

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



А.А. Панфилов

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 08.03.01 «Строительство»

Профиль/программа подготовки «Автомобильные дороги»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./час.	Лек- ций, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз./зачет/зачёт с оценкой)
2	4/144	36	36	-	45	Экзамен (27 час)
<b>Итого</b>	<b>4/144</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>45</b>	<b>Экзамен (27 час)</b>

Владимир, 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Теоретическая механика» являются:

- обучение студентов общим законам механического движения и механического взаимодействия материальных тел, методам построения, теоретического исследования и решения механико-математических моделей движения и равновесия механических систем;
- формирование на данной основе научного кругозора в понимании сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, способности к самоорганизации и самообразованию;
- формирование устойчивых навыков применения законов и методов моделирования движения и равновесия механических систем при проведении инженерных изысканий, проектировании деталей и конструкций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к обязательной части блока I учебного плана подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство». Она обеспечивает логическую связь, во-первых, между физикой и математикой, применяя математический аппарат к описанию и изучению физических явлений, во-вторых, между естественнонаучными, общетехническими и специальными дисциплинами.

«Теоретическая механика» - фундаментальная естественнонаучная дисциплина, лежащая в основе современной техники. Для успешного изучения дисциплины «Теоретическая механика» студенты должны быть знакомы с основными положениями высшей математики (векторная алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, теория дифференциальных уравнений); физики (фундаментальные понятия и основные физические явления); информатики (численные методы решения линейных алгебраических и дифференциальных уравнений с помощью стандартных вычислительных программ на ЭВМ).

На материале теоретической механики базируются такие общетехнические дисциплины и специальные дисциплины, такие как: «Техническая механика», «Строительная механика», «Гидравлика», «Механика грунтов», «Строительные машины и оборудование», «Технологические процессы в строительстве» и др., предметом которых служат методы расчёта, проектирования, производства и эксплуатации зданий, сооружений, строительных изделий и конструкций, а также динамика и управление машинами.

Теоретическая механика в полной мере ориентирована на запросы строительной отрасли, где законы классической механики описывают механические процессы с высокой точностью. Изучение теоретической механики даёт цельное представление о естественнонаучной сущности проблем современной техники и технологий, формирует систему фундаментальных знаний, позволяющую будущему специалисту научно анализировать возникающие проблемы в его профессиональной деятельности и успешно решать прикладные научно-технические задачи, самостоятельно используя современные образовательные и информационные технологии.

Знание законов и методов теоретической механики способствует развитию у студентов склонности и способности к самоорганизации и самообразованию, к творческому мышлению, выработке системного подхода к исследуемым явлениям, умения самостоятельно строить и исследовать математические модели различных механических систем в ходе профессиональной деятельности.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата) и учебного плана в результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<p>ОПК-1 способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата</p>	<p>Частичное освоение компетенции</p>	<p><b>Знать:</b> – основные законы механического движения, равновесия и взаимодействия материальных тел; – методы построения, исследования и решения механико-математических моделей движения и равновесия механических систем.</p> <p><b>Уметь:</b> – применять законы и методы теоретического исследования движения и равновесия механических систем в профессиональной деятельности; – выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и, применять для их решения обоснованно выбранные механико-математические модели.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками применения законов и теоретических методов моделирования движения и равновесия механических систем для проведения инженерных изысканий, проектирования деталей и конструкций.</p>



#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 часа.

##### 4.1. Структура дисциплины по разделам и видам учебной работы

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Объём учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1.1	Основные понятия и определения. Система сходящихся сил	2	1	2	2		3	2/50	Рейтинг-контроль №1
1.2	Теория моментов. Теория пар.	2	2-4	4	6		3	2/20	
1.3	Произвольная система сил	2	5	2	2		3	2/50	
1.4	Центр тяжести	2	6	2	2		3	2/50	
1.5	Трение	2	6	2			3	1/50	
2.1	Кинематика точки	2	7	2	2		4	2/50	Рейтинг-контроль №2
2.2	Простейшие движения твёрдого тела	2	7-8	2	2		4	2/50	
2.3	Плоское движение твёрдого тела	2	9-10	4	4		4	2/25	
2.4	Сложное движение точки.	2	11-12	4	4		3	2/25	
3.1	Динамика материальной точки	2	11-13	2	2		3	1/25	Рейтинг-контроль №3
3.2	Механическая система. Динамика центра масс системы	2	14	2	2		3	1/25	
3.3	Энергия механической системы	2	13-15	2	2		3	1/25	
3.4	Принцип Даламбера	2	16	2	2		2	1/25	
3.5	Принцип возможных перемещений	2	15-17	2	2		2	1/25	
3.6	Уравнения Лагранжа	2	17-18	2	2		2	1/25	
<b>Всего за 2 семестр</b>									Экзамен (27 час)
<b>Наличие в дисциплине КП/КР</b>									
<b>Итого по дисциплине</b>				36	36		45	23/32	

## 4.2. Содержание лекционных занятий по дисциплине

- Тема 1.1. Основные понятия и определения. Система сходящихся сил. Характеристика задач теоретической механики. Основные понятия и определения. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Сложение системы сходящихся сил. Аналитическое определение равнодействующей. Уравнение равновесия системы сходящихся сил.
- Тема 1.2. Теория моментов. Теория пар.  
Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси. Пар сил. Момент пары. Свойства пар.
- Тема 1.3. Произвольная система сил.  
Главный вектор и главный момент системы сил. Приведение силы к точке. Сложение сил, произвольно расположенных в пространстве. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Уравнение равновесия механической системы под действием произвольной системы сил, системы параллельных сил, плоской системы сил.
- Тема 1.4. Центр тяжести.  
Сложение параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести тела и его координаты. Способы определения координат центра тяжести. Распределённые силы.
- Тема 1.5. Трение.  
Трение скольжения. Трение качения. Равновесие тел при наличии трения.
- Тема 2.1. Кинематика точки.  
Способы задания движения точки. Скорость точки. Ускорение точки.
- Тема 2.2. Простейшие движения твёрдого тела.  
Поступательное движение твёрдого тела. Траектории, скорости и ускорения точек тела при поступательном движении. Вращательное движение твёрдого тела. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Распределение скоростей и ускорений точек тела при вращательном движении.
- Тема 2.3. Плоское движение твёрдого тела.  
Закон плоского движения твёрдого тела. Скорости точек тела. Мгновенный центр скоростей и его свойства. Ускорение точек тела. Мгновенный центр ускорений.
- Тема 2.4. Сложное движение точки.  
Задача сложного движения точки. Абсолютное, относительное и переносное движения. Абсолютная скорость точки. Теорема сложения скоростей. Абсолютное ускорение точки. Теорема о сложении ускорений. Ускорение Кориолиса.
- Тема 3.1. Динамика материальной точки.  
Аксиомы динамики. Две задачи материальной точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
- Тема 3.2. Механическая система. Динамика центра масс системы.  
Механическая система. Основные определения и характеристики. Теорема о движении центра масс механической системы.
- Тема 3.3. Энергия механической системы.  
Энергия механической системы. Работа силы. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
- Тема 3.4. Принцип Даламбера.  
Принцип Даламбера. Главный вектор и главный момент сил инерции. Метод кинестатики и уравнения динамического равновесия механической системы. Частные случаи. Приведения сил инерции при различных видах движения твёрдого тела.
- Тема 3.5. Принцип возможных перемещений.  
Возможные перемещения. Классификация связей. Возможная работа силы. Условие идеальности связи. Принцип возможных перемещений.
- Тема 3.6. Уравнение Лагранжа.  
Обобщённые координаты. Обобщённые силы. Уравнения равновесия механической системы в обобщённых координатах. Устойчивость равновесия консервативной системы. Уравнения Лагранжа второго рода.

## 4.3. Содержание практических занятий по дисциплине



- Тема 1.1. Основные понятия и определения. Система сходящихся сил.  
Система сходящихся сил (2 час.)
- Тема 1.2. Теория моментов. Теория пар.  
Произвольная плоская система сил (2 час.)  
Равновесие системы тел под действием произвольной плоской системы сил (2 час.)  
Равновесие системы тел под действием плоской системы сил (2 час.)
- Тема 1.3. Произвольная система сил.  
Произвольная система сил (2 час.)
- Тема 1.4. Центр тяжести.  
Определение координат центров тяжести (2 час.)
- Тема 2.1. Кинематика точки.  
Кинематика точки (2 час.)
- Тема 2.2. Простейшие движения твёрдого тела.  
Вращательно движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси (2 час.)
- Тема 2.3. Плоское движение твёрдого тела.  
Плоское движение твёрдого тела. Определение скоростей точек тела (2 час.)  
Плоское движение твёрдого тела. Определение ускорений точек тела (2 час.)
- Тема 2.4. Сложное движение точки.  
Сложное движение точки. Определение абсолютной скорости точки (2 час.)  
Сложное движение точки. Определение абсолютного ускорения точки (2 час.)
- Тема 3.1. Динамика материальной точки.  
Динамика материальной точки (2 час.)
- Тема 3.2. Механическая система. Динамика центра масс системы.  
Теорема о движении центра масс механической системы (2 час.)
- Тема 3.3. Энергия механической системы.  
Теорема об изменении кинетической энергии механической системы (2 час.)
- Тема 3.4. Принцип Даламбера.  
Принцип Даламбера (2 час.)
- Тема 3.5. Принцип возможных перемещений.  
Принцип возможных перемещений (2 час.)
- Тема 3.6. Уравнение Лагранжа.  
Уравнения Лагранжа второго рода (2 час.)

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Теоретическая механика» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применение активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема № 1.1, 1.5, 2.2, 3.1, 3.5);
- Анализ ситуаций (тема № 1.2, 2.1, 3.3);
- Применение имитационных моделей (тема № 1.3, 2.4, 3.2, 3.6);
- Разбор конкретный ситуаций (тема № 1.4, 2.3, 3.4).

Мультимедийные технологии применяются при чтении лекций.

Лекции и практические занятия по теоретической механике традиционно сопровождаются большим количеством примеров прикладных задач. Типовая методика их решения предусматривает анализ и разбор на основе накопленного опыта конкретных ситуаций, которые в профессиональной деятельности обучающихся могут потребовать принятия аналогичных решений.

Метод индивидуального обучения применяется на плановых еженедельных консультациях, при защите расчетно-графических работ и проведении рейтинг-контроля в режиме собеседования.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости студентов и аттестация по итогам освоения дисциплины осуществляются в соответствии с действующим в ВлГУ положением.

### 6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Формой текущего контроля успеваемости является рейтинг-контроль. Может проводиться в форме устного опроса и тестирования на практических занятиях, собеседования при защите индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) на консультациях.

### Задания и вопросы к рейтинг-контролю №1

#### Раздел 1. Статика.

#### 1.1. Основные понятия и определения. Система сходящихся сил.

##### *Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля*

1. Что является предметом изучения теоретической механики?
2. Какое движение называется механическим движением?
3. Какое взаимодействие называется механическим взаимодействием?
4. Какие модели материальных тел используются в теоретической механике?
5. Что называется материальной точкой?
6. Что называется абсолютно твёрдым телом?
7. Что называется механической системой?
8. Что называется системой отсчёта?
9. Что изучается в разделе «Статика»?
10. Что понимается под состоянием равновесия материального тела в статике?
11. Какое состояние равновесия материального тела называется абсолютным, какое относительным?
12. Что называется силой?
13. Чем характеризуется сила?
14. Какое материальное тело называется свободным, какое несвободным?
15. Какие системы сил называются эквивалентными?
16. Какая система сил эквивалентна нулю?
17. Какая сила называется равнодействующей?
18. Какие силы называются внешними, какие внутренними?
19. Изменится ли состояние свободного твёрдого тела если силу приложенную в какой-либо его точке перенести в любую другую точку тела?
20. Сформулируйте аксиомы статики.
21. Что называется связью?
22. Перечислите основные типы связей.
23. Что называется реакцией связи?
24. Как направляются реакции основных типов связей?
25. Какому правилу подчиняется направление реакции связи в общем случае?
26. Какие силы называются активными?
27. Чему равна проекция вектора силы на ось?
28. Когда проекция вектора силы на ось равна нулю?
29. Чему равна проекция вектора силы на плоскость?
30. Когда проекция вектора силы на плоскость равна нулю?
31. В чем заключается метод двойного проектирования вектора силы на ось?



32. Какой вид имеют необходимые и достаточные уравнения равновесия для пространственной системы сходящихся сил, плоской системы сходящихся сил?

**Тестовые задания**

**Пример теста СН1**

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

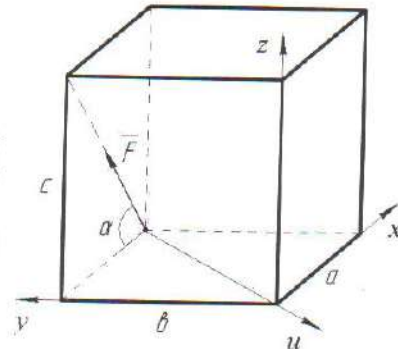
Тест СН1.

Тема: «Проекция вектора силы на ось».

Вариант 30.

Дано: сила  $\vec{F}$  расположена в одной из граней прямоугольного параллелепипеда. Модуль силы  $F$  и угол  $\alpha$  следует считать известными.

Вопрос: «На какую из осей X, Y, Z или u проекция силы  $\vec{F}$  найдена правильно?»



Варианты ответов:

- |           |                        |                                 |
|-----------|------------------------|---------------------------------|
|           | на ось X:              | на ось Y:                       |
| <b>A:</b> | $F_x = -F \sin \alpha$ | <b>B:</b> $F_y = F \cos \alpha$ |
|           | на ось Z:              | на ось u:                       |
| <b>C:</b> | $F_z = F \sin \alpha$  | <b>D:</b> $F_u = 0$             |

**Пример теста СН5**

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

Тест СН 5.

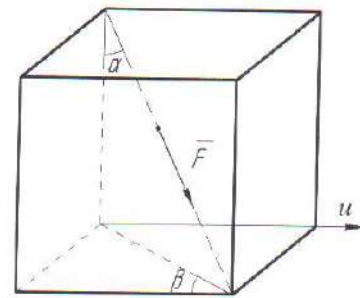
Тема: «Проекция вектора силы на плоскость и на ось. Двойное проектирование».

Вариант 30.

Дано: сила  $F$  направлена вдоль диагонали прямоугольного параллелепипеда.

Модуль силы  $F$ , углы  $\alpha$  и  $\beta$  следует считать известными.

Вопрос: «Чему равна проекция силы  $\vec{F}$  на ось u?»



Варианты ответов:

- |   |   |
|---|---|
| <b>A:</b> $F_u = -F \sin \alpha \sin \beta$ | <b>C:</b> $F_u = F \cos \alpha \sin \beta$  |
| <b>B:</b> $F_u = F \sin \alpha \cos \beta$  | <b>D:</b> $F_u = -F \cos \alpha \cos \beta$ |

**1.2. Теория моментов. Теория пар.**

**Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля**

1. Какие существуют формы уравнения равновесия для произвольной плоской системы сил?
2. Чему равен алгебраический момент силы относительно точки?
3. Когда алгебраический момент силы относительно точки положительный, отрицательный, равен нулю?
4. Как формулируется теорема Вариньона о моменте равнодействующей для случая плоской системы сил?
5. Когда выгодно применять теорему Вариньона о моменте равнодействующей?
6. Какая система сил называется парой?



7. Чем характеризуется пара сил?
8. Чему равен момент пары?
9. Относительно каких точек момент пары имеет одну и ту же величину?
10. Чему равна сумма проекций сил пары на ось?
11. Как направляется реакция шарнирно-подвижной опоры, шарнирно-неподвижной опоры, глухой заделки?

### Тестовые задания

#### Пример теста СН2

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

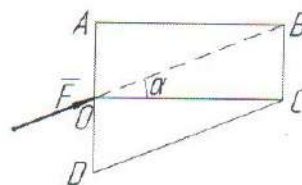
Тест СН2.

Тема: «Момент силы относительно точки».

Вариант 30.

Дано: модуль силы  $\bar{F}$ , угол  $\alpha$ , геометрические размеры прямоугольника ABCO и треугольника CDO следует считать известными.

Вопрос: «Относительно какой из точек A, B, C или D момент силы  $\bar{F}$  найден правильно?»



Варианты ответов:

**A:**  $M_A(\bar{F}) = -F(AO) \sin \alpha$

**B:**  $M_B(\bar{F}) = F(BC) \cos \alpha$

**C:**  $M_C(\bar{F}) = 0$

**D:**  $M_D(\bar{F}) = -F(DO) \cos \alpha$

#### Пример теста СН3

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

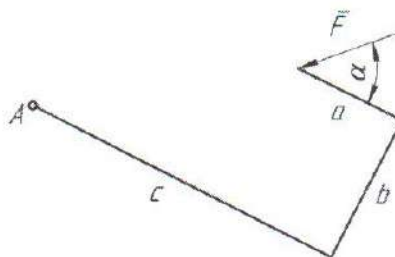
Тест СН3.

Тема: «Теорема Вариньона о моменте равнодействующей».

Вариант 30.

Дано: модуль силы  $\bar{F}$ , угол  $\alpha$ , размеры  $a$ ,  $b$ ,  $c$ .

Вопрос: «Чему равен алгебраический момент силы  $\bar{F}$  относительно точки A?»



Варианты ответов:

**A:**  $M_A(\bar{F}) = -Fb \sin \alpha + F(c-a) \cos \alpha$

**C:**  $M_A(\bar{F}) = F \sqrt{b^2 + (c-a)^2}$

**B:**  $M_A(\bar{F}) = -Fc \sin \alpha + F(a+b) \cos \alpha$

**D:**  $M_A(\bar{F}) = -F(c-a) \sin \alpha + Fb \cos \alpha$

### 1.3. Произвольная система сил.

#### Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля

1. Какой вид имеют уравнения равновесия для произвольной системы сил, пространственной системы параллельных сил?
2. Чему равен момент силы относительно оси?

3. Какой последовательности действий следует придерживаться при вычислении моменты силы относительно оси?
4. Когда момент силы относительно оси равен нулю?
5. Чему равен момент пары сил относительно оси?
6. Как направлен вектор момента пары?
7. Когда момент пары относительно оси равен нулю?
8. Какая зависимость существует между моментом силы относительно оси и момент силы относительно произвольной точки на этой оси?
9. Как направлен вектор момента силы относительно точки?
10. В чем отличие главного вектора произвольной системы сил от равнодействующей?
11. Чему равен момент равнодействующей произвольной системы сил относительно оси?

### Тестовые задания

#### Пример теста СН4

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

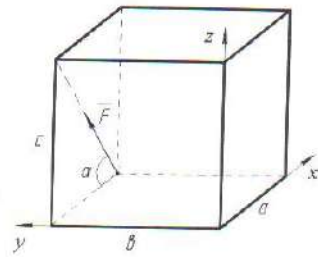
Тест СН 4.

Тема: «Момент силы относительно оси».

Вариант 30.

Дано: модуль силы  $F$ , угол  $\alpha$ , геометрические размеры  $a$ ,  $b$ ,  $c$  прямоугольного параллелепипеда.

Вопрос: «Чему равен момент силы  $\vec{F}$  относительно оси  $y$ ?»



Варианты ответов:

**A:**  $M_y(\vec{F}) = F(a \sin \alpha + c \cos \alpha)$

**C:**  $M_y(\vec{F}) = -F a \sin \alpha$

**B:**  $M_y(\vec{F}) = 0$

**D:**  $M_y(\vec{F}) = F c \cos \alpha$

#### Пример теста СН6

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

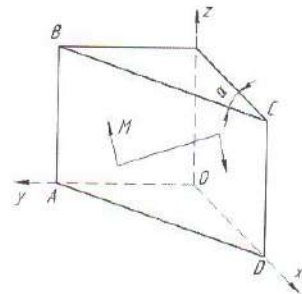
Тест СН 6.

Тема: «Момент пары сил относительно оси».

Вариант 30.

Дано: пара сил расположена в плоскости ABCD треугольной призмы. Модуль момента пары  $M$  и угол  $\alpha$  следует считать известными.

Вопрос: «Чему равен момент пары сил относительно оси  $Z$ ?»



Варианты ответов:

**A:**  $M_z = -M \cos \alpha$

**C:**  $M_z = M$

**B:**  $M_z = 0$

**D:**  $M_z = M \sin \alpha$

#### 1.4. Центр тяжести.

#### Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля

1. Чему равен модуль равнодействующей двух параллельных сил, направленных в одну сторону, в разные стороны?
2. В какой точке приложена равнодействующая двух параллельных сил, направленных в одну сторону, в разные стороны?



3. Что называется центром параллельных сил?
4. Что называется центром тяжести?
5. По какой формуле определяется радиус вектор центра тяжести?
6. По каким формулам определяются декартовы координаты центра тяжести?
7. По каким формулам определяются декартовы координаты центра тяжести однородного тела (объёма, плоской фигуры, линии)?
8. Какие известны методы нахождения центра тяжести?
9. В чём заключается метод симметрии?
10. В чём заключается метод разбиения?
11. В чём заключается метод отрицательных весов (объёмов, площадей)?
12. Как экспериментально определить положение центра тяжести пластины произвольной формы?
13. Где находится центр тяжести треугольника?
14. Где находится центр тяжести дуги окружности?
15. Где находится центр тяжести кругового сектора?
16. Как определить модуль, направление и линию действия равнодействующей системы параллельных сил, распределённых по закону прямоугольника, треугольника, трапеции?
17. Что называется интенсивностью системы распределённых сил?
18. Какую размерность имеет интенсивность системы сил распределённых по объёму, по площади или по длине?

### 1.5. Трение.

#### *Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля*

1. Сила трения скольжения является активной силой или реакцией связи?
2. В какой плоскости расположена, и в какую сторону направлена сила трения скольжения?
3. Зависит ли сила трения при покое тела от активных сил?
4. В каком диапазоне заключён модуль силы трения при покое тела?
5. Чему равна величина максимальной силы трения скольжения?
6. Зависит ли максимальная сила трения скольжения от площади соприкасающихся поверхностей при прочих равных условиях?
7. Какую размерность имеет коэффициент трения скольжения?
8. От чего зависит коэффициент трения скольжения?
9. Как устанавливается величина коэффициента трения скольжения?
10. Какой угол называется углом трения?
11. Какая зависимость между углом трения и коэффициентом трения скольжения?
12. Что такое конус трения?
13. Как формулируется условие равновесия тела на шероховатой поверхности?
14. При каком условии тело начинает движение по шероховатой поверхности?
15. Какими причинами можно объяснить сопротивление качению?
16. Сопротивление качению характеризуется силой или парой?
17. Чему равен момент сопротивления качению?
18. Какую размерность имеет коэффициент трения качения?
19. От чего зависит коэффициент трения качения?

### **Задания и вопросы к рейтинг-контролю №2**

#### **Раздел 2. Кинематика.**

##### **2.1. Кинематика точки.**

#### *Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля*

1. Какое движение называется вращательным движением твердого тела вокруг неподвижной оси?
2. Какой вид имеет закон вращательного движения твердого тела?
3. Как по заданному закону вращательного движения тела определить величину и направление его угловой скорости, углового ускорения?
4. Как направить вектор угловой скорости, углового ускорения?
5. Как определить направление вращения тела?
6. Как найти величину скорости и направление вектора скорости произвольной точки вращающегося твердого тела?
7. Как найти величину ускорения и направление вектора ускорения произвольной точки вращающегося твердого тела?

### Тестовые задания

#### Пример теста КН1

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 2 «Кинематика».

Тест КН 1.

Тема: «Кинематика точки».

Вариант 30.

Дано: точка движется по окружности радиуса  $R = 3$  м согласно закону  $S = (t + t^2)$  м.

Вопрос: «Чему равно ускорение  $W$  точки при  $t = 1$  с?»

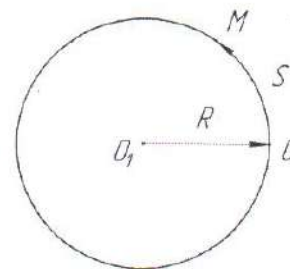
Варианты ответов:

**A:**  $10 \text{ м/с}^2$

**B:**  $5 \text{ м/с}^2$

**C:**  $\sqrt{13} \text{ м/с}^2$

**D:**  $\sqrt{5} \text{ м/с}^2$



#### 2.2. Простейшие движения твердого тела.

##### Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля

1. Какое движение называется вращательным движением твердого тела вокруг неподвижной оси?
2. Какой вид имеет закон вращательного движения твердого тела?
3. Как по заданному закону вращательного движения тела определить величину и направление его угловой скорости, углового ускорения?
4. Как направить вектор угловой скорости, углового ускорения?
5. Как определить направление вращения тела?
6. Как найти величину скорости и направление вектора скорости произвольной точки вращающегося твердого тела?
7. Как найти величину ускорения и направление вектора ускорения произвольной точки вращающегося твердого тела?

### Тестовые задания

#### Пример теста КН2

Дисциплина: «Теоретическая механика»

Раздел 2 «Кинематика»



Тест КН2

Тема: «Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси».

Вариант 30.

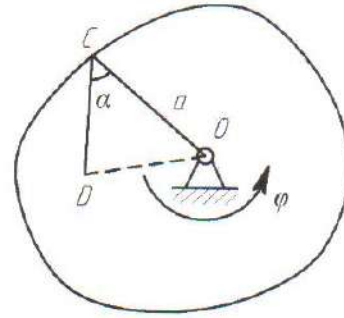
Дано:  $\varphi = t^2 + 2 \cdot t$ ;  $t = 1$  с;  $a = 0.4$  м;  $\alpha = 60^\circ$ ;  $\angle CDO = 90^\circ$ .

Вопрос: «Определить скорость и ускорение точки D?»

Варианты ответов:

1: 2.6 м/с    3: 6.5 м/с<sup>2</sup>    5: 8.6 м/с

2: 1.4 м/с    4: 5.6 м/с<sup>2</sup>    6: 10.3 м/с<sup>2</sup>



### 2.3. Плоское движение твердого тела

#### Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля

1. Какое движение твердого тела называется плоским?
2. Какой вид имеют уравнения плоского движения твердого тела?
3. Какой вид имеет формула сложения скоростей при плоском движении тела?
4. Как с помощью формулы сложения скоростей при плоском движении тела аналитически определить модуль и направление вектора скорости произвольной его точки?
5. Какая скорость имеет обозначение  $\vec{v}_{BA}$ , как направлен вектор этой скорости, как найти величину этой скорости?
6. Что называется мгновенным центром скоростей?
7. Какие существуют способы определения положения мгновенного центра скоростей?
8. Как найти скорость произвольной точки тела с помощью мгновенного центра скоростей?
9. Как определить величину и направление угловой скорости тела при плоском движении?
10. Какой вид имеет формула сложения ускорений при плоском движении тела?
11. Векторы каких ускорений имеют обозначения  $\vec{w}_{BA}$ ,  $\vec{w}_{BA}^t$ ,  $\vec{w}_{BA}^n$ ?
12. Как определить модуль и направление вектора ускорения  $\vec{w}_{BA}^t$ ?
13. Как определить модуль и направление вектора ускорения  $\vec{w}_{BA}^n$ ?
14. Как определить модуль и направление вектора ускорения  $\vec{w}_{BA}$ ?
15. Как с помощью формулы сложения ускорений при плоском движении тела аналитически определить модуль и направление вектора ускорения произвольной его точки?
16. Что называется мгновенным центром ускорений?
17. Какие существуют способы определения положения мгновенного центра ускорений?
18. Как с помощью мгновенного центра ускорений найти ускорение произвольной точки тела?
19. Как определить величину и направление углового ускорения тела при плоском движении?

### 2.4. Сложное движение точки

#### Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля

1. Какое движение точки называется абсолютным, какое - относительным?
2. Какое движение называется переносным?
3. Что называется переносной скоростью точки?
4. Как формулируется теорема о сложении скоростей при сложном движении точки?
5. Как направить вектор абсолютной скорости точки при ее сложном движении?
6. Как аналитически определить модуль и направление вектора абсолютной скорости точки при ее сложном движении?
7. Как формулируется теорема о сложении ускорений при сложном движении точки?

8. Как аналитически определить модуль и направление вектора абсолютного ускорения точки при ее сложном движении?
9. Как найти модуль абсолютного ускорения точки?
10. Как найти ускорение Кориолиса?
11. Как направить вектор ускорения Кориолиса?
12. В каких случаях ускорение Кориолиса равно нулю?

### Задания и вопросы к рейтинг-контролю №3

#### Раздел 3. Динамика.

##### 3.1. Динамика материальной точки.

##### *Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля*

1. Как формулируется каждая из аксиом динамики материальной точки?
2. Какая система отчета называется инерциальной, например?
3. Какое уравнение называется основным уравнением динамики материальной точки?
4. Какой вид имеют дифференциальные уравнения движения материальной точки в координатной форме, в естественной форме?
5. Как формулируется первая задача динамики материальной точки?
6. Как формулируется вторая задача динамики материальной точки?
7. Какая из двух основных задач динамики материальной точки освободится к кинематическому решению?
8. В какой последовательности рекомендуется решать вторую задачу динамики материальной точки?
9. Определяет ли задание сил движение материальной точки однозначно?
10. Сколько начальных условий и каких необходимо задать для определения закона движения материальной точки под действием сил?

##### *Тестовые задания*

##### Пример теста ДН1

Дисциплина: «Теоретическая механика»

Раздел 3 «Динамика»

Тест ДН1.

Тема: «Динамика материальной точки в инерциальной системе отсчета».

Вариант №30

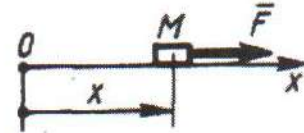
Дано: тело М массой 2 кг движется прямолинейно по закону  $x = 10\sin 2t$  м. под действием силы  $F$ .

Вопрос: «Чему равно наибольшее значение силы  $F$ ?»

Варианты ответов:

**A:** 122 Н      **B:** 80 Н

**C:** 120 Н      **D:** 82 Н



##### 3.2. Механическая система. Динамика центра масс системы

##### *Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля*

1. Что называется механической системой?
2. Что называется центром масс системы?
3. Как найти координаты центра масс системы?
4. Как называются силы взаимодействия между материальными точками системы?



5. Чему равны главный вектор и главный момент внутренних сил системы?
6. Что называется моментом инерции тела относительно оси?
7. Как формулируется теорема о моментах инерции тела относительно параллельных осей?
8. Как формулируется теорема о движении центра масс механической системы?
9. Могут ли внутренние силы изменить движение центра масс системы?
10. Могут ли внутренние силы изменить движение отдельных материальных точек или тел системы?
11. Может ли двигаться центр масс, если на систему не действуют внешние силы?
12. Как будет двигаться центр масс системы под действием уравновешенной системы внешних сил?
13. Как будет двигаться материальное тело и его центр масс под действием пары сил?

### 3.3. Энергия механической системы

#### *Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля*

1. Что называется кинетической энергией материальной точки, механической системы?
2. Когда кинетическая энергия материальной точки равна нулю?
3. По какой формуле вычисляется кинетическая энергия твердого тела при его поступательном движении, вращательном движении, плоском движении?
4. Как формулируется теорема Кенига по кинетической энергии механической системы в общем случае ее движения?
5. по какой формуле можно вычислить работу постоянной силы на конечном прямолинейном перемещении ее точки приложения?
6. Когда работа силы равна нулю?
7. Как вычислить работу переменной силы на конечном криволинейном перемещении ее точки приложения?
8. Какой вид имеет аналитическое выражение элементарной работы силы через проекции вектора силы на оси?
9. По какой формуле можно вычислить работу силы тяжести, силы упругости?
10. Когда работа силы тяжести положительная, отрицательная, равна нулю?
11. Как работа силы тяжести зависит от траектории перемещения центра тяжести тела?
12. По какой формуле можно вычислить работу пары сил приложенной к вращающемуся твердому телу?
13. Как формулируется теорема об изменении кинетической энергии механической системы в интегральной форме?
14. При движении какой механической системы внутренние силы не оказывают влияния на изменение ее кинетической энергии, например?

### 3.4. Принцип Даламбера.

#### *Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля*

1. Чему равен модуль и как направлен вектор силы инерции материальной точки?
2. Чему равен модуль главного вектора силы инерции механической системы и как он направлен?
3. Чему равен и как направлен главный момент силы инерции механической системы?
4. К чему приводятся силы инерции материальных точек тела при его поступательном движении?
5. К чему приводятся силы инерции материальных точек тела при его вращательном движении вокруг неподвижной центральной оси перпендикулярной плоскости симметрии?
6. К чему приводятся силы инерции материальных точек тела при его плоском движении?
7. Как формулируется принцип Даламбера для механической системы?

8. Какой вид имеют уравнения динамического равновесия механической системы, движущейся под действием произвольной системы сил?

#### Тестовые задания

##### Пример теста ДН2

Дисциплина: «Теоретическая механика»

Раздел 3 «Динамика»

Тест ДН2.

Тема: «Принцип Даламбера».

Вариант № 30

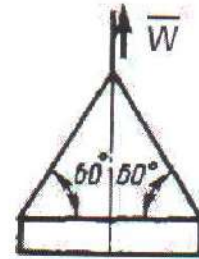
Дано: строительную деталь массой  $m = 600$  кг поднимают с ускорением  $W = 1,5$  м/с<sup>2</sup>.

Вопрос: «Чему равна сила (в кН) натяжения наклонных ветвей подъемных канатов?»

Варианты ответов:

**A:** 6.92 кН    **B:** 10 кН

**C:** 3.92 кН    **D:** 3.62 кН



### 3.5. Принцип возможных перемещений

#### Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля

1. Как формулируется принцип возможных перемещений?
2. Какое перемещение материальной точки называется возможным?
3. Какое перемещение материальной точки называется действительным?
4. Какие связи называются стационарными?
5. Чему равна возможная работа силы?
6. Какие связи называются идеальными?
7. При каких связях действительное перемещение является одним из возможных?

### 3.6. Уравнения Лагранжа.

#### Контрольные вопросы и вопросы для самоконтроля

1. Что называется обобщенными координатами механической системы?
2. Чему равно число степеней свободы механической системы?
3. Как вычисляется обобщенная сила?
4. Какую размерность может иметь обобщенная сила, например?
5. От чего зависит размерность обобщенной силы?
6. Какой вид имеют условия равновесия механической системы в обобщенных координатах?
7. Как оценить устойчивость положения равновесия консервативной механической системы с одной степенью свободы?
8. Какой вид имеют уравнения Лагранжа второго рода для механической системы?
9. Какой порядок имеет система дифференциальных уравнений в обобщенных координатах для механической системы имеющей  $k$  степеней свободы?

#### Тестовые задания

##### Пример теста ДН3

Дисциплина: «Теоретическая механика»

Раздел 3 «Динамика»



Тест ДНЗ

Тема: «Уравнения Лагранжа».

Вариант № 30

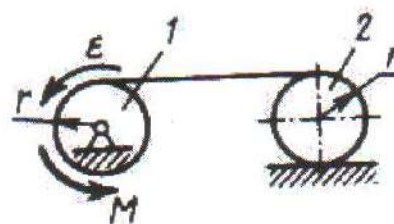
Дано: барабан 1 и каток 2 - однородные цилиндры одинакового радиуса  $r = 0,2$  м, массы тел  $m_1 = m_2 = 2$  кг. Барабан 1 вращается с угловым ускорением  $\varepsilon = 1$  рад/с<sup>2</sup>.

Вопрос: «Чему равен модуль постоянного момента  $M$  пары сил?»

Варианты ответов:

A: 0.1 Н м      B: 0.15 Н м

C: 0.07 Н м      D: 0,075 Н м



## 6.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По окончании обучения проводится экзамен по дисциплине в письменной форме. Студент пишет ответы на вопросы экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны фамилия, имя, отчество студента, шифр студенческой группы, дата проведения экзамена, номер экзаменационного билета. Листы ответов должны быть подписаны студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета.

Экзаменационный билет состоит из 2-х теоретических вопросов и задачи. При этом каждый билет составлен так, что он позволяет контролировать знания студентов из трёх различных разделов дисциплины. Билеты не содержат повторяющихся вопросов или задач. Например, если первый теоретический вопрос билета из раздела 2 кинематика, второй – из раздела динамика, то задача должна быть из раздела статика.

### Вопросы к экзамену

#### Раздел 1. Статика

1. Аксиомы статики.
2. Сложение системы сходящихся сил. Аналитическое определение равнодействующей. Уравнения равновесия системы сходящихся сил.
3. Момент силы относительно точки.
4. Момент силы относительно оси.
5. Пара сил. Момент пары сил.
6. Пара сил. Свойства пар.
7. Главный вектор и главный момент системы сил. Аналитическое определение главного вектора и главного момента.
8. Приведение силы к точке. Сложение сил произвольно расположенных в пространстве.
9. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.
10. Уравнения равновесия механической системы под действием произвольной системы сил.
11. Уравнения равновесия системы параллельных сил, произвольной плоской системы сил.
12. Центр тяжести тела и его координаты.
13. Способы определения координат центров тяжести.
14. Трение скольжения.
15. Трение качения.

#### Раздел 2. Кинематика

1. Векторный и координатный способы задания движения точки. Определение скорости и ускорения точки при векторном и координатном способах задания движения.
2. Естественный способ задания движения точки. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания движения.

3. Поступательное движение твёрдого тела. Траектории, скорости и ускорения точек тела при поступательном движении.
4. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Закон движения, угловая скорость и угловое ускорение тела. Векторы угловой скорости и углового ускорения твёрдого тела.
5. Распределение скоростей и ускорений точек тела при вращательном движении.
6. Плоское движение твёрдого тела. Закон движения. Скорости точек тела. Формула сложения скоростей.
7. Мгновенный центр скоростей и его свойства. Способы нахождения положения мгновенного центра скоростей.
8. Ускорения точек тела при плоском движении. Формула сложения ускорений.
9. Мгновенный центр ускорений и его свойства.
10. Сложное движение точки. Теорема сложения скоростей.
11. Сложное движение точки. Теорема сложения ускорений.
12. Ускорение Кориолиса.

### Раздел 3. Динамика

1. Аксиомы динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
2. Две задачи динамики материальной точки.
3. Теорема о движении центра масс механической системы и следствия из теоремы.
4. Работа силы на конечном перемещении. Элементарная работа силы.
5. Работа силы тяжести, работа силы упругости.
6. Работа силы, приложенной к вращающемуся твёрдому телу, работа пары сил.
7. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы. Кинетическая энергия твёрдого тела при различных видах движения.
8. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
9. Потенциальная энергия материальной точки и механической системы.
10. Принцип Даламбера. Главный вектор и главный момент сил инерции.
11. Метод кинестатики и уравнения динамического равновесия механической системы. Частные случаи приведения сил инерции при различных видах движения твёрдого тела.
12. Возможные перемещения. Возможная работа силы. Условие идеальности связи.
13. Принцип возможных перемещений.
14. Обобщённые координаты. Обобщённые силы.
15. Уравнение равновесия механической системы в обобщённых координатах. Устойчивость равновесия консервативной системы.
16. Уравнения Лагранжа второго рода.