

**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)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта



\_\_\_\_\_ А.И. Елкин

\_\_\_\_\_ 20 21 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и  
производств»  
Направленность (профиль) подготовки Проектирование и эксплуатация  
автоматизированных производств

**Владимир**

**2021**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями теоретической механики являются изучение тех общих законов, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел и возникающие при этом взаимодействия между телами, а также овладение основными алгоритмами исследования равновесия и движения механических систем. На данной основе становится возможным построение и исследование механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления. Помимо этого, при изучении теоретической механики вырабатываются навыки практического использования методов, предназначенных для математического моделирования движения систем твёрдых тел.

Задачами курса теоретической механики являются:

- ознакомление студентов с историей и логикой развития теоретической механики;
- изучение механической компоненты современной естественнонаучной картины мира, понятий и законов теоретической механики;
- овладение важнейшими методами решения научно-технических задач в области механики, основными алгоритмами математического моделирования механических явлений;
- формирование устойчивых навыков по применению фундаментальных положений теоретической механики при научном анализе ситуаций, с которыми выпускнику приходится сталкиваться в ходе создания новой техники и новых технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теоретическая механика» Б1.О.18 относится к блоку 1 обязательной части учебного плана подготовки бакалавров.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций):

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции   |  | Наименование оценочного средства                                    |
|--|--|--|---|
|  | Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)  | Результаты обучения по дисциплине  |   |
| ОПК-1<br>Применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | ОПК-1.1. Знает методы анализа технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления, основные схемы автоматизации типовых технологических объектов отрасли, структуры и функции автоматизированных систем управления.<br>ОПК-1.2. Умеет составлять структурные схемы производств, их математические модели как объектов управления, определять критерии качества функционирования и цели управления.<br>ОПК-1.3. Владеет навыками выбора и проектирования | Знает:<br>- предметное содержание основных разделов теоретической механики, её основные понятия и законы.<br>Умеет:<br>- выполнять схемы (чертежи) технических систем, в том числе машиностроительных изделий.<br>Владеет:<br>- методами выбора и проектирования технологий и исследований в своей профессиональной деятельности на основе естественнонаучных и инженерных знаний. | Тестовые вопросы<br>Отчёт по практической работе<br>Курсовая работа |

|   |   |   |                                     |
|---|---|---|-------------------------------------|
|   | функциональных схем автоматизации технологических процессов.  |   |                                     |
| ПК-6<br>Способен участвовать во внедрении и корректировке технологических процессов, средств и систем автоматизации, управления, контроля, диагностики при подготовке производства новой продукции и оценке её конкурентоспособности. | ПК-6.1. Знает основы эргономики функционирования и цели управления.<br>ПК-6.2. Умеет проверять конструкторскую документацию на средства автоматизации и механизации технологических, подъёмно-транспортных, погрузо-разгрузочных операций.<br>ПК-6.3. Владеет навыками анализа технологических процессов как объектов управления и выбора функциональных схем их автоматизации. | Знает:<br>- физико-математические модели движения типовых механических систем.<br>Умеет:<br>- выполнять исследования и объективно интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений.<br>Владеет:<br>- навыками выбора функциональных схем объектов при их анализе. | Тестовые вопросы<br>Курсовая работа |

## 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет   7   зачётных единиц,  252  часа.

### 4.1. Тематический план (форма обучения - очная)

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником (в часах) |                      |                     |                                 | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|--|---------|-----------------|---|----------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------|---|
|       |  |         |                 | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные работы | в форме практической подготовки |                        |   |
| 1     | <b>СТАТИКА</b>   | 2       |                 | 12  | 6                    |                     | 4                               | 23                     | Рейтинг-контроль №1   |
| 1.1   | Введение. Основные понятия. Аксиомы статики. Связи. Реакции связей.                          |         | 1               | 2   |                      |                     |                                 | 4                      |   |
| 1.2   | Система сходящихся сил.  |         | 2               | 2   | 2                    |                     | 2                               | 4                      |   |
| 1.3   | Система произвольно расположенных сил.   |         | 3-6             | 8   | 4                    |                     | 2                               | 15                     |   |
| 2     | <b>КИНЕМАТИКА</b>  | 2       |                 | 24  | 12                   |                     | 8                               | 40                     | Рейтинг-контроль №2   |
| 2.1   | Способы задания движения точки.  |         | 7-8             | 4   |                      |                     |                                 | 4                      |   |
| 2.2   | Скорость точки.  |         | 9-10            | 4   | 3                    |                     | 2                               | 8                      |   |
| 2.3   | Ускорение точки.   |         | 11-12           | 4   | 3                    |                     | 2                               | 8                      | Рейтинг-контроль №3   |
| 2.4   | Простейшие виды движения твёрдого тела.  |         | 8               | 6   | 3                    |                     | 2                               | 10                     |   |
| 2.5   | Плоскопараллельное движение твёрдого тела.   |         | 9-10            | 6   | 3                    |                     | 2                               | 10                     |   |
|       | <b>Всего за 2 семестр</b>  |         |                 | <b>36</b>   | <b>18</b>            |                     | <b>-</b>                        | <b>63</b>              | <b>Экзамен (27 час.)</b>  |
| 3     | <b>ДИНАМИКА</b>  | 3       |                 | 36  | 18                   |                     | 10                              | 27                     | Рейтинг-контроль №1   |
| 3.1   | Введение. Законы механики. Две задачи динамики точки.  |         | 1               | 2   | 2                    |                     | 0,5                             | 2                      |   |
| 3.2   | Динамика относительного движения точки   |         | 2-3             | 4   | 4                    |                     | 1                               | 3                      |   |
| 3.3   | Введение в динамику механической системы. Геометрия масс.                                    |         | 4               | 2   | 2                    |                     | 0,5                             | 2                      |   |
| 3.4   | Энергия материальной системы. Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы |         | 5-6             | 4   | 4                    |                     | 1                               | 3                      | Рейтинг-контроль №2   |
| 3.5   | Принцип Даламбера.   |         | 7               | 2   | 2                    |                     | 1                               | 2                      |   |
| 3.6   | Принцип возможных перемещений.   |         | 8-9             | 4   | 4                    |                     | 1                               | 2                      |   |
| 3.7   | Общее уравнение динамики.  |         | 10              | 2   | 2                    |                     | 1                               | 2                      |   |
| 3.8   | Дифференциальные уравнения Лагранжа второго рода.  |         | 11-12           | 4   | 4                    |                     | 1                               | 2                      |   |
| 3.9   | Теорема о движении центра масс механической системы  |         | 13-14           | 4   | 4                    |                     | 1                               | 3                      | Рейтинг-контроль №3   |

|                                   |   |       |           |           |   |           |  |
|-----------------------------------|---|-------|-----------|-----------|---|-----------|--|
| 3.10                              | Теорема об изменении количества движения механической системы   | 15-16 | 4         | 4         | 1 | 3         |  |
| 3.11                              | Теорема об изменении кинетического момента механической системы | 17-18 | 4         | 4         | 1 | 3         |  |
| <b>Всего за 3 семестр</b>         |   |       | <b>36</b> | <b>18</b> | - | <b>27</b> | <b>Экзамен (27 час.)</b>   |
| <b>Наличие в дисциплине КП/КР</b> |   |       |           | <b>+</b>  | - |           | <b>Курсовая работа</b>   |
| <b>Итого по дисциплине</b>        |   |       | <b>72</b> | <b>36</b> | - | <b>90</b> | <b>Экзамен (27 час.)<br/>Курсовая работа<br/>Экзамен (27 час.)</b> |

#### 4.2. Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### Раздел 1. СТАТИКА.

Тема 1.1. Введение. Основные понятия. Аксиомы статики. Связи. Реакции связей.

Предмет теоретической механики. Значение механики в естествознании и технике. Механическое движение – одна из форм движения материи. Исторические этапы развития механики. Основные понятия. Аксиомы статики. Связи и реакции связей.

Тема 1.2. Система сходящихся сил.

Геометрический способ определения равнодействующей системы сходящихся сил. Геометрическое условие равновесия. Аналитический способ определения равнодействующей. Аналитические условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил. Момент силы относительно точки и оси. Зависимость между ними. Понятие о паре сил. Момент пары сил как вектор. Теоремы об эквивалентности пар сил. Свойства пар сил. Сложение пар сил, расположенных на плоскости и в пространстве. Условия равновесия системы пар сил.

Тема 1.3. Система произвольно расположенных сил.

Система сил, произвольно расположенных на плоскости. Приведение сил к центру. Главный вектор и главный момент, их вычисление. Аналитические условия и уравнения равновесия произвольной пространственной системы сил, произвольной плоской и системы параллельных сил. Возможные случаи приведения произвольной системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Инварианты статики. Равновесие сочлененной системы тел.

##### Раздел 2. КИНЕМАТИКА.

Тема 2.1. Способы задания движения точки.

Введение в кинематику. Задача кинематики. Кинематика точки. Способы задания движения точки. Уравнения траектории точки.

Тема 2.2. Скорость точки.

Определение скорости при векторном, координатном и естественном способах задания движения точки.

Тема 2.3. Ускорение точки.

Ускорение точки при векторном и координатном способах задания движения. Естественные оси координат. Вектор кривизны, радиус кривизны траектории. Ускорение при естественном способе задания движения точки.

Тема 2.4. Простейшие виды движения твёрдого тела.

Поступательное движение твёрдого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твёрдого тела при поступательном движении. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Уравнения вращения. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорость и ускорения точек тела при вращении вокруг неподвижной оси. Векторные выражения скорости, касательного и нормального ускорения точки вращающегося тела.

Тема 2.5. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.

Разложение движения плоской фигуры на поступательное и вращательное. Уравнения движения плоской фигуры. Определение скоростей точек плоской фигуры Теоремы о скоростях точек фигуры. Свойства скоростей точек фигуры, лежащих на одной прямой. Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью

мгновенного центра скоростей. Определение ускорений точек плоской фигуры. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры. Мгновенный центр ускорений. Способы определения мгновенного центра ускорений. Определение ускорения точек с помощью мгновенного центра ускорений.

### **Раздел 3. ДИНАМИКА.**

Тема 3.1. Введение. Законы механики. Две задачи динамики точки.

Введение в динамику. Предмет динамики. Динамика точки. Основные понятия и определения. Законы механики. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки в декартовых координатах. Естественные уравнения движения. Две основные задачи динамики. Решение первой задачи. Вторая задача динамики. Интегрирование дифференциальных уравнений движения в простейших случаях.

Тема 3.2. Динамика относительного движения точки

Относительное движение точки. Сила инерции. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки.

Тема 3.3. Введение в динамику механической системы. Геометрия масс.

Основные понятия, определения. Центр масс системы. Радиус-вектор и координаты центра масс системы. Классификация сил. Геометрия масс. Радиус инерции. Теорема Штейнера-Гюйгенса. Момент инерции тела относительно оси любого направления. Главные и главные центральные оси инерции. Примеры вычисления моментов инерции однородных тел.

Тема 3.4. Энергия материальной системы. Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.

Работа силы. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы. Закон сохранения энергии.

Тема 3.5. Принцип Даламбера.

Принцип Даламбера для материальной точки и несвободной механической системы. Приведение сил инерции точек твердого тела к центру. Главный вектор и главный момент сил инерции. Приведение сил инерции при поступательном движении тела, вращении вокруг неподвижной оси и плоскопараллельном движении.

Тема 3.6. Принцип Возможных перемещений.

Возможные перемещения. Классификация связей. Уравнение связей. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение статики.

Тема 3.7. Общее уравнение динамики.

Принцип возможных перемещений при движении материальной системы.

Тема 3.8. Дифференциальные уравнения Лагранжа второго рода.

Обобщенные координаты. Обобщенные силы и способы их вычисления. Уравнения равновесия механической системы в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа 2-го рода. Уравнения Лагранжа для консервативных систем. Кинетический потенциал системы.

Тема 3.9. Теорема о движении центра масс механической системы.

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

Тема 3.10. Теорема об изменении количества движения механической системы.

Количество движения системы. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения системы. Закон сохранения количества движения системы.

Тема 3.11. Теорема об изменении кинетического момента механической системы.

Главный момент количества движения системы. Теорема об изменении момента количества движения системы. Закон сохранения главного момента количества движения системы.

### **4.3. Содержание практических занятий по дисциплине**

#### **Раздел 1. СТАТИКА.**

Тема 1.2. Система сходящихся сил.

Система сходящихся сил. Изучение основных понятий статики, аксиом, связей и их реакций.

Тема 1.3. Система произвольно расположенных сил.

Произвольная плоская система сил. Овладение навыками проектирования силы на оси координат и определения момента сил относительно точки и оси.

## **Раздел 2. КИНЕМАТИКА.**

Тема 2.2. Скорость точки.

Кинематика точки: построение траектории движения и скорости точки.

Тема 2.3. Ускорение точки.

Кинематика точки: скорость материальной точки.

Тема 2.4. Простейшие виды движения твёрдого тела.

Определение основных характеристик при простейших видах движения твёрдого тела.

Тема 2.5. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.

Определение основных характеристик при плоскопараллельном движении твёрдого тела.

## **Раздел 3. ДИНАМИКА.**

Тема 3.1. Введение. Законы механики. Две задачи динамики точки.

Изучение двух задач динамики. Составление дифференциальных уравнений движения и их интегрированных форм.

Тема 3.2. Динамика относительного движения точки.

Динамика относительного движения материальной точки. Неинерциальная система отсчёта. Принцип относительности классической механики.

Тема 3.3. Введение в динамику механической системы. Геометрия масс.

Центр масс системы. Геометрия масс. Теорема Штейнера-Гюйгенса. Примеры вычисления моментов инерции однородных тел.

Тема 3.4. Энергия материальной системы. Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.

Определение работы сил. Вычисление кинетической энергии твёрдого тела при различных случаях его движения. Применение теоремы об изменении кинетической энергии материальной системы.

Тема 3.5. Принцип Даламбера.

Знакомство с принципом Даламбера и его применении при решении задач.

Тема 3.6. Принцип возможных перемещений.

Возможные перемещения. Применение принципа возможных перемещений для решения задач статики.

Тема 3.7. Общее уравнение динамики.

Определение кинематических характеристик материальной системы при решении задач на общее уравнение динамики.

Тема 3.8. Дифференциальные уравнения Лагранжа второго рода.

Применение уравнения Лагранжа для составления математической модели механизма.

Тема 3.9. Теорема о движении центра масс механической системы.

Применение теоремы о движении центра масс к исследованию движения механизмов.

Тема 3.10. Теорема об изменении количества движения механической системы.

Применение теоремы об изменении количества движения к определению скорости материальной точки.

Тема 3.11. Теорема об изменении кинетического момента механической системы.

Применение теоремы об изменении кинетического момента к определению угловой скорости твёрдого тела.

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

### 5.1. Текущий контроль успеваемости:

2 семестр

#### Рейтинг-контроль № 1

Раздел 1. Статика.

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?

#### Рейтинг-контроль № 2

Раздел 2. Кинематика.

2.1. Способы задания движения точки.

Текущий контроль уровня знаний студентов по данной теме осуществляется в процессе защиты курсовой работы.

2.2. Скорость точки.

Текущий контроль уровня знаний студентов по данной теме осуществляется в процессе защиты курсовой работы.

2.3. Ускорение точки.

Текущий контроль уровня знаний студентов по данной теме осуществляется в процессе защиты курсовой работы.

#### Рейтинг-контроль № 3



2.4. Простейшие виды движения твёрдого тела.

Задания для письменного тестирования.

В конце практического занятия по данной теме каждому студенту предлагается в течение 10 минут ответить на вопросы теста КН2. Всего имеются 30 вариантов аналогичных тестов.

2.5. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.

Текущий контроль уровня знаний студентов по данной теме осуществляется в процессе устного опроса по следующим вопросам:

1. Плоское движение твёрдого тела. Закон движения. Распределение скоростей точек тела при плоском движении. Формула сложения скоростей. Теорема о проекциях скоростей.
2. Аналитический и геометрический способы нахождения скоростей точек тела при плоском движении. План скоростей и его свойства.
3. Мгновенный центр скоростей и его свойства. Способы нахождения положения мгновенного центра скоростей.
4. Распределение ускорений точек тела при плоском движении. Формула сложения ускорений.
5. Аналитический и геометрический способы нахождения ускорений точек тела при плоском движении. План ускорений.
6. Мгновенный центр ускорений и его свойства. Способы нахождения мгновенного центра ускорений.

### 3 семестр

#### Рейтинг-контроль № 1

1. Аксиомы динамики.
2. Инерциальные системы отсчёта.
3. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
4. Неинерциальные системы отсчёта.
5. Уравнение относительного движения материальной точки.
6. Переносная и кориолисова силы инерции.
7. Принцип относительности Галилея.

#### Рейтинг-контроль № 2

1. Центр масс механической системы.
2. Радиус-вектор и координаты центра масс механической системы.
3. Момент инерции твёрдого тела относительно оси.
8. Принцип Даламбера.
9. Главный вектор и главный момент сил инерции.
10. Элементарная и полная работа силы.
11. Принцип возможных перемещений.
12. Общее уравнение динамики.

#### Рейтинг-контроль № 3

1. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
2. Теорема о движении центра масс механической системы.
3. Количество движения механической системы.
4. Импульс силы.
5. Теорема об изменении количества движения механической системы.
6. Кинетический момент механической системы относительно точки и оси.
7. Понятие об устойчивости равновесия.

### 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

### 2 семестр

#### Вопросы к экзамену

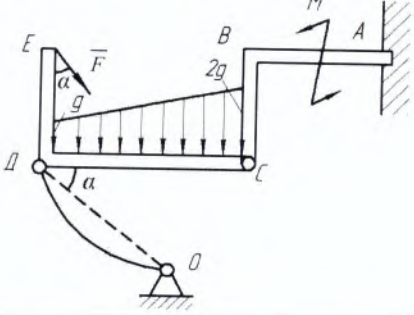
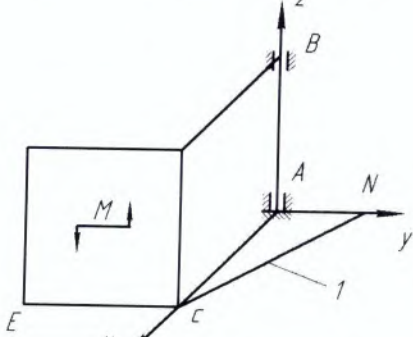
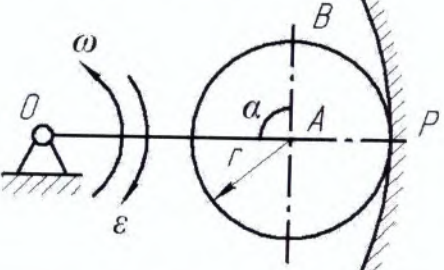
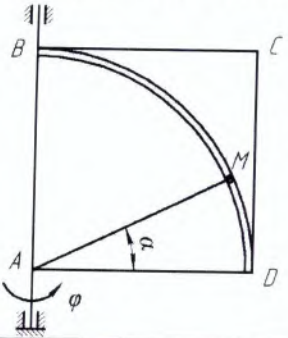
## Раздел 1. Статика.

1. Аксиомы статики. Следствие о переносе силы вдоль её линии действия.
2. Теорема об эквивалентности системы сходящихся сил одной силе. Аналитический способ определения равнодействующей. Условия равновесия системы сходящихся сил.
3. Момент силы относительно точки.
4. Момент силы относительно оси. Зависимость между моментами силы относительно оси и точки на этой оси.
5. Пара сил. Теорема о сумме моментов сил пары. Момент пары сил.
6. Пара сил. Свойства пар. Сложение пар.
7. Главный вектор и главный момент произвольной системы сил. Аналитическое определение главного вектора и главного момента.
8. Приведение силы к точке. Теорема Пуансо об эквивалентности произвольной системы сил силе и паре.
9. Влияние изменения центра приведения на главный момент.
10. Частные случаи приведения произвольной системы сил.
11. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.
12. Уравнения равновесия механической системы под действием произвольной системы сил.

## 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. Распределение скоростей точек тела при плоском движении. Формула сложения скоростей. Теорема о проекциях скоростей.
7. Аналитический и геометрический способы нахождения скоростей точек тела при плоском движении. План скоростей и его свойства.
8. Мгновенный центр скоростей и его свойства. Способы нахождения положения мгновенного центра скоростей.
9. Распределение ускорений точек тела при плоском движении. Формула сложения ускорений.
10. Аналитический и геометрический способы нахождения ускорений точек тела при плоском движении. План ускорений.
11. Мгновенный центр ускорений и его свойства. Способы нахождения мгновенного центра ускорений.
12. Сложное движение точки. Теорема сложения скоростей.
13. Сложное движение точки. Теорема сложения ускорений.
14. Ускорение Кориолиса.

## Тематика и примеры экзаменационных задач

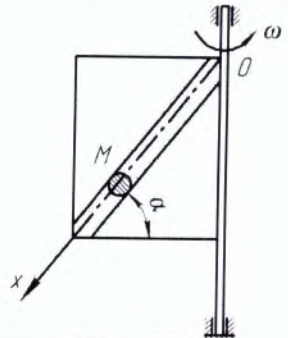
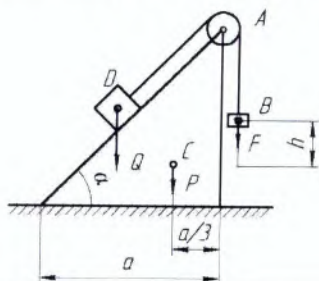
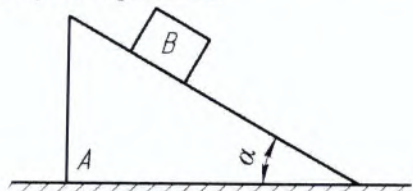
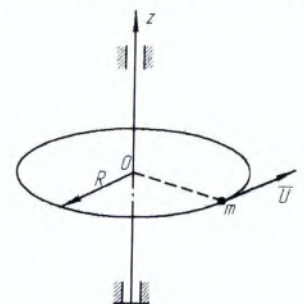
| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Раздел дисциплины  | Пример задачи  |
|-------|---------------------------------|--|--|
| 1     | Статика                         | <p>1. Составление уравнений равновесия для произвольной плоской системы сил (равновесие системы 2-х тел)</p> | <p>Условие задачи:<br/> Дано: <math>F=8</math> кН, <math>M=50</math> кН·м, <math>q=3</math> кН/м, <math>DC=BC=4</math> м, <math>AB=DE=3</math> м, <math>\alpha=30^\circ</math>.<br/> Определить реакции в точках А, С и усилие в стержне ДО.</p>   |
|       |                                 | <p>2. Составление уравнений равновесия для произвольной пространственной системы сил</p>                     | <p>Условие задачи:<br/> Дано: <math>AN=AB=AC=CE=a</math>, <math>M=2P \cdot a</math>, <math>P</math> – вес каждой плиты.<br/> Определить реакции связей в точках А и В, а так усилие в стержне I.</p>    |
| 2     | Кинематика                      | <p>3. Кинематика плоского движения твёрдого тела</p>   | <p>Условие задачи:<br/> Дано: Угловая скорость <math>\omega</math> и угловое ускорение <math>\epsilon</math> кривошипа ОА длиной R; <math>AB=r</math>, <math>\alpha=90^\circ</math>.<br/> Определить, для указанного на рисунке положения механизма, скорости и ускорения точек А и В.</p>   |
|       |                                 | <p>4. Сложное движение точки</p>   | <p>Условие задачи:<br/> Дано: квадратная пластинка вращается вокруг вертикальной оси согласно уравнению <math>\varphi = 0,5\pi \cdot t^2</math> (рад). Вдоль прорези DB, имеющей форму дуги окружности радиусом <math>R=4\sqrt{2}</math> см, движется точка М по закону <math>DM=S=\pi\sqrt{2} t</math> момент времени <math>t=1</math> с абсолютную скорость ускорение точки М.</p>  <p>точка М по (см). На определить и абсолютное</p> |

## 3 семестр

### Раздел 3. Динамика точки.

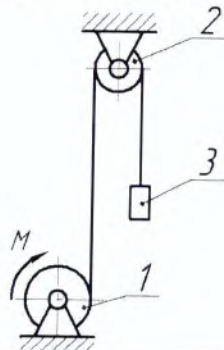
1. Аксиомы динамики. Инерциальные системы отсчёта. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
2. Две задачи динамики материальной точки. Постановка и решение.
3. Неинерциальные системы отсчёта. Уравнение относительного движения материальной точки. Переносная и кориолисова силы инерции. Принцип относительности Галилея.
4. Центр масс механической системы. Радиус-вектор и координаты центра масс механической системы.
5. Момент инерции твёрдого тела относительно оси.
6. Теорема Штейнера-Гюйгенса.
7. Принцип Даламбера и уравнения динамического равновесия для механической системы. Главный вектор и главный момент даламберовых сил инерции.
8. Элементарная и полная работа силы. Работа силы тяжести, работа силы упругости, работа силы, приложенной к вращающемуся твёрдому телу, работа пары сил.
9. Возможные перемещения. Классификация связей. Идеальные связи.
10. Принцип возможных перемещений.
11. Общее уравнение динамики.
12. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы. Теорема Кенига. Кинетическая энергия твёрдого тела при различных видах его движения.
13. Потенциальное силовое поле, силовая функция. Работа силы потенциального поля. Потенциальная энергия материальной точки и механической системы. Закон сохранения полной механической энергии.
14. Обобщённые координаты и скорости. Число степеней свободы. Обобщённые силы и способы их вычисления.
15. Обобщённые силы инерции. Общее уравнение динамики механической системы в обобщённых координатах.
16. Уравнение равновесия механической системы в обобщённых координатах. Устойчивость равновесия механической системы.
17. Дифференциальные уравнения Лагранжа II рода.
18. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
19. Теорема о движении центра масс механической системы и следствия из теоремы.
20. Количество движения механической системы. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения механической системы. Следствия из теоремы.
21. Кинетический момент механической системы относительно точки и оси. Теорема об изменении кинетического момента механической системы относительно неподвижной точки. Следствия из теоремы.

Тематика экзаменационных задач

|   |          |   |   |
|---|----------|---|---|
| 3 | Динамика | <p>1. Динамика относительного движения материальной точки</p>             | <p>Условие задачи:<br/> Дано: <math>m</math> - масса шарика <math>M</math>; <math>\omega</math> - угловая скорость вращения рамки вокруг вертикальной оси.<br/> При <math>t=0</math>, <math>X_0=0</math>, <math>\dot{X}_0=0</math>. Трением пренебречь.<br/> Определить закон относительного движения шарика <math>M</math>.</p>    |
|   |          | <p>2. Теорема о движении центра масс механической системы</p>             | <p>Условие задачи:<br/> Дано: грузы <math>B</math> и <math>D</math> весом <math>F</math> и <math>Q</math>, соответственно, связаны между собой нерастяжимой нитью, перекинутой через блок <math>A</math>, который установлен на вершине призмы весом <math>P</math>. Геометрические размеры показаны на рисунке.<br/> Определить горизонтальное перемещение призмы по гладкой горизонтальной плоскости при опускании груза <math>B</math> на высоту <math>h</math>.</p>  |
|   |          | <p>3. Теорема об изменении количества движения механической системы</p>   | <p>Условие задачи:<br/> Дано: призма <math>A</math> весом <math>Q</math> установлена на гладкой горизонтальной плоскости. По гладкой наклонной плоскости призмы, составляющей угол <math>\alpha</math> с горизонтом, из состояния покоя начинает скользить с относительной скоростью <math>U</math> груз <math>B</math> весом <math>P</math>.<br/> Определить скорость призмы <math>A</math>.</p>   |
|   |          | <p>4. Теорема об изменении кинетического момента механической системы</p> | <p>Условие задачи:<br/> Дано: вдоль края однородной круглой платформы радиусом <math>R</math> и массой <math>M</math>, которая может вращаться вокруг вертикальной оси, начинает двигаться материальная точка массой <math>m</math> с постоянной относительной скоростью <math>U</math>.<br/> Определить угловую скорость вращения платформы.</p>   |
|   |          | <p>5. Теорема об</p>  | <p>Условие задачи:</p>  |

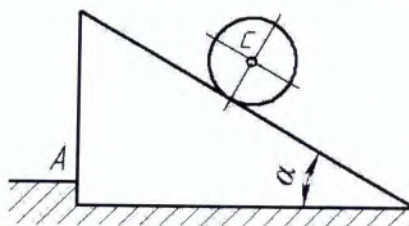
изменении кинетической энергии механической системы

Дано: механическая система состоит из шкива 1 весом  $P$  и радиусом  $R$ , шкива 2 весом  $Q$  и радиусом  $r$  и груза 3 весом  $F$ , соединенных между собой невесомой нерастяжимой нитью. Шкивы можно считать сплошными однородными дисками. Система начинает движение из состояния покоя под действием пары сил с постоянным моментом  $M$ , приложенного к шкиву 1. Определить скорость груза в зависимости от высоты его подъема  $h$ .



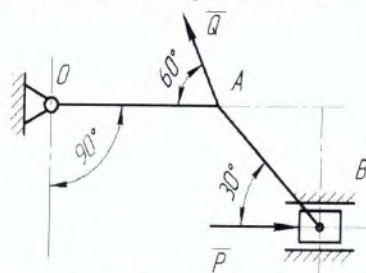
6. Принцип Даламбера

Условие задачи:  
Дано: шар массой  $M_1$  и радиусом  $r$  скатывается без проскальзывания по наклонной под углом  $\alpha$  к горизонту плоскости призмы, установленной на гладкой горизонтальной поверхности, которая имеет выступ  $A$ . Определить ускорение центра масс шара и давление призмы на выступ  $A$ .



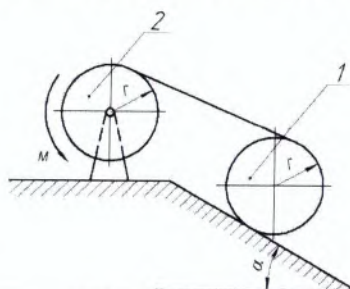
7. Принцип возможных перемещений

Условие задачи:  
Дано:  $Q=20$  Н;  $OA=0,2$  м;  $AB=0,4$  м.  
Определить величину силы  $P$  при которой механизм в заданном положении будет находиться в равновесии.



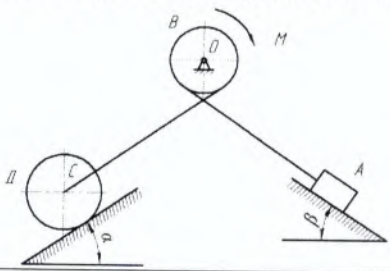
8. Общее уравнение динамики

Условие задачи:  
Дано: шкив 1 массой  $M_1$  катится без проскальзывания вверх по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом, с помощью неподвижной нерастяжимой нити, намотанной на шкив 2 массой  $M_2$ , к которому приложена пара сил с постоянным моментом  $M$ . Шкивы считать сплошными однородными дисками радиуса  $r$ . Определить ускорение центра масс шкива 1 и натяжение нити.



9. Уравнения

Условие задачи:

|  |  |                   |  |
|--|--|-------------------|--|
|  |  | Лагранжа II рода. | <p>Дано: механическая система состоит из груза А весом <math>P</math>, барабана В весом <math>F</math> и радиусом <math>R</math>, колеса Д весом <math>G</math> и радиусом <math>r</math>, соединенных между собой невесомой нерастяжимой нитью. К барабану В приложена пара сил с постоянным моментом <math>M</math>. Колесо Д катится по наклонной плоскости, составляющей угол <math>\alpha</math> с горизонтом, без проскальзывания. Коэффициент трения скольжения груза А о наклонную плоскость с углом <math>\beta</math> равен <math>f</math>. Считать колесо Д сплошным однородным диском, а массу барабана В равномерно распределенной по его ободу. Определить дифференциальное уравнение движения механической системы и угловое ускорение колеса Д.</p>  |
|--|--|-------------------|--|

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося:

Для организации самостоятельной работы студентов (выполнения курсовой работы, самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по лекционному материалу, подготовки к практическим занятиям) рекомендуются учебно-методические пособия и указания из основного и дополнительного списка, перечисленные в разделе 6 настоящей рабочей программы.

#### Основные разделы для самостоятельной работы студентов:

1. Проекция силы на ось.
  2. Распределенная нагрузка. Виды этой нагрузки.
  3. Момент силы относительно оси.
  4. Трение. Угол трения.
  5. Определение траектории движения точки.
  6. Скорость и ускорения точки при координатном способе задания движения точки.
  7. Определение угловой скорости и углового ускорения тела при вращении вокруг неподвижной оси.
  8. Способы определения положения мгновенного центра скоростей.
1. Динамика относительного движения.
  2. Момент инерции твердого тела относительно оси. Уравнение работ.
  3. Принципы возможных перемещений.
  4. Потенциальная энергия.
  5. Вычисление обобщенной силы.
  6. Теорема о движении центра масс.
  7. Теорема об изменении кинетического момента механической системы.

#### Тематика курсовой работы

Часть I «Определение реакций опор составной конструкции из двух тел»

Часть II «Исследование сложного движения точки»

Часть III «Исследование движения механической системы с помощью принципа Даламбера».

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство  | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ   |
|--|-------------|---|
|  |             | Наличие в электронном каталоге ЭБС  |
| <b>Основная литература</b>   |             |   |
| Атапин В.Г. Механика. Теоретическая механика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Атапин В.Г. - Новосибирск: Изд-ва НГТУ. - 108 с.  | 2017        | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232297.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232297.html</a>   |
| Кухарь В.Д. Теоретическая механика [Электронный ресурс]: учебный справочник / Кухарь В.Д., Нечаев Л.М., Киреева А.Е. - изд. 2-ое, испр., доп. - М.: Издательство АСВ. - 148 с. | 2016        | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301615.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301615.html</a>   |
| Березина Н.А. Теоретическая механика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Березина Н.А. - М: ФЛИНТА. - 256 с.   | 2015        | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976517042.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976517042.html</a>   |
| <b>Дополнительная литература</b>   |             |   |
| Теоретическая механика [Электронный ресурс]: учеб. для вузов / В.П. Цывильский. – М.: Абрис. – 368 с.  | 2012        | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200797.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200797.html</a>   |
| Теоретическая механика [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Г. Ахметшин, Х.С. Гумерова, Н.П. Петухов. – Казань: Издательство КНИТУ. – 139 с.                              | 2012        | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213286.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213286.html</a>   |
| Теоретическая физика. Том I. Механика [Электронный ресурс]: Учеб. пособ.: Для вузов. / Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М. - 5-е изд., сте-тип. - М.: ФИЗМАТЛИТ.                         | 2012        | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108195.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108195.html</a>   |
| Краткий курс теоретической механики [Электронный ресурс] / Яковенко Г.Н. - М.: БИНОМ.  | 2013        | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322756.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322756.html</a>   |
| Новожилов А. И. Задачи по теоретической механике. Методика решения: учеб. пособие для вузов / А. И. Новожилов. — Владимир: ВлГУ.— 113 с.                                       | 2009        | <a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1356/3/00960.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1356/3/00960.pdf</a> |
| Шевченко А.П. Практикум по дисциплине "Теоретическая механика" / А. П. Шевченко [и др.]; под ред. А. П. Шевченко - Владимир: ВлГУ . -115с.                                     | 2007        | <a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1041/3/00513.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1041/3/00513.pdf</a> |

### 6.2. Периодические издания:

1. Известия Российской академии наук. Механика твёрдого тела. ISSN 0572-3299  
<http://mtt.ipmnet.ru/ru/>
2. Прикладная математика и механика. Российская академия наук. ISSN 0032-8235  
<http://pmm.ipmnet.ru/ru/>



3. Прикладная механика и техническая физика. ISSN 0869-5032

<http://www.sibran.ru/journals/PMiTPh/>

4. Вестник Пермского национального политехнического университета. Механика.

ISSN 2226-1869 <http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/>

### **6.3. Интернет-ресурсы:**

<http://www.edu.ru/> – портал «Российское образование»;

<http://e.lib.vlsu.ru/> – сайт электронной библиотеки ВлГУ;

<http://www.isopromat.ru/> – сайт по технической механике.

<http://window.edu.ru/> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам: справочная система. Содержит значительное количество электронных учебных пособий по всем разделам дисциплины.

<http://fcior.edu.ru/> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов.

<http://school-collection.edu.ru/> - Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов».

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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические занятия проводятся в ауд. 204-2 «Компьютерный класс». Для проведения занятий используются комплекты слайдов, настольные демонстрационные макеты механизмов и настольные демонстрационные модели плоских механизмов.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

Windows Prof. 10

Office Pro 2016

# Приложение

## ТЕСТЫ

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

Тест СН 1.

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  $X$ :

**A:**  $F_x = -F \sin \alpha$

на ось  $Z$ :

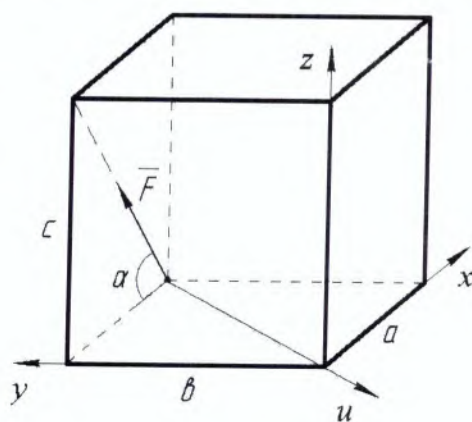
**C:**  $F_z = F \sin \alpha$

на ось  $Y$ :

**B:**  $F_y = F \cos \alpha$

на ось  $u$ :

**D:**  $F_u = 0$



Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

Тест СН 2.

Тема: «Момент силы относительно точки».

Вариант 30.

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

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

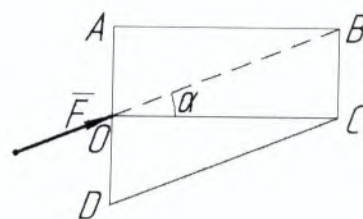
Варианты ответов:

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

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

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

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



Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

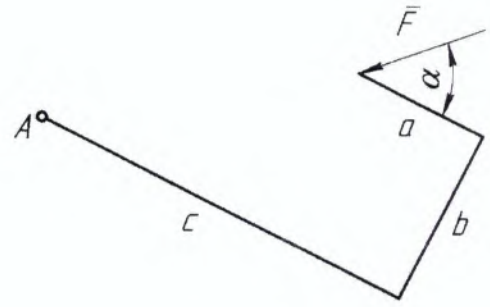
Тест СН 3.

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

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

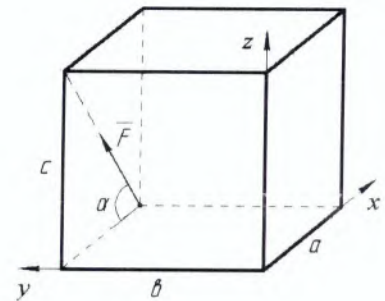
Тест СН 4.

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  $\bar{F}$  относительно оси  $y$ ?»



Варианты ответов:

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

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

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

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

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

Тест СН 5.

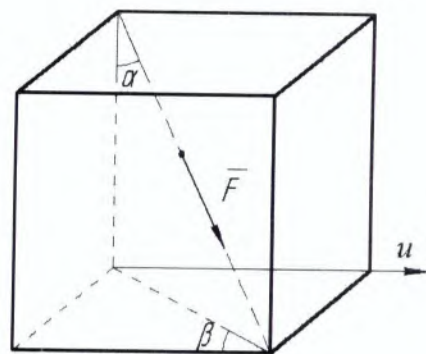
Тема: «Проекция вектора силы на плоскость и на ось. Двойное проектирование».

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:

**A:**  $F_u = -F \sin \alpha \sin \beta$

**C:**  $F_u = F \cos \alpha \sin \beta$

**B:**  $F_u = F \sin \alpha \cos \beta$

**D:**  $F_u = -F \cos \alpha \cos \beta$

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 1 «Статика».

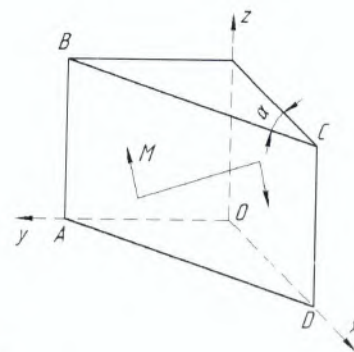
Тест СН 6.

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

Дисциплина: «Теоретическая механика».

Раздел 2 «Кинематика».

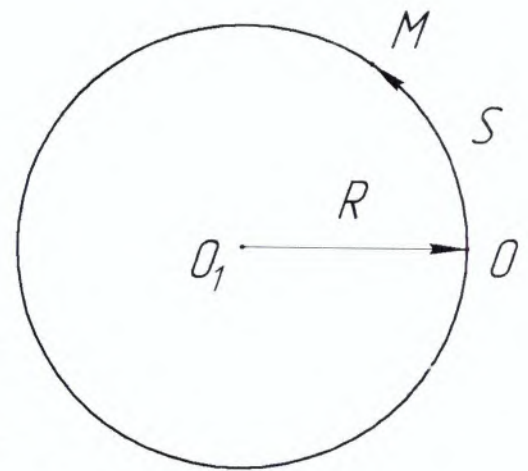
Тест КН 1.

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:**  $\sqrt{5} \text{ м/с}^2$

Дисциплина: «Теоретическая механика»

Раздел 2 «Кинематика»

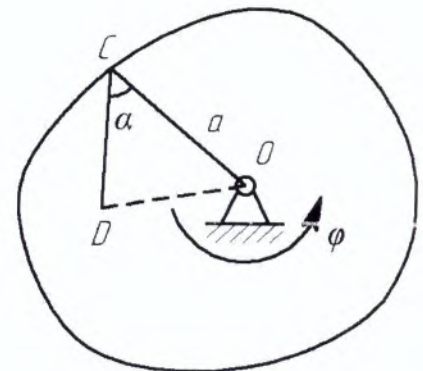
Тест КН2

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:**  $2.60 \text{ м/с}$       **3:**  $6.45 \text{ м/с}^2$       **5:**  $8.60 \text{ м/с}$

**2:**  $1.36 \text{ м/с}$       **4:**  $5.59 \text{ м/с}^2$       **6:**  $10.33 \text{ м/с}^2$

Дисциплина: «Теоретическая механика»

Раздел 3 «Динамика»

Тест ДН1.

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

Вариант №30

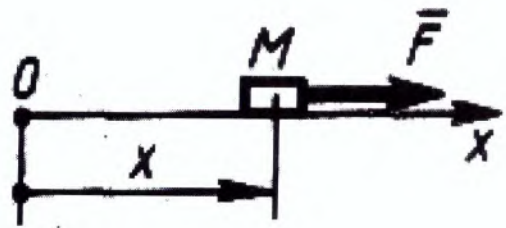
Дано: тело  $M$  массой 2 кг движется прямолинейно по закону  $x = 10\sin 2t$  м. под действием силы  $F$ .

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

Варианты ответов:

$A$ : 122 Н       $B$ : 80 Н

$C$ : 120 Н       $D$ : 82 Н



Дисциплина: «Теоретическая механика»

Раздел 3 «Динамика»

Тест ДН2.

Тема: «Принцип Даламбера».

Вариант № 30

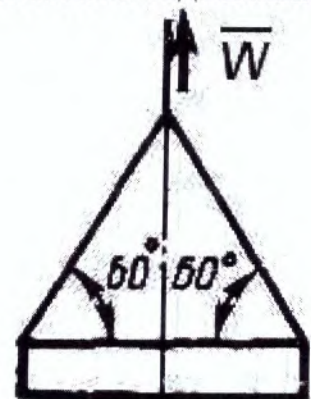
Дано: строительную деталь массой  $m = 600$  кг поднимают с ускорением  $W = 1,5$  м/с<sup>2</sup>.

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



Рабочую программу составил –  
к.т.н., доцент кафедры ТМС ВлГУ \_\_\_\_\_ И.П. Шейн

Рецензент  
(представитель работодателя)

Ведущий инженер ООО «МВ-Модуль» \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ И.Н. Симанков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Технология машиностроения»

протокол № 1 от « 30 » 08 2021 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Морозов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

протокол № 1 от « 30 » 08 2021 года.

Председатель комиссии зав. каф. АМиР В.Ф. Коростелев



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022/23 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.2022 года

Заведующий кафедрой А.И.Р В.Ф. Коростелев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_