систем сил. Уравнения равновесия для пространственной и плоской систем сил.

### ***Тема 5. Центр тяжести. Равновесие системы тел.***

Центр системы параллельных сил и центр тяжести. Действие сил тяжести на звенья шарнирно-рычажных механизмов. Статическая балансировка ответственных деталей машин. Равновесие системы тел. Понятие об устойчивости равновесия. Устойчивость тел при опрокидывании, коэффициент устойчивости.

### ***Тема 6. Трение.***

Трение. Законы трения скольжения. Реакция шероховатой связи. Условия равновесия тела и системы при наличии трения скольжения. Условие самоторможения (на примере крепежных резьб, винтового домкрата). Трение качения.

### ***Тема 7. Основные понятия кинематики.***

Введение в кинематику. Система отсчета. Основная задача кинематики. Способы задания движения точки (векторный, координатный, естественный) и области их применения.

### ***Тема 8. Скорость и ускорение точки.***

Скорость точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Естественные оси.

Ускорение точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Касательное и нормальное ускорения точки. Вывод уравнения неравномерного движения точки (равномерное движение точки как частный случай).

### ***Тема 9. Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела.***

Поступательное и вращательное движения твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение. Определение скорости и ускорения точки

вращающегося тела. Плоское движение твердого тела. Уравнения и свойства движения.

***Тема 10. Определение скоростей точек и звеньев при плоском движении.***

Способы определения скоростей точек тела и звена при плоском движении: мгновенный центр скоростей, теорема о скоростях точек плоской фигуры, план скоростей, теорема о проекциях скоростей двух точек плоской фигуры. Определение скорости поршня в кривошипно-шатунном механизме двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в функции угла поворота кривошипа.

***Тема 11. Определение ускорений точек и звеньев при плоском движении.***

Способы определения ускорений точек тела и звена при плоском движении: теорема об ускорениях точек плоской фигуры, план ускорений, мгновенный центр ускорений, метод проекций. Определение ускорения поршня в кривошипно-шатунном механизме ДВС в функции угла поворота кривошипа.

***Тема 12. Сложное движение.***

Сложное движение точки. Определение скоростей точек тела. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Причина возникновения кориолисова ускорения. Определение модуля и направления кориолисова ускорения.

Сложное движение твёрдого тела. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений. Примеры.

***Тема 13. Передаточные механизмы.***

Рядовые передачи, дифференциальные передачи. Передаточное число, передаточное отношение. Расчет цилиндрических дифференциальных передач при помощи метода Виллиса и метода МЦС. Расчет конических дифференциальных передач.

***Тема 14. Сферическое движение твердого тела.***

Движение твердого тела вокруг неподвижной точки или сферическое движение. Углы Эйлера. Уравнения сферического движения. Мгновенная ось вращения. Мгновенная угловая скорость и мгновенное угловое ускорение тела. Скорости и ускорения точек твердого тела при сферическом движении.

***Тема 15. Общий случай движения твердого тела.***

Сложение поступательного и вращательного движений твёрдого тела. Винтовое движение. Общий случай движения тел.

***Тема 16. Динамика. Основные понятия и определения.***

Масса, материальная точка, сила. Силы, зависящие от времени, от положения точки и от её скорости. Законы классической механики.

Инерциальная система отсчёта. Принцип относительности классической механики. Задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах. Уравнения в проекциях на оси естественного трёхгранника.

***Тема 17. Решение задач динамики.***

Применение II закона Ньютона к решению задач динамики. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки.

***Тема 18. Механическая система. Основные понятия.***

Классификация сил, действующих на механическую систему. Свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс, радиус-вектор и координаты центра масс. Осевой момент инерции твёрдого тела, радиус инерции. Теорема о моментах инерции тела относительно параллельных осей. Моменты инерции однородного тонкого стержня, тонкого кольца и круглого диска или цилиндра. Теорема о движении центра масс системы.

***Тема 19. Общие теоремы динамики. Теорема об изменении количества движения.***

Количество движения материальной точки. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения механической системы. Закон сохранения количества движения механической системы. Примеры.

***Тема 20. Теорема об изменении момента количества движения.***

Момент количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Центральная сила. Сохранение момента количества движения материальной точки в случае центральной силы. Главный момент количества движения (кинетический момент) системы относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Закон сохранения кинетического момента механической системы.

***Тема 21. Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.***

Элементарная работа силы, аналитическое выражение элементарной работы. Работа силы на конечном перемещении точки её приложения. Работа силы тяжести, силы упругости и силы трения. Работа и мощность сил, приложенных к твёрдому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси. Механический коэффициент полезного действия машины.

Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия твёрдого тела при поступательном, вращательном и плоском движениях. Теорема об изменении кинетической

энергии механической системы. Понятие о силовом поле. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Потенциальная энергия. Однородное поле тяжести и поле тяготения. Закон сохранения механической энергии.

#### ***Тема 22. Динамика плоского движения тела.***

Дифференциальные уравнения поступательного движения твёрдого тела. Дифференциальное уравнение вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Физический маятник. Дифференциальные уравнения плоского движения твёрдого тела.

#### ***Тема 23. Механические колебания.***

Свободные колебания точки под действием восстанавливающей силы, пропорциональной расстоянию от центра колебаний. Амплитуда, начальная фаза, частота и период колебаний. Затухающие колебания точки при сопротивлении, пропорциональном скорости; период этих колебаний, декремент колебаний. Аперидические колебания.

Вынужденные колебания точки при действии гармонической возмущающей силы и сопротивлении, пропорциональном скорости; случай отсутствия сопротивления. Амплитуда вынужденных колебаний и сдвиг фаз, их зависимость от отношения частот; коэффициент динамичности. Явление резонанса.

#### ***Тема 24. Принцип Даламбера.***

Принцип Даламбера для материальной точки, сила инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Приведение сил инерции точек твёрдого тела к центру. Главный вектор и главный момент сил инерции. Определение динамических реакций подшипников при вращении твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Моменты инерции относительно произвольных осей. Центробежные моменты инерции. Главные и главные центральные оси инерции и их свойства. Теоретические основы статической и динамической балансировки.

#### ***Тема 25. Принцип возможных перемещений.***

Силы, налагаемые на механическую систему. Возможные (виртуальные) перемещения материальной точки и механической системы. Число степеней свободы системы. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений (скоростей).

#### ***Тема 26. Общее уравнение динамики. Обобщённые координаты.***

Общее уравнение динамики. Обобщённые координаты системы, обобщённые скорости. Выражение элементарной работы в обобщённых координатах. Обобщённые силы и их вычисление, случай сил, имеющих потенциал.

Принцип возможных перемещений в случае движения системы. Условия равновесия системы в обобщённых координатах.



### **Тема 27. Уравнения Лагранжа II рода.**

Дифференциальные уравнения движения системы в обобщённых координатах или уравнения Лагранжа второго рода. Преимущества и область применения. Пример с ДВС. Уравнение Лагранжа в случае потенциальных сил: функция Лагранжа.

### **Тема 28. Малые свободные колебания механической системы.**

Понятие об устойчивости равновесия. Малые свободные колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия и их свойства.

### **Тема 29. Основы теории удара.**

Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Действие ударной силы на материальную точку. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе. Прямой центральный удар тела о неподвижную поверхность, упругий и неупругий удары. Коэффициент восстановления при ударе и его опытное определение. Прямой центральный удар двух тел. Теорема Карно.

## **4.3. Практические занятия**

<b>Номер раздела, темы</b>	<b>Наименование раздела, темы</b>	<b>Наименование практического занятия</b>	<b>Норматив времени, час.</b>
3	Плоская система сил. Теория пар сил	Аналитические условия равновесия плоской системы сил	0,5
4	Произвольная система сил	Аналитические условия равновесия пространственной системы сил	0,5
5	Центр тяжести. Равновесие системы тел	Определение положения центра тяжести плоской фигуры. Расчет составных конструкций. Устойчивость при опрокидывании	1
9	Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела	Определение скоростей и ускорений при поступательном и вращательном движениях твердого тела	1
10	Определение скоростей точек и звеньев при плоском движении	Определение скоростей точек и звеньев при плоском движении	1
16	Динамика. Основные понятия и определения	Применение дифференциальных уравнений движения при решении задач	2
19	Общие теоремы динамики. Теорема об изменении количества движения	Применение теоремы об изменении количества движения при решении задач	2

21	Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы	Применение теоремы об изменении кинетической энергии при решении задач	2
24	Принцип Даламбера	Применение принципа Даламбера при решении задач	6
Всего:			16

#### 4.4. Контрольные работы

С целью приобретения студентами заочной формы обучения навыков самостоятельного нахождения условий равновесия и параметров движения механических систем предусматривается выполнение трёх контрольных работ (по одной в каждом семестре обучения). Контрольные работы выполняются по индивидуальным исходным данным согласно методическим рекомендациям, указанным в разделе 8.

Контрольная работа №1 на тему «Статика» состоит из задач С1, С2 и С4 (выполняется в 4 семестре). Контрольная работа №2 на тему «Кинематика» состоит из задач К1, К2 и К3 (выполняется в 5 семестре). Контрольная работа №3 на тему «Динамика» состоит из задач Д6 и Д8 (выполняется в 6 семестре).

### 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующего практического занятия.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

На практических занятиях с целью усвоения и закрепления теоретического материала преподаватель у доски демонстрирует решение типовых задач. При этом используются технологии коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Приветствуется активное участие обучающихся в решении (как правило, коротких) задач с выходом к доске и пояснением хода расчетов, а также обсуждение получаемых результатов.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, подготовку к зачету или экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>209</b>
Введение. Предмет статики. Реакции связей.	2 сем.
Система сходящихся сил	89
Плоская система сил. Теория пар сил	
Произвольная система сил	
Центр тяжести. Равновесие системы тел	
Трение	
Основные понятия кинематики	
Скорость и ускорение точки	
Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела	
Определение скоростей точек и звеньев при плоском движении	
Определение ускорений точек и звеньев при плоском движении	
Сложное движение	3 сем.
Передаточные механизмы	95
Сферическое движение твердого тела	
Общий случай движения твердого тела	
Динамика. Основные понятия и определения	
Решение задач динамики	
Механическая система. Основные понятия	
Общие теоремы динамики. Теорема об изменении количества движения	
Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы	
Динамика плоского движения тела	
Механические колебания	4 сем.
Принцип Даламбера	
Принцип возможных перемещений	25
Общее уравнение динамики. Обобщенные координаты	
Уравнения Лагранжа II рода	
Малые свободные колебания механической системы	
Основы теории удара	8
<b>Подготовка к практическим занятиям</b> (по 1 часу на каждое занятие)	
<b>Подготовка к экзамену</b>	
<b>Подготовка к зачету</b>	
<b>Подготовка контрольной работы</b>	<b>54</b>
<b>Всего:</b>	<b>334</b>

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Перечень вопросов к экзамену.
2. Перечень вопросов к зачету .
3. Контрольная работа.
4. Банк задач к экзамену.
5. Банк задач к зачету.

### **6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины**

Промежуточный контроль знаний студентов (экзамен) проводится по традиционной форме по билетам, что позволяет студентам продемонстрировать свои навыки представления и изложения материала, развить грамотную техническую речь, показать умение самостоятельно решать задачи.

Для получения высоких оценок на экзамене не допускается списывание, использование подсказок, шпаргалок, карманных компьютеров, телефонов и др. Время, отводимое студенту на экзамене, составляет 2 астрономических часа.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

Промежуточный контроль знаний (зачет) студентов проводится в традиционном виде по вопросам. Студент отвечает на 1 теоретический вопрос и решает 1 задачу, что позволяет студентам продемонстрировать свои навыки представления и изложения материала, развить грамотную техническую речь, показать умение самостоятельно решать задачи.

Для получения высоких баллов на зачете не допускается списывание, использование подсказок, шпаргалок, карманных компьютеров, телефонов и др. Время, отводимое студенту на зачете, составляет 2 астрономических часа.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

### **6.3. Примеры оценочных средств для экзаменов и зачетов**

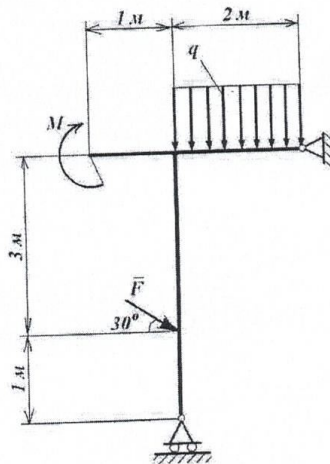
## Примерный перечень вопросов к экзамену (2 семестр).

1. Основные понятия статики (сила и система сил, материальная точка, сила равнодействующая и уравнивающая, внешняя и внутренняя, сосредоточенная и распределённая). Вычисление равнодействующей для равномерно распределённой нагрузки и для нагрузки, распределённой по линейному закону. Аксиомы статики.
2. Типы связей и их реакции.
3. Проекция силы на ось (правило вычисления, правило знака, частные случаи).
4. Система сходящихся сил на плоскости и в пространстве. Геометрический способ определения равнодействующей сходящейся системы сил.
5. Аналитический способ определения равнодействующей системы сходящихся сил (вывод). Аналитические условия равновесия системы сходящихся сил (вывод).
6. Теорема о равновесии трёх непараллельных сил (сформулировать, доказать).
7. Сложение двух параллельных сил, направленных в одну сторону (вывод расчётной формулы для определения положения равнодействующей).
8. Сложение двух параллельных сил, направленных в противоположные стороны (вывод расчётной формулы для определения положения равнодействующей).
9. Пара сил и её свойства. Сложение пар сил. Условие равновесия пар сил.
10. Момент силы относительно точки. Теорема Вариньона. Теорема о параллельном переносе силы (сформулировать, доказать).
11. Момент силы относительно оси. Связь между моментами силы относительно точки и оси, проходящей через эту точку.
12. Аналитические выражения моментов силы относительно осей координат (вывод).
13. Приведение произвольной системы сил к заданному центру или основная теорема статики (сформулировать, доказать). Определение главного вектора и главного момента.
14. Аналитические условия равновесия произвольной системы сил (вывод). Частные случаи уравнений равновесия. Понятие о статически определимых и статически неопределимых задачах.
15. Центр системы параллельных сил. Частные случаи.
16. Радиус-вектор и координаты центра параллельных сил (вывод расчётных формул).
17. Центр тяжести твёрдого тела. Вывод расчётных формул для определения координат центра тяжести твёрдого тела. Центр тяжести линии.
18. Центр тяжести плоской фигуры. Статический момент площади плоской фигуры относительно оси. Вывод расчётных формул для определения координат центра тяжести плоской фигуры.

19. Определение положения центра тяжести плоской фигуры по центрам тяжести её частей. Понятие о способе отрицательных площадей.
20. Экспериментальные способы определения координат центров тяжести тел.
21. Статическая неуравновешенность деталей. Методы статической балансировки.
22. Рычаг. Устойчивость при опрокидывании. Коэффициент устойчивости.
23. Законы трения скольжения. Статический коэффициент трения. Динамический коэффициент трения скольжения.
24. Реакция шероховатой поверхности. Угол и конус трения. Устройство прибора для определения угла трения.
25. Самоторможение. Условие самоторможения. Условие самоторможения винтового домкрата.
26. Трение качения. Законы трения качения.
27. Три способа задания движения точки. Уравнения движения. Понятие о траектории и годографе.
28. Скорость точки. Определение скорости при векторном способе задания движения.
29. Определение скорости точки при естественном способе задания движения.
30. Определение скорости точки при координатном способе задания движения.
31. Ускорение точки. Определение ускорения при векторном способе задания движения.
32. Определение ускорения точки при координатном способе задания движения.
33. Естественные координатные оси. Вектор кривизны траектории точки.
34. Определение ускорения точки при естественном способе задания движения.
35. Вывод уравнения неравномерного движения точки (равномерное движение точки как частный случай).
36. Пять видов движения твердого тела. Движение простое и сложное.
37. Поступательное движение твердого тела: определение, теорема о траекториях, скоростях и ускорениях, уравнение движения.
38. Вращательное движение твердого тела: определение, уравнение движения, нахождение скоростей и ускорений тела и его точек.
39. Плоское (плоскопараллельное) движение твердого тела: определение, уравнения движения, теорема о скорости точки плоской фигуры, следствия.
40. Мгновенный центр скоростей и мгновенный центр ускорений твердого тела. Определение ускорений точек твердого тела при плоском движении.

### Пример задачи для экзамена (2 семестр)

Плоская рама нагружена сосредоточенной силой величиной  $F$ , парой сил с моментом  $M$  и равномерно распределённой нагрузкой интенсивностью  $q$ . Определить опорные реакции, если  $q = 5 \text{ кН/м}$ ,  $F = 10 \text{ кН}$ ,  $M = 20 \text{ кН}\cdot\text{м}$ .



### Примерный перечень вопросов к зачёту (3 семестр)

1. Абсолютное и относительное движение точки. Определение скоростей точек тела при сложном движении.
2. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Причины возникновения кориолисова ускорения.
3. Сложное движение (или сложение движений) твердого тела. Сложение поступательных движений твердого тела.
4. Сложение вращательных движений твердого тела. Сложение вращений тела вокруг пересекающихся осей.
5. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений.
6. Сложение поступательного и вращательного движений.
7. Рядовые передачи, дифференциальные передачи. Передаточное число.
8. Расчёт цилиндрических дифференциальных передач при помощи метода Виллиса.
9. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки или сферическое движение. Углы Эйлера. Уравнения сферического движения. Мгновенная угловая скорость и скорость точек твердого тела при сферическом движении.
10. Общий случай движения свободного твердого тела. Уравнения движения свободного твердого тела.
11. Основные понятия и определения в динамике (предмет динамики, инертность, масса тела, материальная точка, сила, виды переменных сил).

12. Законы механики Галилея-Ньютона (первый, второй, третий). Понятия о движении по инерции и об инерциальной системе отсчёта. Принцип относительности классической механики. Закон независимости действия сил. Основное уравнение динамики для материальной точки. Задачи динамики (первая, вторая).

13. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника.

14. Особенности решения первой задачи динамики (определение сил по заданному движению). Особенности решения основной задачи динамики при прямолинейном движении точки.

15. Понятие о механической системе. Силы внешние и внутренние. Свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс; радиус-вектор и координаты центра масс системы.

16. Момент инерции твердого тела относительно оси. Вычисление моментов инерции однородных тел (тонкого стержня, тонкостенной трубы, цилиндра, прямоугольной пластины) относительно центральных осей и осей симметрии.

17. Радиус инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера о моментах инерции тела относительно параллельных осей.

18. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс механической системы. Дифференциальные уравнения движения центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс системы.

19. Количество движения материальной точки. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки.

20. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения системы. Закон сохранения количества движения механической системы.

21. Момент количества движения точки относительно центра. Момент количества движения точки относительно оси. Теорема моментов относительно центра. Теорема моментов относительно оси. Понятие о центральной силе.

22. Кинетический момент механической системы. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения.

23. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Закон сохранения кинетического момента механической системы. Платформа Жуковского.

24. Элементарная работа силы, приложенной к точке; правило знака, условие равенства нулю. Аналитическое выражение элементарной работы.

25. Работа силы на любом перемещении точки: аналитическое вычисление; графическое определение; работа постоянной силы; мощность.

26. Работа силы тяжести. Понятие о потенциальных силах.

27. Работа силы упругости.

28. Работа силы трения (скольжения).

29. Работа сил, приложенных к вращающемуся твердому телу.



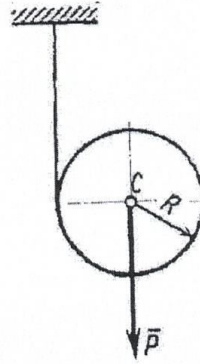
30. Работа сил трения, действующих на катящееся тело.
31. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
32. Кинетическая энергия механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Формулы для вычисления кинетической энергии при поступательном, вращательном и плоском движениях тела.
33. Понятие о силовом поле (стационарном, нестационарном, однородном). Поле тяготения и поле сил тяжести. Сила тяжести как составляющая силы тяготения.
34. Силовая функция. Потенциальное силовое поле. Потенциальные силы. Работа потенциальной силы на произвольной траектории и по замкнутой траектории.
35. Вывод дифференциальных уравнений вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Понятие о вращающем моменте. Условия равномерного и равнопеременного вращения.
36. Физический маятник (дать определение). Вывод дифференциального уравнения колебаний физического маятника. Закон малых колебаний физического маятника. Вычисление периода колебаний физического маятника.
37. Математический маятник (дать определение). Вычисление приведённой длины физического маятника. Центр качаний. Взаимность оси подвеса и центра качаний.
38. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твёрдого тела. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твёрдого тела при несвободном движении.
39. Свободные колебания (дать определение). Вывод дифференциального уравнения свободных прямолинейных колебаний точки при отсутствии сопротивления. Понятия о гармонических колебаниях, амплитуде, фазе, начальной фазе, круговой частоте, периоде и частоте колебаний. Свойства свободных колебаний. Колебания линейные и нелинейные.
40. Вывод дифференциального уравнения свободных прямолинейных колебаний точки при сопротивлении, пропорциональном скорости. Для случая, когда сопротивление по сравнению с восстанавливающей силой мало, дать понятия о затухающих колебаниях, периоде затухающих колебаний, декременте колебаний и логарифмическом декременте.
41. Аперриодическое движение и условие его возникновения. Графики аперриодического движения точки.
42. Вынужденные колебания (дать определение). Вывод дифференциального уравнения прямолинейных вынужденных колебаний точки при отсутствии сопротивления. Колебания собственные и вынужденные. Коэффициент динамичности. Явление резонанса.
43. Вывод дифференциального уравнения прямолинейных вынужденных колебаний точки при наличии вязкого сопротивления.

Колебания собственные и вынужденные. Время установления. Сдвиг фазы. Коэффициент динамичности.

#### Пример задачи для зачёта (3 семестр)

В маятнике Максвелла однородный цилиндр весом  $P$  и радиусом  $R$  падает вниз без начальной скорости, разматывая нить, намотанную на цилиндр в его среднем сечении.

Определить скорость оси цилиндра после её опускания с высоты  $0,5$  м.



#### Примерный перечень вопросов к зачету (4 семестр)

1. Принцип Даламбера для материальной точки; силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Приведение сил инерции точек твердого тела к центру; главный вектор и главный момент инерции.

2. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Основы статической и динамической балансировки.

3. Определение момента инерции тела относительно произвольной оси. Центробежные моменты инерции. Главные и главные центральные оси инерции и их свойства.

4. Связи и их уравнения (связи двусторонние, односторонние, геометрические, кинематические, голономные, неголономные, стационарные, нестационарные).

5. Возможные (виртуальные) перемещения материальной точки и механической системы. Число степеней свободы системы, материальной точки, твердого тела.

6. Принцип возможных перемещений. Принцип возможных скоростей. Связи реальные и идеальные.

7. Принцип возможных перемещений в случае движения системы. Общее уравнение динамики.

8. Обобщённые координаты системы, обобщённые скорости. Кинематические уравнения движения системы в обобщённых координатах.

9. Выражение элементарной работы в обобщённых координатах. Обобщённые силы и их вычисление.

10. Выражение обобщённых сил через проекции сил на неподвижные оси декартовых координат. Случаи сил, имеющих потенциал.

11. Общее уравнение динамики в обобщённых силах. Условия равновесия в обобщённых силах. Условия равновесия консервативной системы сил.

12. Понятие об устойчивости состояния покоя механической системы с одной степенью свободы в консервативном силовом поле. Условия устойчивости состояния покоя механической системы (теорема Лагранжа-Дирихле, теоремы Ляпунова).

13. Дифференциальные уравнения движения системы в обобщённых координатах. Уравнения Лагранжа II рода в случае потенциальных сил. Функция Лагранжа. или кинетический потенциал.

14. Применение уравнения Лагранжа II рода для описания движения механизма с одной степенью свободы. Общее уравнение движения идеального механизма с одной степенью свободы. Общее уравнение движения реального механизма с одной степенью свободы.

15. Вывод уравнения малых свободных колебаний консервативной механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.

16. Решение уравнения малых свободных колебаний консервативной механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Частота колебаний, период колебаний, свойства малых колебаний системы.

17. Малые затухающие колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.

18. Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия при наличии сопротивления.

19. Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Действие ударной силы на материальную точку. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе.

20. Теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе.

21. Коэффициент восстановления при ударе. Фазы удара. Абсолютно упругий, абсолютно неупругий и не вполне упругий удар. Случай косоугольного удара.

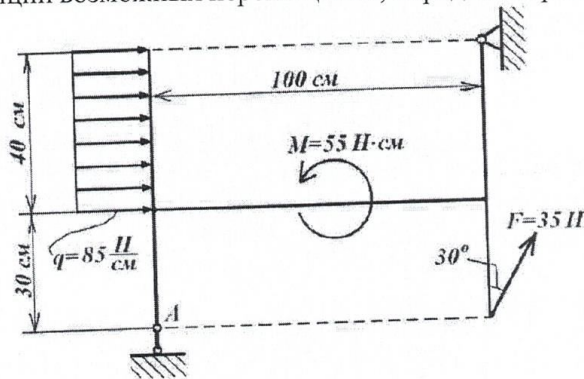
22. Прямой центральный удар двух тел (абсолютно упругий и абсолютно неупругий удар шаров).

23. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел (вывод теоремы Карно).

24. Удар по вращающемуся телу. Центр удара.

### Пример задачи для зачета (4 семестр)

Используя принцип возможных перемещений, определить реакцию в опоре А.



#### 6.4. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### 7.1. Основная учебная литература

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для вузов / С.М. Тарг. – 16-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2006. – 415 с.

#### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Мещеряков В.Б. Курс теоретической механики [Электронный ресурс]: учебник / В.Б. Мещеряков. М. : УМЦ ЖДТ, 2012. 280 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

### 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения:

- Теоретическая механика: Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников машиностроительных, строительных, транспортных, приборостроительных специальностей высших учебных заведений / Л.И. Котова, Р.И. Надеева, С.М. Тарг и др.; Под ред. С.М. Тарга – М.: Высш. шк., 1989.– 111с.

2. Задания и методические рекомендации к выполнению расчётных работ к рубежным контролям №№ 1 ...6:

- Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : Учебное пособие для технических вузов / Яблонский А.А., Норейко С.С.,

Вольфсон С.А. и др; Под ред. А.А. Яблонского. Москва: Интеграл-Пресс, 2008. 384 с.

3. Методические рекомендации к практическим занятиям:

- Основные понятия, теоремы и расчетные формулы теоретической механики [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям для студентов направлений 13.03.01, 13.03.02, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01, 23.03.01, 23.03.02, 23.03.03, 27.03.01, 27.03.04, 44.03.01 и специальностей 23.05.01 и 23.05.02 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра теоретической механики и сопротивления материалов ; [сост.: С.Г. Тютрин]. - Электрон, текстовые дан. (тип файла: pdf; размер: 431 Kb). – Курган : Издательство Курганского государственного университета, 2015. – 39, [1] с. – Доступ из ЭБС КГУ.

4. Методические рекомендации к лабораторным работам:

- Теоретическая механика [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 190700.62 и специальностей 190109.65 и 1901 10.65. 4.2 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра теоретической механики и сопротивления материалов ; [сост.: С.Г. Тютрин]. – Электрон, текстовые дан. (тип файла: pdf; размер: 700 Kb). – Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2014. – 27 е.: рис., табл. - Библиогр.: с. 27. – Доступ из ЭБС КГУ;

- Теоретическая механика [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направлений 190109.65, 190110.65. 4.2 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра «Теоретическая механика и сопротивление материалов» ; [сост.: Е.Н. Ревняков]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf; размер: 852 Kb). – Курган : Издательство Курганского государственного университета, 2016. – 13с.: рис., табл. – Библиогр.: с. 13. - Доступ из ЭБС КГУ;

-Динамическая балансировка вращающихся звеньев [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов направлений: 190109.65, 190110.65, 150700.62, 151900.62, 190600.62, 050100.62, 140400.62, 220400.62, 220700.62, 221700.62, 222000.62 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра «Гусеничные машины и прикладная механика» ; [сост.: Л.Н. Тютрина, Г.Ю. Волков]. - Электрон, текстовые дан. (тип файла: pdf; размер: 440 Kb). – Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2012. – 13 е.: рис., табл. – Библиогр.: с. 13. – Доступ из ЭБС КГУ.

5. Комплект плакатов по теоретической механике.

## **9 РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. dist.kgsu.ru – Система поддержки учебного процесса КГУ;
2. znanium.com – Электронно-библиотечная система;
3. studmedlib.ru – Электронная библиотека высшего учебного заведения;
4. window.edu.ru – Единое окно доступа к образовательным ресурсам;
5. lib-bkm.ru – Сайт электронной библиотеки машиностроителя;
6. edu.ru – Федеральный портал «Российское образование»;
7. ru.wikipedia.org – Энциклопедия Википедия.

## **10 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

## **12 ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Теоретическая механика»**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и  
комплексов**

Направленность:

**Автомобильное хозяйство и автосервис**

Трудоемкость дисциплины: 10 ЗЕ (360 академических часов)

Семестры: 2, 3, 4

Форма промежуточной аттестации: экзамен, зачет

Содержание дисциплины

Введение. Предмет статики. Реакции связей. Система сходящихся сил. Плоская система сил. Теория пар сил. Произвольная система сил. Центр тяжести. Равновесие системы тел. Трение. Основные понятия кинематики. Скорость и ускорение точки. Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела. Определение скоростей точек и звеньев при плоском движении. Определение ускорений точек и звеньев при плоском движении. Сложное движение. Передаточные механизмы. Сферическое движение твердого тела. Общий случай движения твердого тела. Динамика. Основные понятия и определения. Решение задач динамики. Механическая система. Общие теоремы динамики. Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении момента количества движения. Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Динамика плоского движения тела. Механические колебания. Принцип Даламбера. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики. Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа II рода. Малые свободные колебания механической системы. Основы теории удара.