


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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

 С.Т. Князев



2018 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

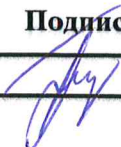
Код ОП	Направление под- готовки / специ- альность	Наименование образовательной программы	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
23.05.02/01.02	Транспортные средства специаль- ного назначения	Транспортные средства специаль- ного назначения	5391	Б1.10

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Берестова Светлана Александровна	Доктор физико-математических наук, доцент	Зав.кафедрой	Теоретической механики	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

№	Наименование кафедры	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой	Подпись
1	Теоретической механики	15.06.2018	7	С.А.Берестова	

Рекомендовано учебно-методическим советом  
Института фундаментального образования

Председатель учебно-методического совета



Т.И. Алферьева

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2018 г.

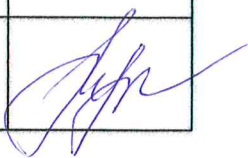
Согласовано:

Дирекция образовательных программ



Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы, для которой реализуется программа:

№ п/п	ФИО руководителя ОП, для которой реализуется дисциплина	Должность	Подразделение	Подпись
1.	Лукашук Ольга Анатольевна	Зав. кафедрой	Кафедра подъемно-транспортных машин и роботов	

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ Специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
23.05.02	Транспортные средства специального назначения	11.08.2016	1023

### 1.1. Требования к результатам освоения дисциплины «Теоретическая механика»

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

**ОК-1:** способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

**ОК-7:** готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

**ОПК-4:** способностью на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;

**ОПК-6:** способностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания.

### 1.2. Содержание результатов обучения

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 2D и 3D - 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 и механических систем.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- навыками разработки математических алгоритмов,
- продемонстрировать опыт составления и решения уравнений, описывающих равновесие типовых конструкций и движение механических систем.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Математика, Начертательная геометрия, Физика (раздел «Механика» для 3-его семестра)
-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------

2. Кореквизиты*	
3. Постреквизиты*	

\* Данные поля заполняется в случае необходимости. Все остальные поля заполняются обязательно

#### 1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Учебный семестр, номер	Учебный семестр, номер
		2	3
<b>Аудиторные занятия, час.</b>	<b>170</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
Лекции, час.	102	51	51
Практические занятия, час.	68	34	34
Лабораторные работы, час.	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.</b>	<b>298</b>	<b>113</b>	<b>185</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>36</b>	<b>Экзамен, 18</b>	<b>Экзамен, 18</b>
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, час.</b>	<b>504</b>	<b>216</b>	<b>288</b>
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

#### 1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Дисциплина «Теоретическая механика» входит в базовую часть образовательной программы (ОП) в составе группы дисциплин «Математический и естественнонаучный цикл», реализуется во всех траекториях ОП. Для успешного освоения дисциплины "Теоретическая механика", необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин "Математика", "Физика (Механика)" и "Начертательная геометрия". Навыки, полученные при изучении дисциплины "Теоретическая механика" необходимы при изучении дисциплин: "Сопrotивление материалов", "Механика жидкости и газов", "Теория механизмов и машин", "Детали машин и основы конструирования".

В ходе освоения дисциплины Теоретическая механика формируются знания и понимание общих законов, которым подчиняются движение и равновесие произвольных механических систем и взаимодействия в этих системах, а также способности обучающихся и выпускников строить математические модели реальных объектов для решения стандартных задач профессиональной деятельности в области статического, кинематического и силового расчета конструкций.

Для чтения лекций используется современное мультимедийное оборудование. Лекции сопровождаются демонстрацией статических и динамических моделей, а также кинофрагментов. Подчеркивается связь излагаемого материала с предшествующими и последующими дисциплинами. При выборе математических моделей реальных инженерных объектов особое внимание акцентируется на составлении расчетных схем, опирающихся на физические основы механики и имеющийся в арсенале обучающихся математический аппарат. При проведении практических занятий используются имеющиеся интерактивные пособия, видео-иллюстрации и твердотельные модели механизмов. Для организации само-

стоятельной работы обучающиеся обеспечиваются необходимой методической документацией – календарным планом проведения лекций и практических занятий, технологической картой балльно-рейтинговой системы оценивания результатов обучения, графиком выполнения контрольных мероприятий, списком литературы для самостоятельной работы, методическими рекомендациями для выполнения расчетных, контрольных и домашних работ, вопросами для подготовки к экзаменам и защите курсовой работы. Самостоятельная работа обучающихся сопровождается еженедельными консультациями.

В процессе обучения используются различные интерактивные методы обучения. Контрольно-оценочное мероприятие промежуточной аттестации проводится в виде экзаменов и защиты курсовой работы в рамках зачетно-экзаменационных сессий. Для проведения текущей и промежуточной аттестаций по дисциплине разработаны фонд оценочных средств, балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. При выставлении оценки по дисциплине учитывается посещение студентами аудиторных занятий, качество и своевременность выполнения практических работ, результаты сдачи экзаменов и защиты курсовой работы.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
Р1	Статика	<p>Основные понятия и аксиомы. Сведения о физических и аксиоматических основах статики.</p> <p>Система сходящихся сил. Решение основных задач статики для простейшей системы сил.</p> <p>Момент силы. Пара сил. Понятие мер вращательного действия сил.</p> <p>Основная теорема статики. Знакомство с алгоритмом эквивалентного преобразования произвольной системы сил к простейшему виду.</p> <p>Условия равновесия тел под действием различных систем сил.</p> <p>Получение необходимых и достаточных условий уравновешенности различных систем сил.</p> <p>Инварианты системы сил. Понятие о скалярном и векторном инвариантах статики как характеристиках системы сил независимых от выбора центра приведения.</p> <p>Расчет ферм. Применение уравнений равновесия к расчету стержневых конструкций.</p> <p>Законы трения. Знакомство с физическими основами законов трения и их использование при решении задач о равновесии тел.</p> <p>Центр тяжести. Знакомство с методами нахождения положения центра тяжести тел произвольной формы</p>

P2	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.</p> <p>Простейшие движения твердого тела. Знакомство с поступательным и вращательным движением твердого тела. Установление уравнений движения и определение кинематических характеристик твердого тела и его точек.</p> <p>Сложное движение точки. Принципы рассмотрения движения точки в разных системах отсчета.</p> <p>Плоское движение твердого тела. Знакомство с плоским движением твердого тела. Установление уравнений движения и определение кинематических характеристик твердого тела и его точек.</p>
P3	Динамика	<p>Динамика материальной точки. Знакомство с эмпирическими законами динамики.</p> <p>Дифференциальные уравнения движения точки. Получение математической модели движения точки в виде дифференциальных уравнений.</p> <p>Прямолинейные колебания материальной точки. Сведения о математической модели прямолинейных свободных и вынужденных колебаний точки</p> <p>Введение в динамику механической системы. Определение механической системы и ее моделирование совокупностью взаимодействующих между собой материальных точек. Классификация действующих на систему сил.</p> <p>Меры механического движения. Понятие о скалярных и векторных мерах движения материальных точек и механических систем.</p> <p>Меры действия сил. Понятие о скалярных и векторных мерах действия сил.</p> <p>Общие теоремы динамики механической системы. Установление связи между мерами действия сил и мерами движения. Приложения к изучению движения сплошных сред и тел переменной массы.</p> <p>Динамика твердого тела. Получение математической модели при поступательном, вращательном и плоском движениях твердого тела в виде дифференциальных уравнений.</p> <p>Принцип Даламбера. Знакомство с методом кинетостатики, позволяющим применять методы статики для записи уравнения движения механических систем.</p> <p>Элементарная теория удара. Формулировка основных допущений теории удара. Отыскание методов нахождения послеударных скоростей и ударных импульсов</p>

<p>Р4</p>	<p>Аналитическая механика</p>	<p>Классификация связей. Описание возможностей аналитического представления связей в механических системах.</p> <p>Принцип виртуальных перемещений. Доказательство необходимых и достаточных условий равновесия механической системы в аналитической форме</p> <p>Общее уравнение динамики. Запись уравнений движения механической системы с применением метода кинетостатики.</p> <p>Обобщенные координаты и скорости. Понятие о конфигурационном пространстве как пространстве изменения параметров, задающих положение механической системы.</p> <p>Уравнения Лагранжа второго рода. Получение дифференциальных уравнений движения механической системы с конечным числом степеней свободы в обобщенных координатах.</p> <p>Устойчивость положения равновесия. Отыскание положений равновесия механической системы. Знакомство с критериями устойчивости и исследование устойчивости положения равновесия консервативных механических систем с одной и двумя степенями свободы.</p>
-----------	-------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------





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

### 4.1. Лабораторный практикум

Не предусмотрено

### 4.2. Практические занятия

#### 4.2 Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Составление расчетных схем, изображение реакций связей. Применение условий равновесия тел и систем тел, находящихся под действием различных систем сил, а также при наличии трения. Равновесие тела под действием пространственной системы сил. Применение условий равновесия тела, находящегося под действием пространственной системы сил.	10
P1	2	Основная теорема статики. Приведение произвольной системы сил к простейшему виду.	6
P1	3	Расчет ферм. Центр тяжести. Нахождение центра тяжести составных тел.	4
P2	4	Кинематика точки. Определение кинематических характеристик точки при задании ее движения координатным и естественным способом.	2
P2	5	Простейшие движения твердого тела. Определение кинематических характеристик точек тел в простейших механизмах с поступательным и вращательным движением звеньев.	2
P2	6	Сложное движение точки. Определение скоростей и ускорений точек при сложном движении в случаях поступательного и вращательного переносного движения.	4
P2	7	Плоское движение твердого тела. Определение скоростей точек и угловых скоростей звеньев плоских механизмов.	4
P2	8	Определение скоростей и ускорений точек тела в его сферическом движении	2
P3	9	Динамика материальной точки. Решение первой и второй задачи динамики. Интегрирование уравнений движения материальной точки.	4

		Прямолинейные колебания материальной точки.	
P3	10	Центр масс механической системы. Общие теоремы динамики. Применение общих теорем динамики к исследованию движения механических систем. Запись дифференциальных уравнений различных видов движения.	10
P3	11	Принцип Даламбера. Применение принципа Даламбера к исследованию движения механических систем.	4
P3	12	Применение общих теорем динамики при ударе. Определение импульсных реакций, центра удара	2
P4	13	Применение принципа возможных перемещений к нахождению положений равновесия, определению неизвестных активных сил и реакций связей.	4
P4	14	Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механических систем	2
P4	15	Применение уравнений Лагранжа второго рода к исследованию движения механических систем с одной и двумя степенями свободы	4
P4	16	Исследование устойчивости положения равновесия механической системы	2
P4	17	Исследование малых колебаний механических систем с одной и двумя степенями свободы	2
<b>Всего:</b>			<b>68</b>

### 4.3. Самостоятельная работа студентов

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Определение уравновешивающей механизм силы.

Определение реакций связей с использованием принципа виртуальных перемещений.

Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы.

Исследование малых колебаний механической системы с одной степенью свободы.

Исследование малых колебаний механической системы с двумя степенями свободы.

#### 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. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Равновесие тела и системы тел под действием плоской системы сил.

Равновесие тела под действием пространственной системы сил.

Кинематика точки. Построение траектории движения материальной точки, определение и построение скорости, ускорения, радиуса кривизны траектории точки в указанный момент времени.

Сложное движение точки. Определение скорости точки, ускорения точки в ее сложном движении.

Плоское движение твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек, угловых скоростей и угловых ускорений звеньев плоских механизмов.

#### **4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ**

Не предусмотрено

#### **4.3.6. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)**

Динамика кулисного механизма.

Математическая модель управления движением робота-манипулятора с двумя/тремя степенями свободы.

Динамика кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания.

Математическая модель управления движением робота-тележки.

Математическая модель управления движением автомобиля по заданной траектории.

#### **4.3.7. Примерная тематика коллоквиумов**

Не предусмотрено

#### **4.3.8. Примерная тематика контрольных работ**

Построение FBD и определение реакций твердого тела в случае действия плоской/пространственной системы сил

Определение внутренних и внешних реакций системы твердых тел

Кинематика точки. Определение кинематических характеристик при различных способах задания движения

Простейшие движения твердого тела. Определение кинематических характеристик

Сложное движение точки. Определение кинематических характеристик

Плоское движение твердого тела. Определение кинематических характеристик, положения МЦС

Динамика точки. Составление дифференциальных уравнений и их интегрирование

Прямолинейные колебания материальной точки. Запись начальных условий. Составление дифференциальных уравнений и их интегрирование.

Общие теоремы динамики. Определение кинематических характеристик, неизвестных сил и реакций связей.

Составление дифференциальных уравнений.

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ 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	Обучение на основе опыта	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1		+		+			+	+				
P2		+		+			+	+				
P3	+	+		+				+				
P4		+		+	+			+				

## 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц. = 4,2

В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – к курс. = 0

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

6.2.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине во 2 семестре

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки	Макс. оценка в баллах
Посещение лекций	2-й семестр 1-8 недели	32
Выполнение контрольного тестового задания «Тест-знания №1» по P1 «Статика»	2-й семестр 8-я неделя	34
Выполнение контрольного тестового задания «Тест-знания №2» по P2 «Кинематика»	2-й семестр 15-я неделя	34
<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>		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,7		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки	Макс. оценка в баллах
Выполнение контрольной работы по P1 «Статика»	2-й семестр 1-17 недели	25

Выполнение контрольной работы по Р2 «Кинематика»	2-й семестр 8-я неделя	25
Выполнение расчетной работы по Р1 «Статика»	2-й семестр 7-я неделя	25
Выполнение расчетной работы по Р2 «Кинематика»	2-й семестр 15-я неделя	25
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0</b>		

### 6.2.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине в 3 семестре

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки</b>	<b>Макс. оценка в баллах</b>
Посещение лекций	3-й семестр 1-8 недели	32
Выполнение контрольного тестового задания «Тест-знания №1» по Р3 на тему «Динамика материальной точки. Динамика механической системы»	3-й семестр 7 неделя	34
Выполнение контрольного тестового задания «Тест-знания №2» по Р4 на тему «Принципы аналитической механики»	3-й семестр 14 неделя	34
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,4		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,5		
<b>Текущая аттестация на практических занятиях</b>	<b>Сроки</b>	<b>Макс. оценка в баллах</b>
Посещение практических занятий (34 часа)	3-й семестр 1-8 недели	34
Выполнение контрольной работы по Р3 «Динамика»	3-й семестр 8 неделя	33
Выполнение домашней работы по Р4 «Аналитическая механика»	3-й семестр 15 неделя	33
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям – 1</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям – 0</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы -

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы*</b>	<b>Сроки</b>	<b>Макс. оценка в баллах</b>
<i>I Этап. Кинематический анализ механизма.</i>	3-й семестр 3 неделя	15
<i>II Этап. Определение угловой скорости маховика.</i>	3-й семестр 7 неделя	25
<i>III Этап. Определение углового ускорения маховика.</i>	3-й семестр 10 неделя	25
<i>IV Этап. Определение реакций связей. Составление дифференциального уравнения движения кулисного механизма с помощью общих теорем динамики.</i>	3-й семестр 13 неделя	15
<i>V Этап. Определение уравновешивающей силы. Составление дифференциального уравнения движения кулисного механизма методами аналитической механики</i>	3-й семестр 15 неделя	20
<i>VI Этап. Оформление курсовой работы и подготовка ее к презентации.</i>	3-й семестр	

	16 неделя	
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы – 0,4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы – защиты – 0,6		

\* Название этапов на примере курсовой работы на тему «Динамика кулисного механизма»

Для проведения занятий по дисциплине «Теоретическая механика» 2 семестра может использоваться курс «Инженерная механика» на Национальной платформе открытого образования.

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

В случае использования открытого курса «Инженерная механика» в учебном процессе технологическая карта БРС 2 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.

#### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре – k сем. п
Семестр 2	0,5
Семестр 3	0,5

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ-МОДУЛЯ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. 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. 772 экз
2. 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. 371 экз
3. Мещерский, Иван Всеволодович. Задачи по теоретической механике : [учеб. пособие для вузов] / И. В. Мещерский ; [под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина] .— 49-е изд., стер. — СПб. [и др.] : Лань, 2008 .— 448 с. : ил. — (Учебники для вузов) (Специальная литература) .— Рек. Учеб.-метод. об-нием по унив. политехн. Образованию 1506 экз

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1: Статика и кинематика. Издательство: Лань, 2013 ISBN:978-5-8114-1035-4 , 672 стр. Электронная библиотечная система: издательства «Лань»: 54 экз
2. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2: Динамика. Издательство: Лань, 2013 ISBN: 978-5-8114-1021-7, 640 стр. Электронная библиотечная система: издательства «Лань»: 16 экз

3. 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>

### 7.1.3. Методические разработки

Не используются

### 7.2. Программное обеспечение

Microsoft Office

### 7.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковая система Google <https://www.google.ru/>
2. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru/>
3. Википедия-свободная энциклопедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная\\_страница](https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница)

### 7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Онлайн курс «Инженерная механика» УрФУ Белява З.В., Берестова С.А., Митюшов Е.А., Савина Е.А. и др. на платформе openedu.ru
2. 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)
3. ЭОР УрФУ Белява З.В., Берестова С.А., Клиньских 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)

## 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 осуществ-	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно системати-	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.

	лять самостоятельно ре-продуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	зирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых 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

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

## 8.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

### 8.3.1. Примерный перечень заданий в составе домашней работы

Определение реакций связей с использованием принципа виртуальных перемещений.

Например, в составной раме:

1. Разделение конструкции на части.
2. Замена связи другой с добавлением реакции
3. Придание системе виртуального перемещения
4. Установление связи между виртуальными перемещениями

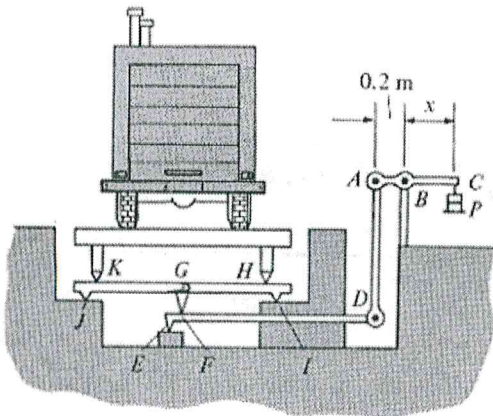
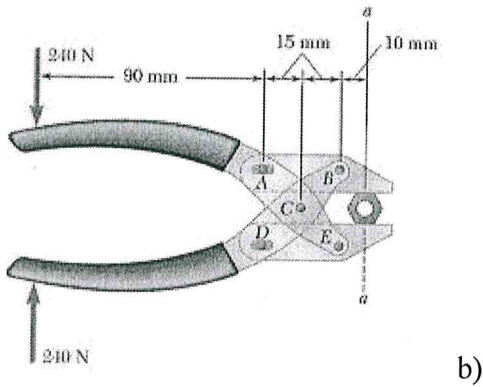
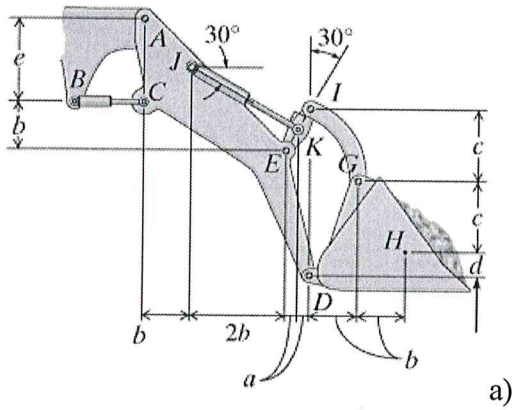


5. Составление уравнений, выражающих принцип виртуальных перемещений

8.3.2. Примерный перечень заданий в составе контрольных работ

P1. Статика.

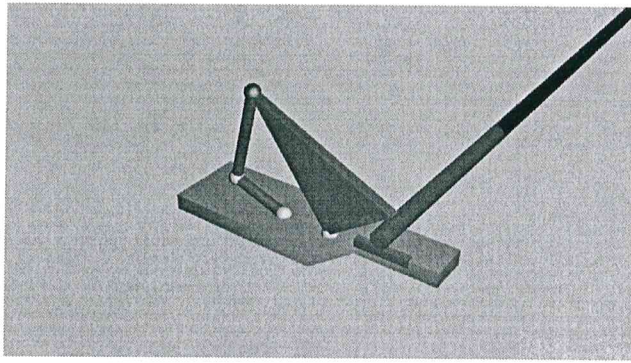
Составить диаграммы свободного тела:



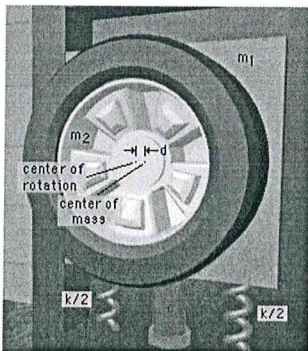
c)

P2. Кинематика.

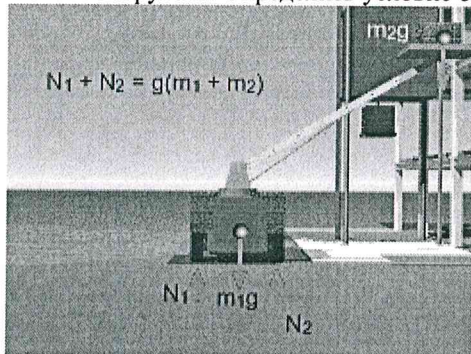
Найти положение мгновенного центра скоростей при плоском движении тела.  
Объект-Ножницы для резки металла.



Р3. Динамика материальной точки и механической системы.  
 Записать уравнения метода кинестатики для определения динамических реакций.  
 Объект - балансировочный стенд.



Р3. Динамика материальной точки и механической системы.  
 Объект-погрузчик. Определить условие опрокидывания.



### 8.3.3. Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-знания»

Р1. 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.

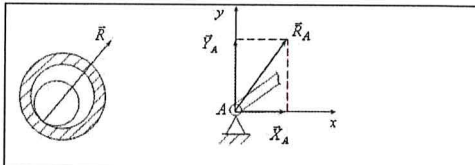
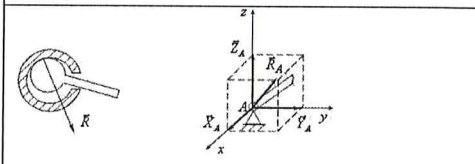
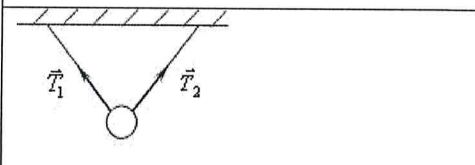
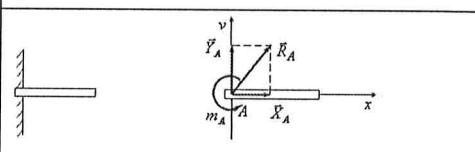
Вопрос 3.

Вставьте пропущенное слово

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

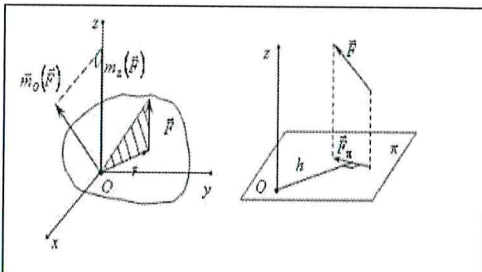
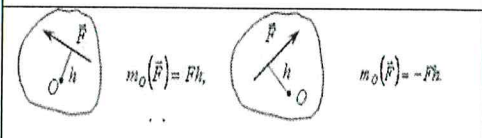
Вопрос 4.

Установите соответствие между названием связи и изображением ее реакции

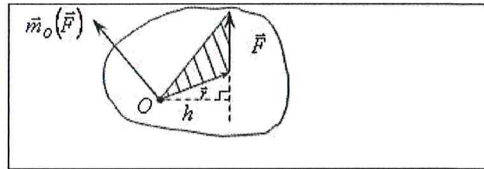
Цилиндрический шарнир	
Идеальная нить	
Жесткая заделка	
Сферический шарнир	

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. по дисциплине**

**Установите соответствие**

Векторный способ задания движения точки
Координатный способ задания движения точки
Естественный способ задания движения точки

$x = x(t),$ $y = y(t),$ $z = z(t)$
$s = s(t)$
$\vec{r} = \vec{r}(t)$

**Вопрос 5.**

Определяют ли эти уравнения движение плоской фигуры?

$$\begin{aligned}x_A &= x_A(t), \\ y_A &= y_A(t), \\ \varphi &= \varphi(t)\end{aligned}$$

( ) Да

( ) Нет

**Вопрос 6.**

**Установите соответствие**

Скорость точки
Средняя скорость точки
Ускорение точки
Среднее ускорение точки

$\frac{d\vec{v}}{dt}$
$\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$
$\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$
$\frac{d\vec{r}}{dt}$

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
Момент количества движения материальной точки относительно центра

$\vec{k}_O = \vec{r} \times m\vec{v}$
$\vec{Q} = \sum_{k=1}^n m_k \vec{v}_k$

Количество движения механической системы
Кинетическая энергия механической системы
Кинетический момент механической системы относительно оси
Кинетический момент механической системы относительно центра
Момент количества движения материальной точки относительно оси
Кинетическая энергия материальной точки

$T = \sum_{k=1}^n \frac{m_k v_k^2}{2}$
$\vec{K}_O = \sum_{k=1}^n \vec{r}_k \times m_k \vec{v}_k$
$K_z = \sum_{k=1}^n m_z (m_k \vec{v}_k)$
$\frac{m v^2}{2}$
$k_z = \text{пр}_z(\vec{k}_O) = m_z (m \vec{v})$
$\vec{q} = m \vec{v}$

### Вопрос 5.

Установите соответствие

Сила сопротивления
Восстанавливающая сила
Возмущающая сила

$\vec{F} = -c\vec{r}, \quad F_x = -cx$
$\vec{Q} = H \sin pt \vec{i}, \quad Q_x = H \sin pt$
$\vec{R} = -b\vec{v}, \quad R_x = -b\dot{x}$

Р4. Аналитическая механика.

### Вопрос 1.

Выберите нужные слова

Связь называется (стационарной/нестационарной), если в уравнение связи время явно не входит. Если в уравнение связи время входит явным образом, то связь – (нестационарная/стационарная).

### Вопрос 2.

Вставьте пропущенные слова

Виртуальное (возможное) \_\_\_\_\_ точки - это такое бесконечно малое (элементарное) \_\_\_\_\_, которое допускается в рассматриваемый момент движения наложенными на точку связями.

### Вопрос 3.

Установите соответствие

$f(x, y, z) \geq 0$
$f(x, y, z, t) \geq 0$

голономная стационарная удерживающая связь
голономная нестационарная не-

$f(x, y, z, t) = 0$
$f(x, y, z) = 0$

удерживающая связь
голономная стационарная неудерживающая связь
голономная нестационарная удерживающая связь

**Вопрос 4.**

**Вставьте пропущенные слова**

Обобщенные \_\_\_\_\_ - производные от обобщенных \_\_\_\_\_ по времени.

**Вопрос 5.**

Формула для определения обобщенных коэффициентов жесткости

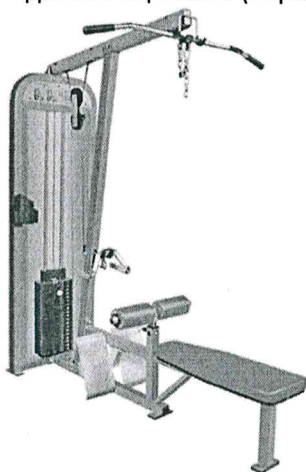
$$c_{ij} = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial q_i \partial q_j} \Big|_{q_1=0, \dots, q_s=0}$$

( ) Верно

( ) Неверно

**8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

1. Закон силового управления и энергетические затраты при работе на тренажере. Объект- блок для мышц спины (верхняя тяга).



- 4. Математическое моделирование наведения на цель и стабилизации башенного орудия.
- 5. Закон силового управления и энергетические затраты при плавном подъеме и опускании лифта.

**8.3.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к экзаменам**

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 1 «Статика» студент должен показать\*

1. Знание основных задач статики.
2. Знание определений: эквивалентных системы сил, уравновешенной системы сил, равнодействующей, абсолютно твердого тела.
3. Знание аксиом статики, как простейших правил эквивалентного преобразования систем сил, условий их уравновешенности и взаимодействия тел.
4. Знание понятия силы и ее представления скользящим вектором.
5. Знание понятий свободного и несвободного твердого тела, связей, реакций связей, активных сил.
6. Знание основных видов связей.
7. Знание определения системы сходящихся сил.
8. Знание теоремы о существовании равнодействующей системы сходящихся сил.
9. Знание условий равновесия тела под действием системы сходящихся сил в геометрической и аналитической форме.
10. Знание статически определенной и статически неопределенной задачи статики.
11. Знание теоремы о трех силах.
12. Знание понятия момента силы как характеристики вращательного действия силы на тело, закрепленное в точке или на оси.
13. Знание определений вектора момента силы, алгебраического момента силы относительно центра и момента силы относительно оси.
14. Знание понятия плеча силы.
15. Знание определения векторного и алгебраического момента пары сил.
16. Знание понятия плеча пары сил.
17. Знание теоремы о сумме моментов сил пары относительно произвольного центра.
18. Знание теорем о парах.
19. Знание смысла теорем о парах как правил их эквивалентного преобразования.
20. Знание условий равновесия тела под действием системы пар, расположенных произвольным образом и в параллельных плоскостях.
21. Знание леммы о параллельном переносе силы.
22. Знание определений главного вектора системы сил и главного момента системы сил относительно произвольного центра.
23. Знание теоремы Пуансо о приведении произвольной системы сил к заданному центру.
24. Знание условия равновесия тела при действии произвольной пространственной системы сил.
25. Знание условий равновесия тел в частных случаях (при действии плоской системы сил, при действии системы параллельных сил).
26. Знание определения фермы и ее структуры.
27. Знание постановки задачи о расчете ферм как определения реакций внешних связей и усилий в стержнях.
28. Знание условия статической определенности фермы.
29. Знание методов расчета ферм.
30. Знание правила знаков для усилий в стержнях фермы.
31. Знать определение силы трения скольжения.
32. Знать законы трения и их опытную природу.
33. Знать смысл коэффициента трения скольжения.
34. Знать определение конуса трения.
35. Знать понятие трения качения.
36. Знать смысл коэффициента трения качения.
37. Знание определений первого и второго статических инвариантов.
38. Знание соотношения, устанавливающего закон изменения главного момента системы сил при переносе центра приведения.



39. Знание частных случаев приведения произвольной системы сил к центру.
40. Знание понятий силового (динамического) винта и центральной винтовой оси.
41. Знание способов получения уравнений линии действия равнодействующей и центральной винтовой оси.
42. Знание теоремы Вариньона в векторной и скалярной формах.
43. Знание определения центра параллельных сил.
44. Знание определения центра тяжести.
45. Знание основных методов нахождения центра тяжести.
46. Знание положений центров тяжести простейших фигур (треугольника, дуги окружности, кругового сектора).

\*С базой тестовых вопросов обучающиеся знакомятся в процессе изучения дисциплины (см. П.8.3.1. Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-знания»)

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 1 «Статика» студент должен продемонстрировать\*\*

1. Умение аналитически задавать силу, действующую на тело.
2. Умение изображать реакции связей, при различных случаях закрепления твердого тела.
3. Умение определять равнодействующую системы сходящихся сил геометрически и аналитически.
4. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде условий равновесия тела под действием системы сходящихся сил.
5. Умение решать систему уравнений равновесия для определения неизвестных физических величин.
6. Умение изображать действующие на тело силы с учетом теоремы о трех силах.
7. Умение находить момент силы относительно оси аналитически и геометрически.
8. Умение применять условия равновесия тела под действием системы пар для нахождения неизвестных физических величин.
9. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде условий равновесия тела при действии плоской системы сил.
10. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде условия равновесия тела при действии произвольной пространственной системы сил.
11. Умение решать систему уравнений равновесия для определения неизвестных физических величин.
12. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде последовательно записанных условий равновесия узлов фермы или ее частей.
13. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель при исследовании равновесия механических систем с трением.
14. Умение различать правый и левый динамические винты.
15. Умение приводить конкретные системы сил к простейшим частным случаям.
16. Умение записывать формулы для нахождения координат центра тяжести.
17. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде аналитических зависимостей для определения положения центра тяжести составных фигур и фигур с вырезами.

\*\*С базой вопросов обучающиеся знакомятся в процессе изучения дисциплины (см. П. 8.3.2. Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-умения»)

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 1 «Статика» студент должен овладеть процедурами реализации математических алгоритмов при составлении и решении уравнений, описывающих равновесие типовых конструкций, при этом демонстрируя

1. Навыки вычисления проекций сил на оси координат при составлении уравнений равновесия.
2. Навыки вычисления алгебраического момента силы относительно центра и момента силы относительно оси при произвольном расположении силы.
3. Навыки вычисления проекций сил на оси координат при составлении уравнений равновесия.
4. Навыки вычисления алгебраического момента силы и момента силы относительно оси при составлении уравнений равновесия.
5. Навыки вычисления главного вектора и главного момента системы сил.
6. Навыки построения линии действия равнодействующей и центральной винтовой оси.
7. Навыки вычисления координат и изображения положения центра тяжести на чертеже.

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 2 «Кинематика» студент должен показать\*

1. Знание основных задач кинематики.
2. Знание определений механического движения, системы отсчета, траектории точки.
3. Знание векторного, координатного и естественного способов задания движения точки.
4. Знание понятий скорости и ускорения точки
5. Знание понятия естественных осей и естественного трехгранника.
6. Знание понятий алгебраической скорости, касательного и нормального ускорений, кривизны и радиуса кривизны траектории.
7. Знание основных задач кинематики твердого тела.
8. Знание определения поступательного движения твердого тела.
9. Знание теоремы о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела при поступательном движении.
10. Знание уравнений поступательного движения твердого тела.
11. Знание определения вращательного движения твердого тела.
12. Знание уравнения вращательного движения твердого тела.
13. Знание определений угловой скорости и углового ускорения, их векторной и алгебраической формах записи.
14. Знание понятий вращательного и осевого ускорений.
15. Знание формулы Эйлера и векторных выражений для определения вращательного и осевого ускорений.
16. Знание понятий сложного, абсолютного, относительного и переносного движений.
17. Знание понятий абсолютных, относительных и переносных скорости и ускорения.
18. Знание теоремы о сложении скоростей.
19. Знание теоремы Кориолиса.
20. Знание понятия ускорения Кориолиса (его физического смысла и способов нахождения с использованием правила вычисления векторного произведения и правила Жуковского).
21. Знание определения плоскопараллельного движения.
22. Знание разложения движения плоской фигуры.
23. Знание понятия полюса при плоском движении.
24. Знание уравнений движения плоской фигуры.
25. Знание понятий угловой скорости и углового ускорения при плоском движении тела и об их независимости от выбора полюса.
26. Знание теоремы о скоростях точек тела при его плоском движении и следствия о проекциях скоростей двух его точек на ось, проходящую через эти точки.
27. Знание понятия мгновенного центра скоростей и теоремы о его существовании.
28. Знание распределения скоростей точек тела при плоском движении относительно мгновенного центра скоростей.
29. Знание связи между угловой скоростью тела при его плоском движении, скоростью его произвольной точки и расстоянием от этой точки до мгновенного центра скоростей.
30. Знание понятия мгновенного центра ускорений и теоремы о его существовании.

31. Знание теоремы об ускорениях точек тела при плоском движении и следствия о проекциях ускорений двух его точек на ось, проходящую через эти точки.
32. Знание методов сложения вращений вокруг параллельных осей при вращении в одну и в противоположные стороны.
33. Знание понятия пары вращений и определения скорости тела в этом случае.
34. Знание метода обращенного движения (метода Виллиса) исследования движения механизмов, в которых происходит сложение вращений вокруг параллельных осей.
35. Знание формулы Виллиса, устанавливающей связь между алгебраическими угловыми скоростями колес, находящимися в зацеплении и правила знаков.
36. Знание определения сферического движения твердого тела.
37. Знание углов Эйлера и того, как с их помощью задается положение тела с одной неподвижной точкой.
38. Знание уравнений сферического движения твердого тела.
39. Знание представления сферического движения как результата сложения вращений вокруг трех пересекающихся осей.
40. Знание мер изменения углов Эйлера.
41. Знание теоремы о скоростях точек тела при его сферическом движении и следствия о проекциях скоростей двух его точек на ось, проходящую через эти точки.
42. Знание понятий мгновенной оси вращения и угловой скорости при сферическом движении тела.
43. Знание определения свободного движения твердого тела.
44. Знание разложения свободного движения твердого тела на поступательное и сферическое.
45. Знание теоремы Эйлера о скоростях точек тела при свободном движении и следствия о проекциях скоростей двух его точек на ось, проходящую через эти точки.
46. Знание понятий угловой скорости и углового ускорения при свободном движении твердого тела.
47. Знание теоремы Ривальса об ускорениях точек тела при свободном движении.
48. Знание понятий вращательного и осеостремительного ускорений.

\*С базой тестовых вопросов обучающиеся знакомятся в процессе изучения дисциплины (см. П.8.3.1. Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-знания»)

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 2 «Кинематика» студент должен продемонстрировать\*\*

1. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде уравнений движения точки при задании ее движения и определении кинематических характеристик (траектории, скорости, ускорения)
2. Умение определять скорости и ускорения точек вращающегося тела.
3. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде связей между кинематическими характеристиками при описании движения простейших механизмов.
4. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде связей между кинематическими характеристиками относительного, переносного и абсолютного движений при описании сложного движения точки.
5. Умение находить положение мгновенного центра скоростей при плоском движении тела.
6. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде векторных и скалярных связей между кинематическими характеристиками при описании плоского движения твердого тела и механизмов, включающих звенья с плоским движением.
7. Умение изображать расчетную схему планетарного редуктора и выбирать соответствующую математическую модель в виде последовательности формул Виллиса при нахождении связи между угловыми скоростями ведущих и ведомых валов.

8. Умение вычислять скорость любой точки тела в его сферическом движении геометрически и аналитически (по проекциям на подвижные и неподвижные оси).
9. Умение изображать расчетную схему и выбирать соответствующую математическую модель в виде векторных и скалярных связей между кинематическими характеристиками при описании сферического движения твердого тела и механизмов, включающих звенья со сферическим движением.

\*\*С базой вопросов обучающиеся знакомятся в процессе изучения дисциплины (см. П. 8.3.2. Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-умения»)

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 2 «Кинематика» студент должен владеть процедурами реализации математических алгоритмов при составлении и решении уравнений, описывающих движение материальной точки и механических систем произвольного вида, а также типичных механизмов, при этом демонстрируя

1. Навыки вычисления и изображения на чертеже скорости и ускорения точки, ее касательного и нормального ускорений, радиуса кривизны траектории.
2. Навыки вычисления угловых скоростей и угловых ускорений вращающихся тел простейших механизмов, скоростей и ускорений их точек; и изображения на чертеже соответствующих кинематических характеристик.
3. Навыки геометрического и аналитического вычисления абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в ее сложном движении; и их изображения на чертеже.
4. Навыки вычисления угловых скоростей и угловых ускорений звеньев плоских механизмов, а также скоростей и ускорений их точек; а также навыки изображения соответствующих кинематических характеристик на чертеже.
5. Навыки вычисления угловых скоростей звеньев планетарных редукторов и определения направления их вращения.

Навыки вычисления угловых скоростей пространственных механизмов, звенья которых совершают сферическое движение, и скоростей их точек

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 3 «Динамика материальной точки и механической системы» студент должен показать\*

1. Знание законов динамики и факта их опытной основы.
2. Знание основного уравнения динамики и математической формы его записи.
3. Знание понятия инерциальной системы отсчета.
4. Знание формулировок первой и второй задач динамики.
5. Знание дифференциальных уравнений движения материальной точки в проекциях на декартовы и естественные оси.
6. Знание понятия начальных условий.
7. Знание основного уравнения динамики относительного движения и возможности его использования при исследовании движения в неинерциальной системе отсчета.
8. Знание принципа относительности классической механики.
9. Знание определения колебательного движения.
10. Знание классификации сил, действующих на материальную точку при колебаниях и математическую форму их записи.
11. Знание вида дифференциальных уравнений свободных, затухающих и вынужденных колебаний и смысл входящих в них параметров.
12. Знание вида общих решений дифференциальных уравнений свободных, затухающих и вынужденных колебаний.
13. Знание понятий: амплитуда, начальная фаза, циклическая частота, период, частота, декремент, коэффициент затухания, апериодичность, резонанс, коэффициент динамичности.
14. Знание определения механической системы.
15. Знание определений внешних и внутренних сил и свойства внутренних сил.

16. Знание дифференциальных уравнений движения механической системы.
17. Знание понятия центра масс, формулы для его нахождения и теоремы о движении центра масс.
18. Знание мер 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.
19. Знание понятия момента инерции относительно оси и радиуса инерции.
20. Знание формул для определения моментов инерции тонкого однородного стержня и однородного диска.
21. Знания мер действия сил: элементарный импульс силы и импульс силы за конечный промежуток времени, элементарная работа силы и работа силы на конечном перемещении точки ее приложения.
22. Знание понятия мощности.
23. Знание определения консервативной механической системы и потенциальной силы.
24. Знание определений потенциальной энергии материальной точки и механической системы, а также способа ее нахождения.
25. Знание связи между мерами движения любой механической системы и мерами действующих на нее сил в виде общих теорем динамики.
26. Знание теоремы об изменении количества движения механической системы в дифференциальной и интегральной форме, а также следствий из этой теоремы.
27. Знание теоремы об изменении кинетического момента механической системы в векторной и скалярной форме, а также следствий из этой теоремы.
28. Знание дифференциального уравнения вращательного движения.
29. Знание теоремы об изменении кинетического момента в системе отсчета поступательно движущейся вместе с центром масс.
30. Знание дифференциальных уравнений плоского движения твердого тела.
31. Знание теоремы об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной и интегральной форме, а также следствия из этой теоремы.
32. Знание понятия тензора инерции и представления кинетического момента твердого тела при его сферическом движении.
33. Знание понятий главных и главных центральных осей инерции.
34. Знание преобразования тензора инерции при переходе к новому базису.
35. Знание понятия – эллипсоид инерции.
36. Знание теоремы Штейнера-Гюйгенса.
37. Знание общего вида дифференциальных уравнений вращательного движения, когда ось вращения не является главной осью инерции.
38. Знание динамических уравнений Эйлера и случаев, когда они допускают аналитическое интегрирование при произвольных начальных условиях.
39. Знание выражений для кинетической энергии и кинетического момента при сферическом движении твердого тела.
40. Знание первых интегралов системы дифференциальных уравнений в случае Эйлера–Пуансо.
41. Знание дифференциальных уравнений движения свободного тела.
42. Знание определений гироскопа (уравновешенного и тяжелого).
43. Знание теоремы Резаля.
44. Знание свойств гироскопа.
45. Знание понятия гироскопических реакций и формулы для вычисления их момента.
46. Знание закона прецессии и понятия регулярной прецессии гироскопа.
47. Знание правила Жуковского для определения направления пары сил давления на подшипники при вынужденном прецессионном движении гироскопа.
48. Знание определения силы инерции.
49. Знание принципа Д Аламбера для точки и для механической системы.
50. Знание сути метода кинетостатики.

51. Знание приведения системы сил инерции к простейшему виду при поступательном, вращательном и плоском движении твердого тела.
52. Знание понятия динамических реакций на ось вращающегося тела.
53. Знание уравнений для определения динамических реакций и условия их отсутствия.
54. Знание метода динамической балансировки путем добавления двух точечных масс.
55. Знание определения удара и ударных сил.
56. Знание основных допущений при описании удара.
57. Знание основного уравнения теории удара.
58. Знание теоремы об изменении количества движения механической системы при ударе и следствия из нее.
59. Знание теоремы об изменении кинетического момента механической системы при ударе в векторной и скалярной форме и следствия из нее.
60. Знание определения коэффициента восстановления при ударе.
61. Знание прямого и косого удара точки о неподвижную поверхность; и прямого центрального удара двух тел.
62. Знание теоремы о потере кинетической энергии при ударе.
63. Знание действия ударного импульса на вращающееся тело.
64. Знание метода определения импульсов ударных реакций на ось вращающегося тела.
65. Знание понятия центра удара.

\*С базой тестовых вопросов обучающиеся знакомятся в процессе изучения дисциплины (см. П.8.3.1. Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-знания»).

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 3 «Динамика материальной точки и механической системы» студент должен продемонстрировать\*\*

1. Умение изображать расчетную схему и составлять математическую модель в виде дифференциальных уравнений движения свободной и несвободной материальной точки.
2. Умение определять постоянные интегрирования по заданным начальным условиям.
3. Умение изображать расчетную схему и составлять математическую модель в виде дифференциальных уравнений прямолинейных колебаний.
4. Умение определять постоянные интегрирования в случае прямолинейных колебаний материальной точки.
5. Умение находить кинетический момент вращающегося тела и кинетическую энергию тела при поступательном, вращательном и плоском движениях.
6. Умение находить работу силы, приложенной к вращающемуся и свободному твердому телу, а также работу силы тяжести и линейной центральной силы, в частности, работу силы упругости пружины.
7. Умение составлять расчетную схему при исследовании движения механических систем и применять математические модели в виде общих теорем динамики.
8. Умение находить осевые и центробежные моменты инерции относительно осей произвольно расположенных по отношению к главным центральным осям инерции.
9. Умение составлять расчетную схему и математическую модель при исследовании движения гироскопа и определении гироскопических реакций и давлений на подшипники.
10. Умение составлять расчетную схему и выбирать математическую модель в виде уравнений метода кинестатики для записи уравнений движения и определения реакций внешних и внутренних связей.
11. Умение составлять расчетную схему и математическую модель в виде уравнений теории удара.

\*\*С базой вопросов обучающиеся знакомятся в процессе изучения дисциплины (см. П. 8.3.2. Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-умения»)

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 3 «Динамика материальной точки и механической системы» студент должен владеть процедурами реализации математических алгоритмов при составлении и решении уравнений, описывающих равновесие типовых конструкций и движение механических систем произвольного вида (задания берутся из списка заданий к контрольным работам п.8.3.4, из этапов выполнения домашних, расчетных, курсовой работы, набора контекстных задач, разбираемых на лекциях и практических занятиях), демонстрируя при этом:

1. Навыки интегрирования дифференциальных уравнений движения точки, находящейся под действием постоянных и переменных сил.
2. Навыки составления начальных условий интегрирования дифференциальных уравнений прямолинейных колебаний материальной точки.
3. Навыки определения скоростей и ускорений точек и тел механических систем, а также реакций внешних и внутренних связей с использованием общих теорем динамики.
4. Навыки приведения системы сил инерции к простейшему виду и решения уравнений метода кинестатики для нахождения физических величин.
5. Навыки определения скоростей тел после удара в механических системах и импульсов соответствующих ударных сил.

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 4 «Аналитическая механика» студент должен показать\*

1. Знание определений голономных, стационарных и удерживающих связей.
2. Знание определения виртуального (возможного) перемещения точки, и механической системы.
3. Знание понятия вариаций координат.
4. Знание связи элементарного действительного перемещения с одним из возможных для механических систем со стационарными связями.
5. Знание определения виртуальной работы силы.
6. Знание определения идеальных связей.
7. Знание принципа виртуальных перемещений.
8. Знание общего уравнения динамики.
9. Знание определения обобщенных координат и пространства конфигураций.
10. Знание понятия числа степеней свободы и определение этого числа для систем с голономными связями.
11. Знание определения обобщенных скоростей.
12. Знание определения обобщенных сил.
13. Знание условия равновесия механической системы в обобщенных координатах.
14. Знание уравнений Лагранжа второго рода.
15. Знание уравнений Лагранжа второго рода для консервативных систем.
16. Знание определения машины и ее уравнения движения.
17. Знание принципа Гамильтона–Остроградского.
18. Знание принципа Гамильтона–Остроградского для консервативных систем.
19. Знание постановки задачи о брахистохроне и ее решения с помощью вариационного принципа.
20. Знание определения устойчивого положения равновесия.
21. Знание теоремы Лагранжа-Дирихле.
22. Знание представления потенциальной энергии механической системы около устойчивого положения равновесия в виде квадратичной формы.
23. Знание понятия обобщенных коэффициентов жесткости и умение их находить.

24. Знание теоремы о положительной определенности квадратичной формы.
25. Знание представления кинетической энергии механической системы около устойчивого положения равновесия в виде квадратичной формы.
26. Знание понятия обобщенных коэффициентов инерции и умение их находить.
27. Знание уравнений малых колебаний механической систем около устойчивого положения равновесия.
28. Знание уравнения частот.
29. Знание понятий главных колебаний и коэффициентов формы. Умение их находить.
30. Знание уравнений вынужденных колебаний механической системы с двумя степенями свободы и их решения.
31. Знание понятия о виброзащите и метода динамического гашения вынужденных колебаний.

\*С базой тестовых вопросов обучающиеся знакомятся в процессе изучения дисциплины (см. П.8.3.1.

Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-знания»)

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 4 «Аналитическая механика» студент должен продемонстрировать\*\*

1. Умение находить связь между вариациями координат аналитически и геометрически.
2. Умение составлять расчетную схему и математическую модель в виде равенства нулю суммы виртуальных работ активных сил при записи условия равновесия.
3. Умение определять реакции связей в статически определимых конструкциях с помощью принципа виртуальных перемещений.
4. Умение составлять расчетную схему и математическую модель в виде равенства нулю суммы виртуальных работ активных сил и сил инерции при записи уравнения движения механической системы.
5. Умение находить обобщенные силы различными способами.
6. Умение составлять расчетную схему и составлять уравнения Лагранжа второго при описании движения механических систем с одной и двумя степенями свободы.
7. Умение находить минимум потенциальной энергии для систем с одной и несколькими степенями свободы.
8. Умение составлять расчетную схему и математическую модель при нахождении положений равновесия консервативных механических систем и исследовании их устойчивости.
9. Умение составлять расчетную схему и математическую модель при исследовании малых колебаний механических систем с одной и двумя степенями свободы в виде соответствующих дифференциальных уравнений.
10. Умение находить коэффициенты формы главных колебаний.

\*\*С базой вопросов обучающиеся знакомятся в процессе изучения дисциплины (см. П. 8.3.2. Примерные контрольные тестовые задания в рамках учебных занятий «Тест-умения»)

В результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» раздел 4 «Аналитическая механика» студент должен продемонстрировать владение процедурами реализации математических алгоритмов при составлении и решении уравнений, описывающих равновесие типовых конструкций и движение механических систем произвольного вида и типичных механизмов

1. Навыки нахождения виртуального перемещения простейших механизмов, установления связей между вариациями координат и вычисления виртуальных работ активных сил и сил инерции.
2. Навыки выбора обобщенных координат, соответствующих им обобщенных сил и записи кинетической энергии как функции обобщенных координат и обобщенных скоростей при исследовании движения простейших механизмов.



3. Навыки представления потенциальной энергии как функции обобщенных координат и вычисления частных производных от потенциальной энергии по обобщенным координатам при нахождении положений равновесия и исследовании его устойчивости.
4. Навыки представления потенциальной и кинетической энергии как функции обобщенных координат и обобщенных скоростей (для кинетической энергии) и вычисления соответствующих частных производных при записи уравнений свободных малых колебаний.
5. Навыки решения дифференциальных уравнений малых колебаний при нахождении законов движения, амплитуд, частот, периодов и форм колебаний.

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

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

Лекционные занятия по теоретической механике, в основном, проводятся в мультимедийных аудиториях университета (М-422, М-524а, М-526, М0527, ФТ-214, Х-405, Э-404 и др.), оснащенных 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 курсовой, расчетной и домашних работ, а также для обмена информацией с преподавателями, консультаций иметь доступ к Интернету.

