

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника**

**Наименование образовательной программы: Мехатроника и робототехника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теоретическая механика**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Астахов С.В.
Идентификатор	R6212576b-AstakhovSV-34da3f0e	

С.В. Астахов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Адамов Б.И.
Идентификатор	R2db20bbf-AdamovBI-4e0d2620	

Б.И. Адамов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f	

И.В.  
Меркурьев

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности  
ИД-10 Применяет методы статики, кинематики, динамики, аналитической механики для исследования механических систем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Уравнения движения материальной точки под действием сил различной структуры (Проверочная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Аналитическая статика (Контрольная работа)
2. Кинематика плоского механизма (Контрольная работа)
3. Плоское движение. Общие теоремы динамики (Контрольная работа)
4. Построение МЦС (Проверочная работа)
5. Равновесие плоской системы (Контрольная работа)
6. Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с двумя степенями свободы (Контрольная работа)
7. Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с одной степенью свободы (линейная координата) (Контрольная работа)
8. Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с одной степенью свободы (угловая координата) (Контрольная работа)
9. Уравнения равновесия пространственной конструкции (Проверочная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Кинематика (Расчетно-графическая работа)
2. Определение реакций связей плоской конструкции (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

### 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Равновесие плоской системы (Контрольная работа)
- КМ-2 Определение реакций связей плоской конструкции (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Уравнения равновесия пространственной конструкции (Проверочная работа)
- КМ-4 Построение МЦС (Проверочная работа)
- КМ-5 Кинематика плоского механизма (Контрольная работа)

КМ-6 Кинематика (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	6	8	10	14	15
Статика							
Статика		+	+	+			
Кинематика							
Кинематика материальной точки и твердого тела					+	+	+
	Вес КМ:	20	20	10	10	20	20

**3 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Уравнения движения материальной точки под действием сил различной структуры (Проверочная работа)
- КМ-2 Плоское движение. Общие теоремы динамики (Контрольная работа)
- КМ-3 Аналитическая статика (Контрольная работа)
- КМ-4 Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с одной степенью свободы (линейная координата) (Контрольная работа)
- КМ-5 Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с одной степенью свободы (угловая координата) (Контрольная работа)
- КМ-6 Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с двумя степенями свободы (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	7	9	11	13	15
Динамика							
Динамика материальной точки		+					
Динамика системы материальных точек			+				
Элементы аналитической механики				+	+	+	+
	Вес КМ:	8	18	10	20	24	20

**БРС курсовой работы/проекта**

### 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

КМ-1 Проверка выполнения части 1

КМ-2 Проверка выполнения части 2

КМ-3 Проверка выполнения части 3

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	8	14
Динамика материальной точки		+		
Динамические реакции в подшипниках ротора			+	
Динамика машины с кулисным приводом				+
	Вес КМ:	25	40	35

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	ИД-10 <sub>ОПК-1</sub> Применяет методы статики, кинематики, динамики, аналитической механики для исследования механических систем	<p>Знать:</p> <p>основные законы динамики материальных систем</p> <p>методику исследования равновесия механических систем под действием произвольной системы сил</p> <p>методику кинематического анализа плоского движения твёрдого тела</p> <p>Уметь:</p> <p>применять алгоритмы кинематики для исследования движения механических систем</p> <p>применять общие теоремы динамики для исследования движения механических систем</p> <p>осуществлять анализ механических систем и моделировать их движение с помощью современных программных пакетов</p>	<p>КМ-1 Равновесие плоской системы (Контрольная работа)</p> <p>КМ-2 Определение реакций связей плоской конструкции (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-3 Уравнения равновесия пространственной конструкции (Проверочная работа)</p> <p>КМ-4 Построение МЦС (Проверочная работа)</p> <p>КМ-5 Кинематика плоского механизма (Контрольная работа)</p> <p>КМ-6 Кинематика (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-7 Уравнения движения материальной точки под действием сил различной структуры (Проверочная работа)</p> <p>КМ-8 Плоское движение. Общие теоремы динамики (Контрольная работа)</p> <p>КМ-9 Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с одной степенью свободы (линейная координата) (Контрольная работа)</p> <p>КМ-10 Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с одной степенью свободы (угловая координата) (Контрольная работа)</p> <p>КМ-11 Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с двумя степенями свободы (Контрольная работа)</p> <p>КМ-12 Аналитическая статика (Контрольная работа)</p>

		<p>проводить исследование динамики материальной точки</p> <p>применять алгоритмы статики для составления уравнений равновесия механических систем, а также исследовать решения уравнений равновесия</p> <p>применять алгоритмы аналитической механики для исследования движения механических систем</p>	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

2 семестр

### КМ-1. Равновесие плоской системы

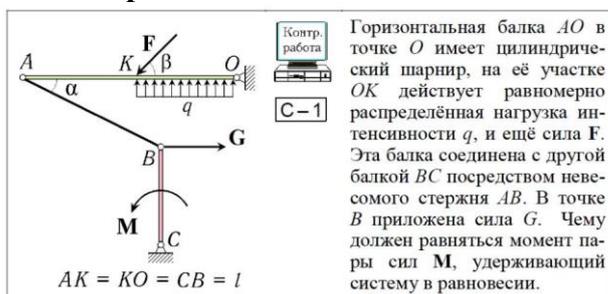
**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменное решение задачи. Работа проводится в часы аудиторных занятий в течении 90 минут.

**Краткое содержание задания:**



**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методику исследования равновесия механических систем под действием произвольной системы сил	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы условия равновесия рассматриваемой системы?</li> <li>2. Какие связи являются внешними? Внутренними?</li> <li>3. Как определить момент силы относительно оси?</li> </ol>
Уметь: применять алгоритмы статики для составления уравнений равновесия механических систем, а также исследовать решения уравнений равновесия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составьте уравнения равновесия рассматриваемой системы.</li> <li>2. Определите реакции внутренних и внешних связей.</li> </ol>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Верно определены виды внешних и внутренних связей в системе и расставлены соответствующие им реакции. Правильно записаны уравнения равновесия. Получен ответ на вопрос задачи.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Верно определены виды внешних и внутренних связей в системе и расставлены соответствующие им реакции. В уравнениях равновесия допущены ошибки в знаках проекций сил и моментов.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Верно определены виды внешних и внутренних связей в системе и расставлены соответствующие им реакции. Не верно спроецированы милы на координатные оси при записи уравнений равновесия.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Неверно определены виды внешних и внутренних связей в системе. Задача не решена

## КМ-2. Определение реакций связей плоской конструкции

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение расчетного задания по теме "Статика". Самостоятельная работа по вариантам.

### Краткое содержание задания:

Определить реакции связей составных конструкций. Три задачи.

Пример.

Определить реакции связей в точках А, К, D, О.

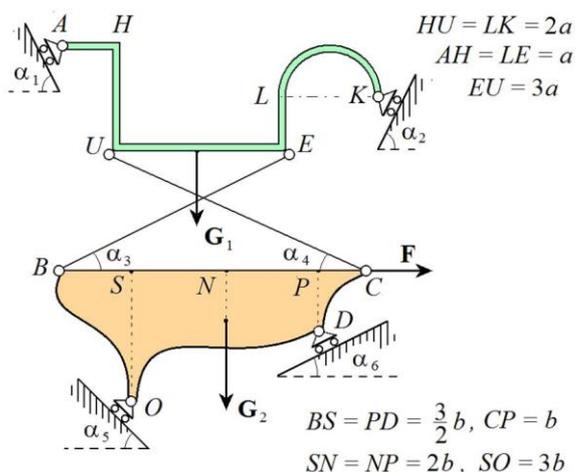


Figure 1 Задача 1. Составная конструкция. Для решения требуется компьютер.

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методику исследования равновесия механических систем под действием произвольной системы сил	1. Определить вид удерживающих связей.
Уметь: применять алгоритмы статики для составления уравнений равновесия механических систем, а также исследовать решения уравнений равновесия	1. Освободить систему от связей. Составить уравнения равновесия плоской системы. Найти реакции связей из уравнений равновесия, с помощью компьютера.

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено преимущественно верно. Составлены уравнения равновесия. Произведен компьютерный расчет.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Неточности в уравнениях. Работа с исправлениями.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Уравнения составлены. Компьютерный расчет не выполнен.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не верно определены виды связей. Уравнения содержат грубые ошибки.

### КМ-3. Уравнения равновесия пространственной конструкции

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

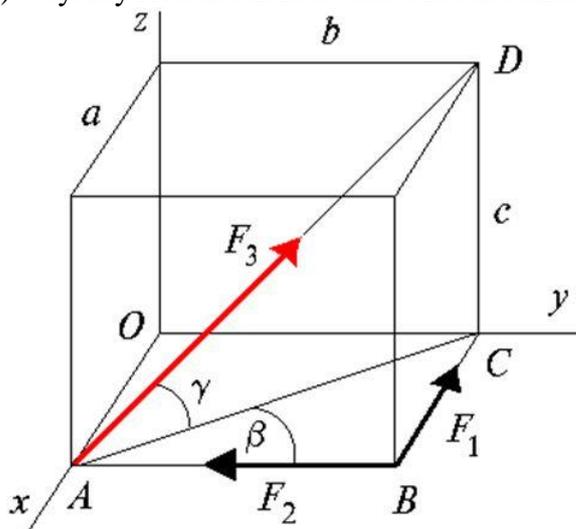
Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная работа на аудиторном занятии по вариантам.

#### Краткое содержание задания:

Параллелепипед весит  $G$ . Предполагается, что параллелепипед представляет собой однородное тело, стало быть, вес его сосредоточен в центре (на рисунке этот вектор не изображен).

ТРЕБУЕТСЯ:

- 1) записать сумму проекций всех сил на координатные оси;
- 2) сумму моментов всех сил относительно координатных осей.



#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методику исследования равновесия механических систем под действием произвольной	1. Каковы условия равновесия пространственной системы сил?

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
системы сил	
Уметь: применять алгоритмы статики для составления уравнений равновесия механических систем, а также исследовать решения уравнений равновесия	<p>1. Составьте уравнения равновесия рассматриваемой системы.</p> <p>2. Определите сумму моментов всех сил относительно координатных осей.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-4. Построение МЦС**

**Формы реализации:** Письменная работа

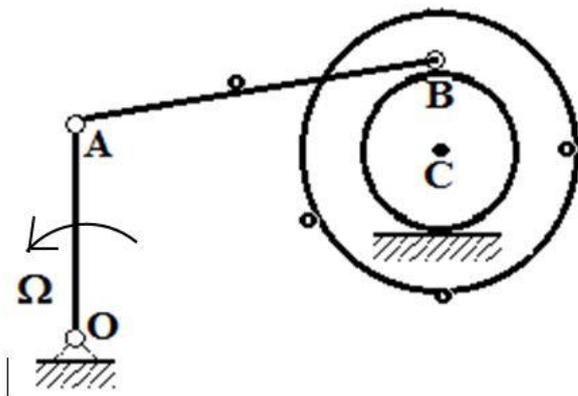
**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** По вариантам, на практическом занятии.

**Краткое содержание задания:**

Построить мгновенные центры скоростей всех трех звеньев. Указать направления угловых скоростей всех звеньев в зависимости от направления данной угловой скорости. Указать направления скоростей всех выделенных точек.



### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методику кинематического анализа плоского движения твёрдого тела	1. Что такое мгновенный центр скоростей (МЦС)? 2. Изложите способы построения МЦС применительно к рассматриваемой задаче.
Уметь: применять алгоритмы кинематики для исследования движения механических систем	1. Постройте МЦС всех тел и найдите скорости указанных точек.

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено в полном объеме. Получены ответы на все вопросы.*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: МЦС всех трех звеньев построены верно. Ошибочно определены направления скоростей точек.*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Верно построены МЦС двух звеньев.*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: МЦС построены неправильно.*

### КМ-5. Кинематика плоского механизма

**Формы реализации:** Письменная работа

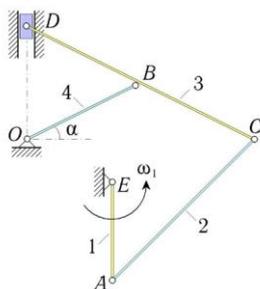
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решение задач по вариантам на практическом занятии.

**Краткое содержание задания:**

В зависимости от данной угловой или линейной скорости одного из звеньев механизма определить угловые скорости остальных звеньев и линейную скорость ползуна или центра диска.



В стержневом механизме кривошип  $AE$ , длины  $l$ , вращается с известной угловой скоростью  $\omega_1$ . Известно, что  $BO = BC = BD = l$ . В положении, указанном на рисунке, определить угловые скорости всех звеньев и скорость точки  $D$ .

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методику кинематического анализа плоского движения твёрдого тела	1. Формула Эйлера. Теорема о скорости точки в плоском движении. Мгновенный центр скоростей.
Уметь: применять алгоритмы кинематики для исследования движения механических систем	1. Алгоритм составления кинематических графов. Алгоритм нахождения мгновенных центров скоростей звеньев.

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Ответ в задаче получен, независимо, двумя способами решения. Верно составлены кинематические графы при решении аналитическим способом. Верно построены мгновенные центры скоростей и произведены вычисления при графическом способе решения.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Получен ответ аналитическим способом. Построены МЦС всех звеньев без вычислений.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Составлены кинематические графы для аналитического решения. Построены МЦС всех звеньев для графического решения.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Графы составлены неверно. МЦС построены неверно.

### КМ-6. Кинематика

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Для домашнего выполнения. Три индивидуальные задачи. Одна требует использования компьютера.

### Краткое содержание задания:

Известна угловая скорость первого звена. Определить угловую скорость второго звена механизма и линейную скорость точки D,

Пример задачи.

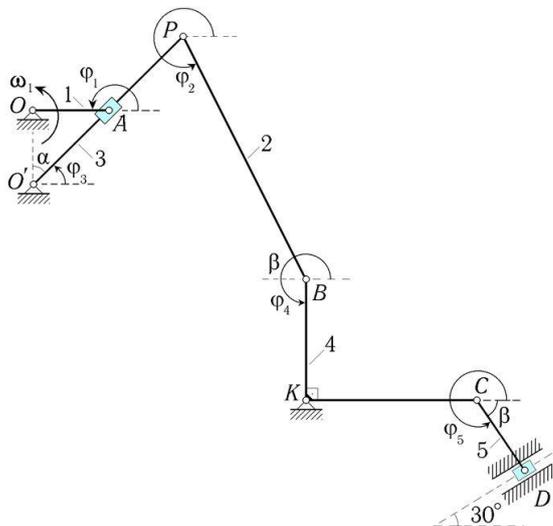


Figure 2 Задача 1. Дана угловая скорость первого звена, длины. Определить угловую скорость второго звена и скорость точки D.

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методику кинематического анализа плоского движения твёрдого тела	1. Формула Эйлера. Теорема о скорости точки в плоском движении. Мгновенный центр скоростей.
Уметь: осуществлять анализ механических систем и моделировать их движение с помощью современных программных пакетов	1. Составить программу для решения дифференциальных уравнений кинематики механизма. Провести с её помощью моделирование движения системы.
Уметь: применять алгоритмы кинематики для исследования движения механических систем	1. Алгоритм составления кинематических графов. Построение мгновенных центров скоростей.

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если все три задачи выполнены в полном объеме или выполнены преимущественно верно.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### 3 семестр

#### КМ-1. Уравнения движения материальной точки под действием сил различной структуры

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 8

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная работа по вариантам на аудиторном занятии.

#### Краткое содержание задания:

Запишите уравнения движения материальной точки на плоскости, если на неё действуют следующие силы:

1. Сила со стороны притягивающего центра (начало координат), пропорциональная расстоянию.
2. Сила сопротивления, направленная противоположно вектору скорости и пропорциональная квадрату скорости.

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить исследование динамики материальной точки	1. Уравнения движения материальной точки на плоскости, под действием заданных сил

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Рисунок в соответствии с условием нарисован верно. Верно записаны уравнения движения точки.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Верный рисунок по заданному условию. Незначительные ошибки в уравнениях.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Есть ошибки в рисунке по заданному условию. Ошибки в уравнениях.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

#### КМ-2. Плоское движение. Общие теоремы динамики

**Формы реализации:** Письменная работа

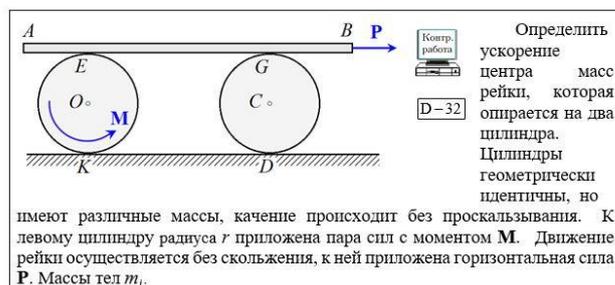
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 18

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменно, по вариантам на аудиторном занятии.

**Краткое содержание задания:**

Решить задачу используя общие теоремы динамики.



**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные законы динамики материальных систем	1. Теорема об изменении количества движения материальной системы 2. Теорема о движении центра масс 3. Теорема об изменении момента количества движения материальной системы
Уметь: применять общие теоремы динамики для исследования движения механических систем	1. Составить уравнения динамики механизма, используя общие теоремы динамик системы

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-3. Аналитическая статика**

**Формы реализации:** Письменная работа

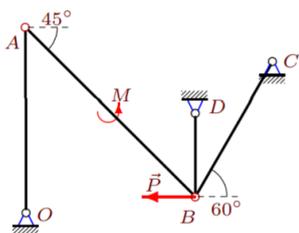
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** По вариантам, на аудиторном занятии.

**Краткое содержание задания:**

Определить реакции в шарнире  $O$  методом возможных перемещений (возможных скоростей)

**Д9.** $OA = 31$  см, $DB = 14$  см, $AB = 40$  см, $BC = 26$  см. $\rho = 40$  Н/м, $M = 15$  Нм, $P = 80$  Н.**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять алгоритмы аналитической механики для исследования движения механических систем	1. Используя принцип возможных перемещений (скоростей), составьте уравнение равновесия системы

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5 («отлично»)**Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-4. Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с одной степенью свободы (линейная координата)****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменно, по вариантам на аудиторном занятии.**Краткое содержание задания:**

Составить дифференциальное уравнение движения механической системы в форме Лагранжа 2-го рода.



### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять алгоритмы аналитической механики для исследования движения механических систем	1. Кинетическая энергия материальной системы и способы ее вычисления 2. Момент инерции твердого тела 3. Мощность механической системы

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Верно записана кинетическая энергия системы материальных тел. Верно записана обобщенная сила. Верно выполнено дифференцирование, возможны математические ошибки.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Верно записана кинетическая энергия системы материальных тел. Намечен верный план решения.

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Определен вид движения материальных тел. Намечен верный план решения.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Вид движения материальных тел определен не верно.

### КМ-5. Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с одной степенью свободы (угловая координата)

**Формы реализации:** Письменная работа

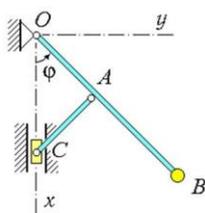
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 24

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** По вариантам, на аудиторном занятии.

### Краткое содержание задания:

Составить дифференциальное уравнение движения механической системы в форме Лагранжа 2-го рода.



D-1

Составить дифференциальное уравнение движения маятника, приняв за обобщенную координату угол  $\varphi$ . Размеры маятника:  $AO = AC = a$ ,  $AB = b$ . Вес ползуна равен  $P$ , вес точечного груза  $B$  принять равным  $G$ . Массами стержней  $AC$  и  $OB$  пренебречь.

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять алгоритмы аналитической механики для исследования движения механических систем	1. Запись кинетической энергии при различных видах движения материальных тел

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-6. Уравнения Лагранжа 2-го рода для системы с двумя степенями свободы

**Формы реализации:** Письменная работа

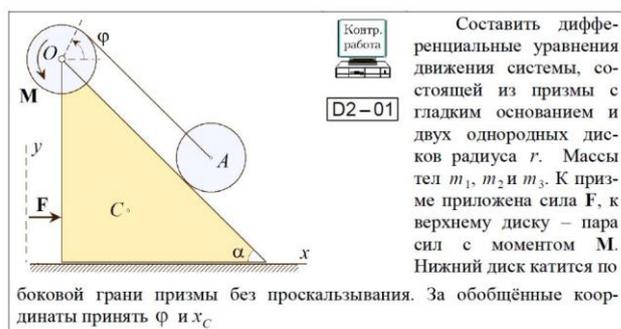
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** По вариантам, на аудиторном занятии.

### Краткое содержание задания:

Составить дифференциальные уравнения движения механической системы с двумя степенями свободы в форме Лагранжа 2-го рода.



### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять алгоритмы аналитической механики для исследования движения механических систем	1. Кинетическая энергия материальной системы 2. Обобщенные силы для системы с двумя степенями свободы

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### Для курсового проекта/работы

#### 3 семестр

#### I. Описание КП/КР

Курсовая работа состоит из 3-х задач раздела "Динамика". Для решения всех задач требуется применение компьютера.

#### II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Часть 1.

29. Глубоководный аппарат опущен на тросе в океан. Аппарат имеет отрицательную плавучесть  $Q=10$  кН (плавучестью называется разность между архимедовой силой и весом). Трос считается прямолинейным, а его воздействие на аппарат пропорционально удлинению и направлено к точке подвеса, коэффициент пропорциональности  $c$ . Длина троса в недеформированном состоянии равна  $a$ .

Океанское течение воздействует на аппарат с силой, пропорциональной скорости аппарата относительно воды. Скорость течения горизонтальна.

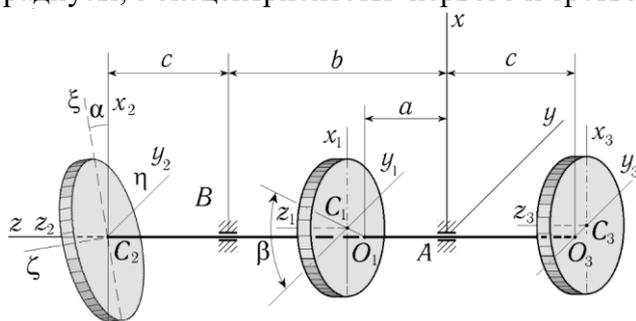
Начало координат выбрать в точке подвеса троса, ось  $x$  направить вертикально вниз, ось  $y$  — вправо.

Записать дифференциальные уравнения движения материальной точки.

Проинтегрировать их на компьютере. Построить траекторию движения точки на плоскости.

### Часть 2.

Рассматривается переходный режим вращения ротора турбины после увеличения нагрузки. Даны значение вращающего момента, момент сил сопротивления, пропорциональный квадрату угловой скорости вращения вала, массы дисков, их радиусы, эксцентриситеты первого и третьего дисков.

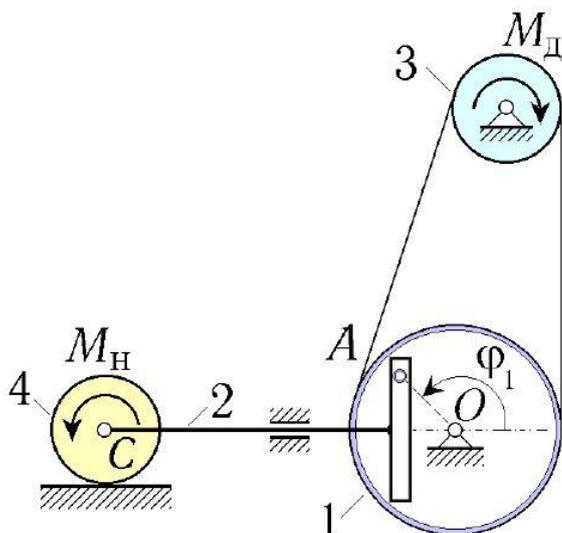


Требуется:

1. Определить в осях  $AXYZ$  координаты центра масс ротора и его оператор инерции;
2. Составить уравнения вращательного движения ротора и уравнения для определения динамических реакций в подшипниках;
3. Проинтегрировать дифференциальные уравнения движения на заданном интервале времени и определить изменение во времени динамических реакций.

### Часть 3.

Требуется определить движение машины с кулисным приводом под действием заданных сил и моментов, а также найти динамические реакции. Выполнить компьютерное моделирование движения машины.



## **Тематика КП/КР:**

1. Динамика материальной точки. 2. Динамические реакции в подшипниках ротора. 3. Динамика машины с кулисным приводом.

### **КМ-1. Проверка выполнения части 1**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 100*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### **КМ-2. Проверка выполнения части 2**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### **КМ-3. Проверка выполнения части 3**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

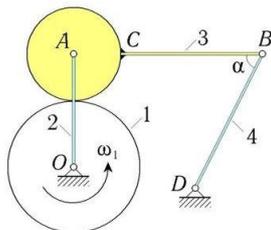
## 2 семестр

### Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

##### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29

1. Условия равновесия пространственной системы сил (2-я основная теорема статики). Частные случаи уравнений равновесия.
2. Теорема о сложении скоростей.
- 3.



В механизме Уатта шестерня 1, радиуса  $r_1$ , вращается с известной угловой скоростью  $\omega_1$ . Малая шестерня, радиуса  $r_2$ , жестко связанная со стержнем  $BC$ , длины  $l$ . Известно, что  $BD = r_4$ . Найти угловые скорости всех звеньев, полагая, что в этот момент времени угол  $BAO$  прямой, а угол  $\alpha$  равен  $60^\circ$ .

#### Процедура проведения

Письменный ответ на билет. Время подготовки 90 минут. Проверка ответа преподавателем. При необходимости беседа. Возможны дополнительные вопросы по курсу.

#### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-10<sub>ОПК-1</sub> Применяет методы статики, кинематики, динамики, аналитической механики для исследования механических систем

#### Вопросы, задания

1. Возможные дополнительные задания

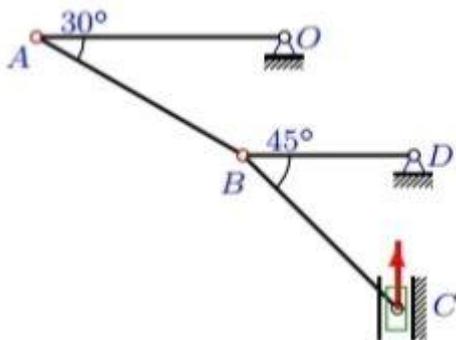
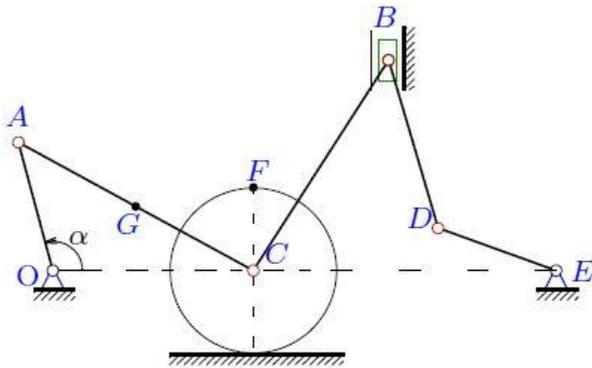


Figure 3 Определить виды движения элементов конструкции

Построить мгновенные центры скоростей механической конструкции.

Определить реакции удерживающих связей в случае равновесия заданной конструкции.



2.

Figure 4 Построить мгновенные центры скоростей всех звеньев

Дано направление угловой скорости звена OA, построить мгновенные центры скоростей всех звеньев.

3. Основная теорема статики

4. Условия равновесия пространственной системы сил

5. Способы задания движения точки

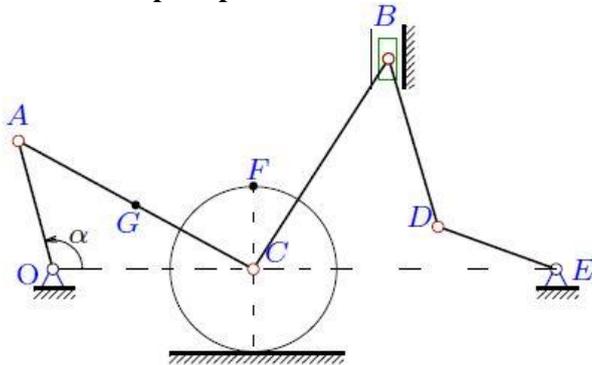
6. Сложное движение точки (понятия относительного, переносного и абсолютного движений)

7. Мгновенный центр скоростей. Теорема о существовании мгновенного центра скоростей. Способы нахождения м.ц.с.

8. Скорость точки тела при вращении вокруг неподвижной оси. Формула Эйлера

9. Теорема об ускорении точки в сложном движении (теорема Кориолиса)

### Материалы для проверки остаточных знаний



1.

Figure 5 Построить мгновенные центры скоростей всех звеньев

Известна угловая скорость звена OA  $\omega_{OA} = \omega$ ,  $V_{Ox} = 0$ ,  $V_{Oy} = 0$ ,  $V_{Cx} = 0$ ,  $V_{Bx} = 0$ ,  $V_{Ex} = 0$ ,  $V_{Ey} = 0$ , найти скорости точек G и F аналитическим и графическим методами.

Ответы:

В соответствии с алгоритмами изученных методов (аналитического и графического) решения задач кинематики



### III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

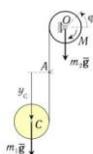
Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

#### 3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

1. Консервативные силы. Работа консервативных сил.
2. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных механических систем. Функция Лагранжа.
3. Составить дифференциальные уравнения движения системы из двух однородных дисков радиуса  $r$ , соединённых невесомой и нерастяжимой нитью. Массы тел  $m_1$ ,  $m_2$ . К верхнему диску приложена пара сил с моментом  $M$ . За обобщённые координаты принять  $\varphi$  и  $y_C$ ; последняя отсчитывается вдоль нити от узелка  $A$ .



#### Процедура проведения

Письменный ответ на билет. Время подготовки 90 минут. Проверка ответа преподавателем. При необходимости беседа. Возможны дополнительные вопросы по курсу.

#### I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-10<sub>ОПК-1</sub> Применяет методы статики, кинематики, динамики, аналитической механики для исследования механических систем

#### Вопросы, задания

1. Кинетическая энергия материальной системы. Теорема Кёнига
2. Обобщенная сила
3. Обобщенные координаты. Число степеней свободы
4. Потенциальная энергия
5. Теорема Гюйгенса – Штейнера
6. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных механических систем. Функция Лагранжа
7. Количество движения материальной системы. Момент количества движения материальной системы. Теорема об изменении количества движения материальной системы. Теорема об изменении момента количества движения материальной системы
8. Механическая (материальная) система. Центр масс материальной системы. Внешние и внутренние силы
9. Относительное движение материальной точки. Инерциальная и неинерциальная системы отсчета
10. Уравнения Лагранжа второго рода. Выражение кинетической энергии через обобщенные координаты и скорости

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Общий вид уравнений Лагранжа второго рода.

Ответы:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = \bar{Q}_i$$

Верный ответ: В соответствии с изученным материалом

2. Кинетическая энергия в зависимости от вида движения твердого тела

Ответы:

В соответствии с изученным материалом

Верный ответ: Поступательное движение: половина произведения массы и квадрата скорости. Вращательное движение: половина произведения момента инерции и квадрата угловой скорости. Сложное движение: сумма половины произведения массы и квадрата скорости центра масс и половины произведения момента инерции относительно центра масс и квадрата угловой скорости.

3. Функция Лагранжа

Ответы:

$$L = T - \Pi$$

Верный ответ: Разность кинетической и потенциальной энергий системы, выраженная в обобщённых координатах и скоростях

4. Вид уравнений Лагранжа Второго рода для консервативных систем

Ответы:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0$$

Верный ответ: В соответствии с изученным материалом

5. Обобщённые координаты. Число степеней свободы

Ответы:

В соответствии с изученным материалом

Верный ответ: Число независимых координат однозначно определяющих положение механической системы в пространстве

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно*

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. Оценка за экзамен выносится в приложение к диплому.

**Для курсового проекта/работы:**

**3 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

***I. Процедура защиты КП/КР***

Устное объяснение хода решения. Ответ на дополнительные вопросы.

***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений  
Выполнено компьютерное моделирование.

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».