

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

| <b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>                                     | <b>Учетные данные</b>   |
|---|---|
| <b>Образовательная программа</b><br>Проектирование и эксплуатация атомных станций           | <b>Код ОП</b> 14.05.02/01.01<br><br><b>Учебный план №</b> 5111  |
| <b>Направление подготовки</b><br>Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг | <b>Код направления подготовки и уровня образования</b>          |
| <b>Уровень образования</b><br>специалитет   | 14.05.02  |
| <b>Квалификация, присваиваемая выпускнику</b><br>Инженер-физик                              | <b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> |
| <b>ФГОС ВО</b>  | 17.08.2015, № 849   |

СОГЛАСОВАНО  
ДИРЕКЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | ФИО                                 | Ученая степень,<br>ученое звание | Должность        | Кафедра                       | Подпись |
|-------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------------|---------|
| 1     | Беляева<br>Зоя Владимировна         | к.т.н.                           | доцент           | теоретиче<br>ской<br>механики |         |
| 2     | Берестова Светлана<br>Александровна | д.ф.-м.н., доцент                | зав.<br>кафедрой | теоретиче<br>ской<br>механики |         |

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**

Председатель учебно-методического совета

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р. Х. Токарева

**Руководитель образовательной программы**

С.Е. Щеклеин

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Теоретическая механика» относится базовой части образовательной программы и обеспечивает формирование знаний и понимания общих законов, которым подчиняются движение и равновесие произвольных механических систем и взаимодействие этих систем, а также формирует способность обучающихся строить математические модели реальных объектов для решения стандартных задач профессиональной деятельности в области статического, кинематического и силового расчета конструкций и типовых механизмов. Для успешного освоения необходимо предварительное изучение ряда разделов дисциплин «Физика» и «Математика».

Теоретическая механика оперирует схемами, чтение которых обеспечивает машиностроительное черчение. Построение 3D-моделей, визуализация движения механизмов предлагается в качестве дополнительного задания при выполнении контрольных заданий по дисциплине.

## 1.2. Язык реализации программы – русский

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- владение основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования (ПК-6).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:** – основные понятия, законы и теоремы теоретической механики, используемые при описании равновесия и движения материальной точки, системы материальных точек и системы твердых тел.

**Уметь:** – составлять расчетные схемы и выбирать соответствующие математические модели при определении реакций связей в типовых плоских и пространственных конструкциях, а также кинематических и динамических характеристик тел при исследовании движения типичных механизмов, простых объектов энергетического машиностроения.

**Владеть** (демонстрировать навыки и опыт деятельности): – методикой решения уравнений, описывающих равновесие типовых конструкций и движение механических систем произвольного вида и типичных механизмов, простых объектов энергетического машиностроения при реализации математических алгоритмов.

## 1.4. Объем дисциплины

| № п/п | Виды учебной работы   | Объем дисциплины |                                  | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|-------|---|------------------|----------------------------------|---|
|       |   | Всего часов      | В т.ч. контактная работа (час.)* |   |
| 1.    | Аудиторные занятия  | 68               | 68                               | 68  |
| 2.    | Лекции  | 34               | 34                               | 34  |
| 3.    | Практические занятия  | 34               | 34                               | 34  |
| 4.    | Лабораторные работы   |                  |                                  |   |
| 5.    | Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации | 94               | 10,2                             | 94  |
| 6.    | Промежуточная аттестация  | 18               | 2,33                             | Э, 18   |
| 7.    | Общий объем по учебному плану, час.                                   | 180              | 80,53                            | 180   |
| 8.    | Общий объем по учебному плану, з.е.                                   | 5                |                                  | 5   |

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела | Раздел, тема дисциплины                            | Содержание  |
|-------------|--|---|
| Р1          | Статика  | <p>Основные понятия и аксиомы. Сведения о физических и аксиоматических основах статики. Система сходящихся сил. Решение основных задач статики для простейшей системы сил. Момент силы. Пара сил. Понятие мер вращательного действия сил. Основная теорема статики. Знакомство с алгоритмом эквивалентного преобразования произвольной системы сил к простейшему виду. Условия равновесия тел под действием различных систем сил. Получение необходимых и достаточных условий уравновешенности различных систем сил. Инварианты системы сил. Понятие о скалярном и векторном инвариантах статики как характеристиках системы сил независимых от выбора центра приведения. Расчет ферм. Применение уравнений равновесия к расчету стержневых конструкций. Законы трения. Знакомство с физическими основами законов трения и их использование при решении задач о равновесии тел. Центр тяжести. Знакомство с методами нахождения положения центра тяжести тел произвольной формы.</p>  |
| Р2          | Кинематика   | <p>Кинематика точки. Применение аналитических методов для задания положения точки в пространстве при описании ее движения. Знакомство с кинематическими характеристиками движения точки и установление способов их нахождения при различных способах задания движения. Простейшие движения твердого тела. Знакомство с поступательным и вращательным движением твердого тела. Установление уравнений движения и определение кинематических характеристик твердого тела и его точек. Сложное движение точки. Принципы рассмотрения движения точки в разных системах отсчета. Плоское движение твердого тела. Знакомство с плоским движением твердого тела. Установление уравнений движения и определение кинематических характеристик твердого тела и его точек.</p>   |
| Р3          | Динамика материальной точки и механической системы | <p>Динамика материальной точки. Знакомство с эмпирическими законами динамики. Дифференциальные уравнения движения точки. Получение математической модели движения точки в виде дифференциальных уравнений. Прямолинейные колебания материальной точки. Сведения о математической модели прямолинейных свободных и вынужденных колебаний точки. Введение в динамику механической системы. Определение механической системы и ее моделирование совокупностью взаимодействующих между собой материальных точек. Классификация действующих на систему сил. Меры механического движения. Понятие о скалярных и векторных мерах движения материальных точек и механических систем. Меры действия сил. Понятие о скалярных и векторных мерах действия сил. Общие теоремы динамики механической системы. Установление связи между мерами действия сил и мерами движения. Динамика твердого тела. Получение математической модели при поступательном, вращательном и плоском движениях твердого тела в виде дифференциальных уравнений. Принцип Даламбера. Знакомство с методом кинетостатики, позволяющим применять методы статики для записи уравнения движения механических систем.</p> |

### **3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**

#### **3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины**



#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

*Не предусмотрено*

##### 4.2. Практические занятия

| Код раздела, темы | Номер занятия | Тема занятия  | Время на проведение занятия (час.) |
|-------------------|---------------|---|------------------------------------|
| P1                | 1             | Равновесие тела и системы тел под действием плоской системы сил. Применение условий равновесия тела, находящегося под действием плоской системы сил.                                    | 4                                  |
| P1                | 2             | Равновесие тела под действием пространственной системы сил. Применение условий равновесия тела, находящегося под действием пространственной системы сил                                 | 4                                  |
| P2                | 3             | Кинематика точки. Определение кинематических характеристик точки при задании ее движения координатным и естественным способом.  | 2                                  |
| P2                | 3             | Простейшие движения твердого тела. Определение кинематических характеристик точек тел в простейших механизмах с поступательным и вращательным движением звеньев                         | 2                                  |
| P2                | 4             | Сложное движение точки. Определение скоростей и ускорений точек при сложном движении в случаях поступательного и вращательного переносного движения.                                    | 4                                  |
| P3                | 5             | Плоское движение твердого тела. Определение скоростей точек и угловых скоростей звеньев плоских механизмов. Определение скоростей точек и угловых скоростей звеньев плоских механизмов. | 4                                  |
| P3                | 6             | Динамика материальной точки. Решение первой и второй задачи динамики. Интегрирование уравнений движения материальной точки.   | 4                                  |
| P3                | 7             | Меры механического движения. Меры действия сил.   | 2                                  |
| P3                | 8             | Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к исследованию движения механических систем.                       | 4                                  |
| P3                | 9             | Динамика твердого тела. Применение дифференциальных уравнений движения твердого тела.   | 4                                  |
| <b>Всего:</b>     |               |   | <b>34</b>                          |

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

*Равновесие тела и системы тел под действием плоской системы сил.*

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

*Не предусмотрено*

**4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)**

*Не предусмотрено*

**4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов**

*Не предусмотрено*

**4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)**

*Не предусмотрено*

**4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ**

*Построение математической модели движения заданной мобильной системы (определение основных кинематических характеристик, исследование условий безотрывного движения по заданной траектории и определение энергетических затрат)*

**4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)**

*Не предусмотрено*

**4.4.1. Примерная тематика контрольных работ**

- 1. Равновесие системы тел под действием плоской системы сил; плоское движение твердого тела; определение скоростей точек, угловых скоростей звеньев плоских механизмов;*
- 2. Составление дифференциальных уравнений движения плоских механизмов.*

**4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов**

*Не предусмотрено*

**5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

| Код раздела, темы дисциплины | Активные методы обучения |             |              |                     |                  | Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение |                       |                                    |                             |  |   |                                   |
|------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|------------------|---|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------|--|---|-----------------------------------|
|                              | Проектная работа         | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Другие (указать, какие)   | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и тренажеры | Вебинары и видеоконференции | Асинхронные web-конференции и семинары | Совместная работа и разработка контента | Онлайн курс «Инженерная механика» |
| P1                           | *                        |             |              | *                   |                  |   |                       |                                    |                             |  |   | *                                 |
| P2                           | *                        |             |              | *                   |                  |   |                       |                                    |                             |  |   | *                                 |
| P3                           | *                        |             |              | *                   |                  |   |                       |                                    |                             |  |   | *                                 |

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)**

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)**

**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)**

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1.Рекомендуемая литература**

#### **9.1.1.Основная литература**

1. Митюшов Е.А. Теоретическая механика / Е.А. Митюшов, С.А. Берестова. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 320 с. Первый выпуск 2006: 320 с.: ил.; 22 см . Библиогр.: с. 302. Указ.: с. 303-308 . Допущено в качестве учебника. ISBN 5-7695-2293-3. – 804 экз.
2. Теоретическая механика / Ю. В. Денисов, Н. А. Клиньских; Екатеринбург: УрФУ, 2013. 474 с. : ил. Библиогр.: с. 473 (7 назв.). ISBN 978-5-321-02306-8. – 35 экз..
3. Теоретическая механика в примерах и задачах : [учеб. пособие] для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. направлениям / З. В. Беляева, С. А. Берестова, Ю, В. Денисов [и др.] ; под ред. Е. А. Митюшова. Москва : Академия, 2012. 175 с. : ил. (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). Основные термины: с. 167-173. Библиогр.: с. 174 (13 назв.). ISBN 978-5-7695-4629-7. – 362 экз.

#### **9.1.2.Дополнительная литература**

1. Ахметшин М. Г. , Гумерова Х. С. , Петухов Н. П. Теоретическая механика: учебное пособие Казань: Издательство КНИТУ, 2012 Объем (стр):139 Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258702&sr=1>

### **9.2.Методические разработки**

1. Савина Е.А. Теоретическая механика, 2010. [http://study.ustu.ru/view/aid\\_view.aspx?AidId=9485](http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=9485)
2. Дружинина Т.В. , Михайлова М.К. Теоретическая механика. Плоскопараллельное движение твердого тела. Ризография НИЧ УрФУ, 2010, 25 с.
3. Воронцова О.А., Дружинина Т.В., Соколовский Б.В. Теоретическая механика. Кинематика плоских механизмов Ризография НИЧ УрФУ, 2010, 32 с.
4. Мироненко А.А. Теоретическая механика. Сборник заданий по статике. Ризография НИЧ УрФУ, 2014, 104 с.
5. Мироненко А.А. Механика. УрФУ, 2012, 95 с.
6. Воронцова О.А., Дружинина Т.В., Соколовский Б.В. Теоретическая механика: примеры и задачи. УрФУ, 2013, 54 с.

### **9.3.Программное обеспечение**

MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Power Point

### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Информационные и справочные системы: Yandex, Google, Yahoo, Mail, rambler;
2. Базы данных: Scopus, E-library, Informalio Science&Technology Abstracts;
3. Википедия-свободная энциклопедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная\\_страница](https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница) <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru>
4. Зональная научная библиотека УрФУ <https://lib.urfu.ru>

### **9.5.Электронные образовательные ресурсы**

1. Массовый открытый онлайн курс «Инженерная механика», 2015. <https://openedu.ru/>

2. ЭОР УрФУ Белява З.В., Берестова С.А., Клинских Н.А., Мироненко А.А., Митюшов Е.А., Савина Е.А., Соколовский Б.В. Теоретическая механика, 2012.  
[http://study.urfu.ru/umk/umk\\_view.aspx?id=10878](http://study.urfu.ru/umk/umk_view.aspx?id=10878)
3. Образовательный сайт «Теоретическая механика on-line» коллектив авторов с участием преподавателей МАДИ и УрФУ: <http://student-madi.ru>
4. ЭОР УрФУ Митюшов Е.А. Теоретическая механика, 2012.  
[http://study.urfu.ru/view/aid\\_view.aspx?AidId=10907](http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=10907)

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

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Лекционные занятия по теоретической механике, в основном, проводятся в мультимедийных аудиториях университета, оснащённых персональным компьютером, проектором, текстовой камерой, графическим планшетом и микрофоном.

Для проведения практических занятий на кафедре теоретической механики введена в эксплуатацию специализированная аудитория (М-242) с необходимым мультимедийным оборудованием, программными средствами, библиотекой методической литературы, набором твердотельных моделей механизмов и выходом в Интернет.

Студенты для выполнения самостоятельной работы должны иметь персональные компьютеры: для выполнения расчетно-графической и домашних работ, а также для обмена информацией с преподавателями, консультаций иметь доступ к Интернету.

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

**2 семестр**

| <b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>   |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| <b>Текущая аттестация на лекциях</b>   | <b>Сроки – семестр, учебная неделя</b> | <b>Максимальная оценка в баллах</b> |
| <i>Посещение</i>   | <i>2, 1-17 недели</i>                  | <i>32</i>                           |
| <i>Контрольная работа 1</i>  | <i>2, 6-я неделя</i>                   | <i>34</i>                           |
| <i>Контрольная работа 2</i>  | <i>2, 10-я неделя</i>                  | <i>34</i>                           |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>  |  |                                     |
| <b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>   |  |                                     |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>                                      |  |                                     |
| <b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4</b> |  |                                     |
| <b>Текущая аттестация на практических занятиях</b>   | <b>Сроки – семестр, учебная неделя</b> | <b>Максимальная оценка в баллах</b> |
| <i>Работа на практических занятиях</i>   | <i>2, 1-17 недели</i>                  | <i>30</i>                           |
| <i>Домашняя работа</i>   | <i>2, 8-я неделя</i>                   | <i>30</i>                           |
| <i>Расчетно-графическая работа</i>   | <i>2, 12-я неделя</i>                  | <i>40</i>                           |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1.0</b>                              |  |                                     |
| <b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>  |  |                                     |
| <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0</b>                          |  |                                     |

Для проведения занятий по дисциплине «Теоретическая механика» может использоваться курс «Инженерная механика» на Национальной платформе открытого образования <https://openedu.ru/>.

РО и трудоемкость курса «Инженерная механика» соответствуют требованиям данной рабочей программы.

В случае использования открытого курса «Инженерная механика» в учебном процессе технологическая карта БРС семестра изменяется. Вводится итоговое количество баллов из сертификата. Сертификат установленного образца. Возможно введение в БРС прогресса студента с Национальной платформы открытого образования и итогов проведения промежуточной аттестации.

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Для проведения промежуточной аттестации может использоваться курс «Инженерная механика» на Национальной платформе открытого образования <https://openedu.ru/>.

Время тестирования 60 мин.

Число заданий в тесте 10 шт.: 4 теоретических вопроса и 6 контекстных задач.

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.*

*В связи с решением кафедры о выставлении зачета по текущей успеваемости, тестирование в рамках НТК на портале СМУДС и АПИМ УрФУ не проводится.*

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

| Компоненты компетенций     | Признаки уровня освоения компонентов компетенций   |   |   |
|----------------------------|--|---|---|
|                            | пороговый  | повышенный  | высокий   |
| <b>Знания</b>              | Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. | Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях. | Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.  |
| <b>Умения</b>              | Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации   | Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации  | Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)   |
| <b>Личностные качества</b> | Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу  | Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.   | Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход. |

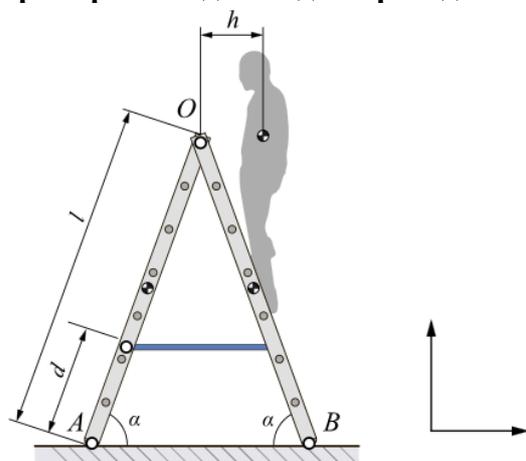
## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации (на Национальной платформе открытого образования, либо в центрах тестирования) применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- от 0 до 39 неудовлетворительно;
- от 40 до 59 удовлетворительно;
- от 60 до 79 хорошо;
- от 80 до 100 отлично.

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

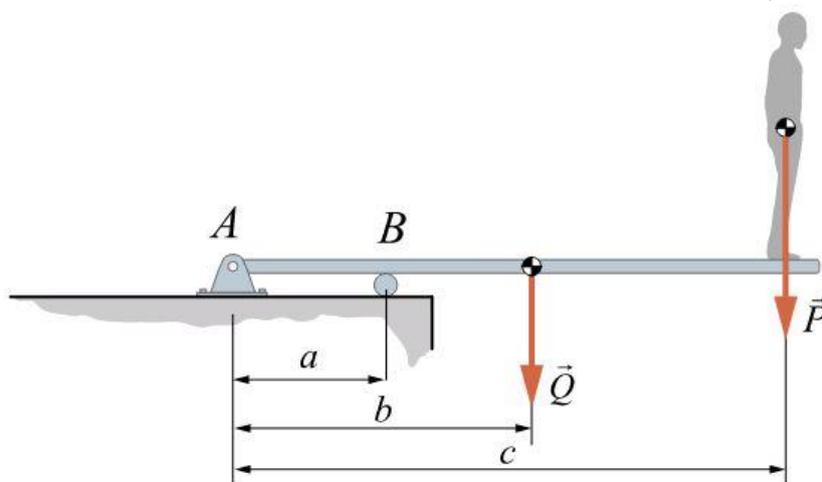
### 8.3.1. Примерные задания для проведения домашней работы



Человек стоит на лестнице-стремянке, установленной на гладком полу. Вес каждой ее части  $Q_1 = Q_2 = 100$  Н. Вес человека  $P = 600$  Н,  $l = 3$  м,  $d = 1$  м,  $\alpha = 70^\circ$  и  $h = 0.4$  м. Определить реакции пола, шарнира и натяжение ремня.

### 8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий КР1

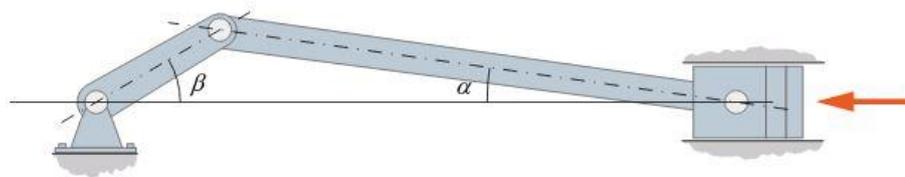
– Равновесие системы тел под действием плоской системы сил;



Прыгун в воду весом  $P = 770$  Н находится на краю трамплина весом  $Q = 655$  Н.

Найти модуль реакции опоры в точке  $B$  (Н), если  $a = 1.8$  м,  $b = 2.6$  м,  $c = 5.2$  м.

– Плоское движение твердого тела. Определение скоростей точек, угловых скоростей звеньев плоских механизмов;

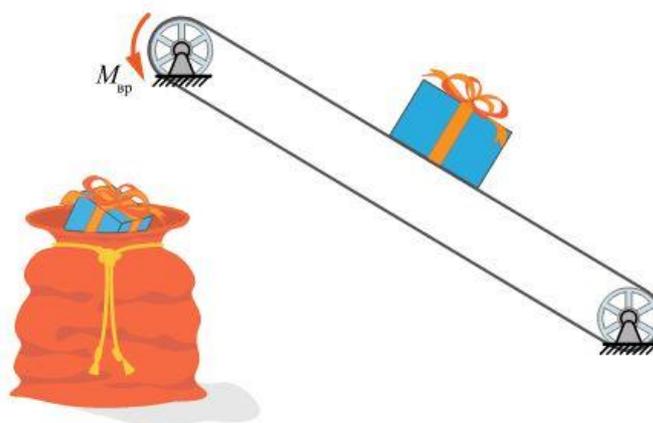


Скорость поршня ДВС в данном положении равна  $v = 2.8$  м/с.

Определить частоту вращения кривошипа (об/мин), если его длина 21 мм,  $\alpha = 14^\circ$ ,  $\beta = 28^\circ$ .  
 Ответ округлить до ближайшего целого числа.

### КР2

– Составление дифференциальных уравнений движения плоских механизмов.



Определить какую скорость приобретет груз массой 100 кг на транспортере, после того как он переместился на расстояние 0.9 м из состояния покоя. Шкивы моделируются полыми цилиндрами массой 15 кг и радиусом 0.3 м. Электромотор создает вращающий момент 400 Н · м. Массой ленты пренебречь, угол наклона транспортера -  $29^\circ$ ,  $g = 9.81$  м/с<sup>2</sup>.

*Примечание: применить теорему об изменении кинетической энергии в интегральной форме.*

### 8.3.3. Примерные задания к мини-тестам

P1. Статика.

**Вопрос 1. Вставьте пропущенное слово**

Связь – это \_\_\_\_\_, ограничивающие перемещение данного тела.

**Вопрос 2. Вставьте пропущенное слово**

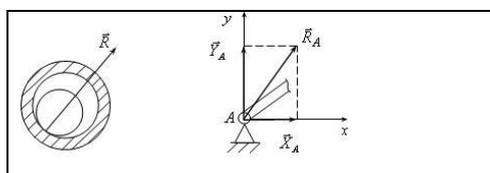
Расстояние между линиями действия сил пары - это \_\_\_\_\_ пары сил.

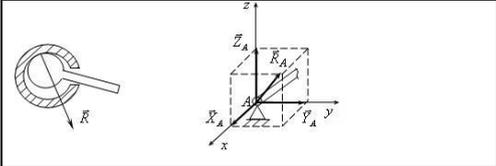
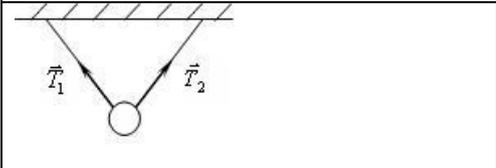
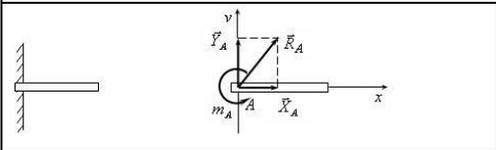
**Вопрос 3. Вставьте пропущенное слово**

Геометрическая сумма всех сил системы - главный \_\_\_\_\_ системы сил.

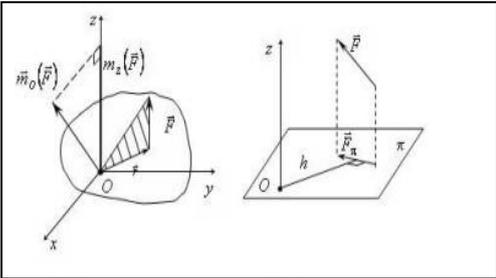
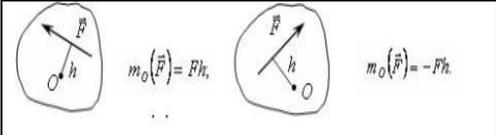
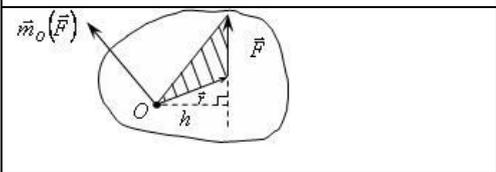
**Вопрос 4. Установите соответствие между названием связи и изображением ее реакции**

Цилиндрический шарнир



|                    |  |
|--------------------|--|
| Идеальная нить     |  |
| Жесткая заделка    |  |
| Сферический шарнир |  |

**Вопрос 5. Установите соответствие** между определениями и иллюстрациями

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Вектор момента силы          |    |
| Алгебраический момент силы   |   |
| Момент силы относительно оси |  |

P2. Кинематика.

**Вопрос 1. Вставьте пропущенное слово**

Кинематическая мера движения точки, равная производной по времени от радиус-вектора этой точки в рассматриваемой системе отсчета – это \_\_\_\_\_ точки.

**Вопрос 2. Вставьте пропущенное слово**

Система \_\_\_\_\_, в которой рассматривается движение точки, и тело отсчета называются системой отсчета.

**Вопрос 3. Вставьте пропущенное слово**

Геометрическое место последовательных положений движущейся точки в рассматриваемой системе отсчета – это \_\_\_\_\_ точки.

**Вопрос 4. Установите соответствие**

|  |  |
|--|--|
| Векторный способ задания движения точки    | $x = x(t),$<br>$y = y(t),$<br>$z = z(t)$ |
| Координатный способ задания движения точки | $s = s(t)$                               |
| Естественный способ задания движения точки | $\vec{r} = \vec{r}(t)$                   |

**Вопрос 5.** Определяют ли эти уравнения движение плоской фигуры?  $x_A = x_A(t)$ ,  
 Да  $y_A = y_A(t)$ ,  
 Нет  $\varphi = \varphi(t)$

**Вопрос 6. Установите соответствие**

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Скорость точки          | $\frac{d\vec{v}}{dt}$            |
| Средняя скорость точки  | $\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ |
| Ускорение точки         | $\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ |
| Среднее ускорение точки | $\frac{d\vec{r}}{dt}$            |

Р3. Динамика материальной точки и механической системы.

**Вопрос 1. Вставьте пропущенные слова**

Закон инерции. Материальная \_\_\_\_\_ сохраняет равномерное и прямолинейное движение или находится в состоянии покоя до тех пор, пока на нее не подействует \_\_\_\_\_.

**Вопрос 2. Вставьте пропущенные слова**

Кинетическая \_\_\_\_\_ материальной точки - скалярная \_\_\_\_\_ ее движения, равная половине произведения массы точки на квадрат ее скорости.

**Вопрос 3. Вставьте пропущенные слова**

Теорема: Производная по времени от \_\_\_\_\_ энергии механической системы равна сумме \_\_\_\_\_ внешних и внутренних сил, действующих на систему.

**Вопрос 4. Установите соответствие**

|   |   |
|---|---|
| Количество движения материальной точки                            | $\vec{k}_O = \vec{r} \times m\vec{v}$                     |
| Момент количества движения материальной точки относительно центра | $\vec{Q} = \sum_{k=1}^n m_k \vec{v}_k$                    |
| Количество движения механической системы                          | $T = \sum_{k=1}^n \frac{m_k v_k^2}{2}$                    |
| Кинетическая энергия механической системы                         | $\vec{K}_O = \sum_{k=1}^n \vec{r}_k \times m_k \vec{v}_k$ |
| Кинетический момент механической системы относительно оси         | $K_z = \sum_{k=1}^n m_z (m_k \vec{v}_k)$                  |
| Кинетический момент механической системы относительно центра      | $\frac{mv^2}{2}$  |
| Момент количества движения материальной точки относительно оси    | $k_z = \text{пр}_z(\vec{k}_O) = m_z(m\vec{v})$            |

Кинетическая энергия  
материальной точки

$$\bar{q} = m\bar{v}$$

**Вопрос 5. Установите соответствие**

Сила сопротивления

$$\bar{F} = -c\bar{r}, \quad F_x = -cx$$

Восстанавливающая сила

$$\bar{Q} = H \sin pt \bar{i}, \quad Q_x = H \sin pt$$

Возмущающая сила

$$\bar{R} = -b\bar{v}, \quad R_x = -b\dot{x}$$

**8.3.4. Перечень примерных вопросов для экзамена**

- основные задач статики.
- определения: эквивалентных системы сил, уравновешенной системы сил, равнодействующей, абсолютно твердого тела.
- аксиомы статики, как простейших правил эквивалентного преобразования систем сил, условий их уравновешенности и взаимодействия тел.
- понятие силы и ее представления скользящим вектором.
- понятия свободного и несвободного твердого тела, связей, реакций связей, активных сил.
- основные видов связей.
- определение системы сходящихся сил.
- статически определенная и статически неопределенная задачи статики.
- понятие момента силы как характеристики вращательного действия силы на тело, закрепленное в точке или на оси.
- определение вектора момента силы, алгебраического момента силы относительно центра и момента силы относительно оси.
- понятие плеча силы.
- определение векторного и алгебраического момента пары сил.
- понятие плеча пары сил.
- теоремы о парах.
- лемма о параллельном переносе силы.
- определение главного вектора системы сил и главного момента системы сил относительно произвольного центра.
- теорема Пуансо о приведении произвольной системы сил к заданному центру.
- условия равновесия тела при действии произвольной пространственной системы сил.
- условия равновесия тел в частных случаях.
- определение фермы и ее структуры.
- постановка задачи о расчете ферм как определения реакций внешних связей и усилий в стержнях.
- условие статической определенности фермы.
- методы расчета ферм.
- правила знаков для усилий в стержнях фермы.
- определение силы трения скольжения.
- законы трения и их опытную природу.
- смысл коэффициента трения скольжения.
- определение конуса трения.
- понятие трения качения.
- смысл коэффициента трения качения.
- определения первого и второго статических инвариантов.
- частные случаи приведения произвольной системы сил к центру.
- теорема Вариньона.
- определение центра параллельных сил.

- определение центра тяжести.
- основные методы нахождения центра тяжести.
- положения центров тяжести простейших фигур (треугольника, дуги окружности, кругового сектора).
- основные задачи кинематики.
- определения механического движения, системы отсчета, траектории точки.
- векторный, координатный и естественный способы задания движения точки.
- понятие скорости и ускорения точки
- понятие естественных осей и естественного трехгранника.
- понятие алгебраической скорости, касательного и нормального ускорений, кривизны и радиуса кривизны траектории.
- основные задачи кинематики твердого тела.
- определение поступательного движения твердого тела.
- теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела при поступательном движении.
- уравнения поступательного движения твердого тела.
- определение вращательного движения твердого тела.
- уравнение вращательного движения твердого тела.
- определение угловой скорости и углового ускорения, их векторной и алгебраической формах записи.
- понятия вращательного и осевого ускорений.
- понятия сложного, абсолютного, относительного и переносного движений.
- понятия абсолютных, относительных и переносных скорости и ускорения.
- теорема о сложении скоростей.
- теорема Кориолиса.
- понятие ускорения Кориолиса (его физического смысла и способов нахождения с использованием правила вычисления векторного произведения и правила Жуковского).
- определение плоскопараллельного движения.
- разложение движения плоской фигуры.
- понятие полюса при плоском движении.
- уравнения движения плоской фигуры.
- понятие угловой скорости и углового ускорения при плоском движении тела и об их независимости от выбора полюса.
- теорема о скоростях точек тела при его плоском движении и следствия о проекциях скоростей двух его точек на ось, проходящую через эти точки.
- понятие мгновенного центра скоростей и теоремы о его существовании.
- распределение скоростей точек тела при плоском движении относительно мгновенного центра скоростей.
- законы динамики и факт их опытной основы.
- основное уравнение динамики и математической формы его записи.
- понятие инерциальной системы отсчета.
- формулировка первой и второй задач динамики.
- дифференциальные уравнения движения материальной точки в проекциях на декартовы и естественные оси.
- понятия начальных условий.
- основное уравнение динамики относительного движения и возможности его использования при исследовании движения в неинерциальной системе отсчета.
- принцип относительности классической механики.
- определение колебательного движения.
- классификация сил, действующих на материальную точку при колебаниях и математическую форму их записи.

- вид дифференциальных уравнений свободных, затухающих и вынужденных колебаний и смысл входящих в них параметров.
- вид общих решений дифференциальных уравнений свободных, затухающих и вынужденных колебаний.
- понятия: амплитуда, начальная фаза, циклическая частота, период, частота, декремент, коэффициент затухания, аperiodичность, резонанс, коэффициент динамичности.
- определение механической системы.
- определение внешних и внутренних сил и свойства внутренних сил.
- дифференциальные уравнения движения механической системы.
- понятие центра масс, формулы для его нахождения и теоремы о движении центра масс.
- меры движения: количество движения материальной точки и механической системы, кинетический момент материальной точки и механической системы относительно центра и оси, кинетическая энергия материальной точки и механической системы.
- понятие момента инерции относительно оси и радиуса инерции.
- формулы для определения моментов инерции тонкого однородного стержня и однородного диска.
- меры действия сил: элементарный импульс силы и импульс силы за конечный промежуток времени, элементарная работа силы и работа силы на конечном перемещении точки ее приложения.
- понятие мощности.
- определение консервативной механической системы и потенциальной силы.
- определение потенциальной энергии материальной точки и механической системы, а также способа ее нахождения.
- связь между мерами движения любой механической системы и мерами действующих на нее сил в виде общих теорем динамики.
- теорема об изменении количества движения механической системы в дифференциальной и интегральной форме, а также следствий из этой теоремы.
- теорема об изменении кинетического момента механической системы в векторной и скалярной форме, а также следствий из этой теоремы.
- дифференциальное уравнение вращательного движения.
- теорема об изменении кинетического момента в системе отсчета поступательно движущейся вместе с центром масс.
- дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела.
- теорема об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной и интегральной форме, а также следствия из этой теоремы.
- понятия главных и главных центральных осей инерции.
- теорема Штейнера-Гюйгенса.
- определение силы инерции.
- принцип Д Аламбера для точки и для механической системы.
- суть метода кинетостатики.
- приведение системы сил инерции к простейшему виду при поступательном, вращательном и плоском движении твердого тела.
- понятие динамических реакций на ось вращающегося тела.

### 8.3.5. Перечень примерных вопросов для зачета

*Не предусмотрено*

### 8.3.6. Примерные задания для расчетно-графической работы



Мобильный робот-тележка осуществляет криволинейное движение за счет разности угловых скоростей ведущих колес, которые вращаются при помощи моторов-редукторов.

Геометрические параметры мобильного робота: радиусы колес  $r = 3$  см, расстояние между ними  $a = 9$  см. При известном законе движения точки, делящей расстояние между колесами пополам:

$$x = -35 \cos t \text{ см}, \quad y = -29 \sin 2t \text{ см}, \quad 0 \leq t \leq 20 \text{ с},$$

В заданный момент времени найти

- скорость и ускорение робота-тележки, ориентированную кривизну, кривизну, радиус кривизны траектории, касательное ускорение, нормальное ускорение средней точки оси ведущих колес,
- угловые скорости вращения ведущих колес в относительном движении  $\omega_1$  (левого) и  $\omega_2$  (правого), а также угловую скорость поворота мобильного робота;
- используя дифференциальные уравнения движения материальной точки в проекциях на естественные оси, найти предельное значение коэффициента трения скольжения, при котором произойдет поперечный занос мобильного робота;
- используя теорему об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме найти создаваемую в указанный момент времени моторами-редукторами мощность. Принять, что масса платформы  $0.1$  кг, момент инерции платформы относительно центра масс равен  $0.016$  кг·м<sup>2</sup>. Коэффициенты сопротивления качению  $0.001$  м. Центр масс расположен в точке, делящей расстояние между ведущими колесами пополам. Массой колес пренебречь.

### **8.3.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

*Не используются*

### **8.3.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*Не используются*

### **8.3.9. Материалы онлайн курса «Инженерная механика»**

Курс «Инженерная механика» размещен на Национальной платформе открытого образования.

<https://openedu.ru/>.