

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
Кафедра «Механика и анализ конструкций и процессов»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор



И.В. Макурин

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Теоретическая механика»

основной профессиональной образовательной программы по специальности
24.05.07 – Самолето- и вертолетостроение
специализация «Технологическое проектирование высокоресурсных кон-
струкций самолетов и вертолетов»

8ТСа


Форма обучения

Заочная

Технология обучения


Традиционная

Автор рабочей программы
старший преподаватель кафедры
«Механика и анализ конструкций и
процессов»

 Ю.Б.Колошенко
« 4 » мая 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

 И.А. Романовская
« 4 » мая 2017 г.

Декан ССФ

 С.И.Феоктистов
« 4 » мая 2017 г.

Декан ФЗДО

 М.В. Семибратова
« 4 » мая 2017 г.

Начальник УМУ

 Е.Е.Поздеева
« 4 » мая 2017 г.

ВВЕДЕНИЕ

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая механика» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №1165 от 12 сентября 2016 г., и основной образовательной программы подготовки специалистов 24.05.07 «Самолето- и вертолестроение»

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Теоретическая механика					
Цель дисциплины	Изучение основных понятий, законов и задач механики для использования их в изучаемых дисциплинах					
Задачи дисциплины	Понимать условия задач механики и правила их решения					
Основные разделы дисциплины	Статика; Кинематика; Динамика					
Общая трудоёмкость дисциплины	4 семестр - 3 з. е./108 академических часа;					
	5 семестр - 4 з. е./180 академических часа;					
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч.		СРС, ч.	Промежуточная аттестация, ч.	Всего за семестр, ч.
		Лекции	Пр. занятия			
	4 семестр	4 ч.	6 ч.	94 ч	4 ч	108 ч.
5 семестр	6 ч	12 ч	158 ч	4 ч	180 ч	
ИТОГО:	10 ч.	18 ч.	252 ч.	8 ч.	288 ч.	

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая механика» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ОПК – 2 Способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	4 семестр (3 этап)		
	<p>31 (ОПК-2-3) – кинематические характеристики движения точки при различных способах задания движения; характеристики движения тела и его отдельных точек при поступательном, вращательном и плоском движении</p> <p>32 (ОПК-2-3) – основные понятия и аксиомы механики, случаи приведения действующей на тело системы сил к простейшему виду, условия уравновешенности произвольной системы сил,</p>	<p>У1 (ОПК-2-3) – вычислять скорости и ускорения точек тел и самих тел, совершающих поступательное, вращательное и плоское движение;</p> <p>У2 (ОПК-2-3) – Составлять уравнения равновесия для тела, находящегося под действием произвольной системы сил;</p>	<p>Н1 (ОПК-2-3) – Навыками решения задач по кинематике точки и твердого тела</p> <p>Н2 (ОПК-2-3) – навыками исследования равновесия твердого тела (системы тел) под действием плоской и пространственной систем сил;</p>

	методы нахождения реакций связей в покоящейся системе твердых тел, способы нахождения их центров тяжести; законы трения скольжения и качения;		
5 семестр (4 этап)			
	З1 (ОПК-2-4) - дифференциальные уравнения движения точки относительно инерциальной и неинерциальной системы координат; общие теоремы динамики, основные понятия и принципы аналитической механики (принцип Даламбера, принцип возможных перемещений)	У1 (ОПК-2-4) - решать прямую и обратную задачи динамики точки вычислять кинетическую энергию много массовой системы, работу сил, приложенных к твердому телу при указанных движениях	Н1 (ОПК-2-4) - владеть навыками составления и решения дифференциальных уравнений движения точки, основами методов механики

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая механика» изучается на 2 курсе в 4 семестре и на 3 курсе в 5 семестре.

Дисциплина является базовой, входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Формирование компетенции ОПК-2 основывается на знаниях, полученных при изучении дисциплин математика, физика.

4 Объём дисциплины (модуля) в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и самостоятельную работу обучающихся.

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часа.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	288
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	28
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	10
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	18
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	252
Промежуточная аттестация обучающихся	8

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
4 семестр					
Раздел 1 Статика					
Система сходящихся сил	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ОПК-2-3	З1(ОПК-2-3)
Плоская система сходящихся сил	Практическое занятие	1	Традиционная	ОПК-2-3	У1(ОПК-2-3)
Пространственная система сходящихся сил	Практическое занятие	1	Традиционная	ОПК-2-3	У1(ОПК-2-3)
Система произвольных сил	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ОПК-2-3	З1(ОПК-2-3)
Плоская система произвольно расположенных сил	Практическое занятие	1	Традиционная	ОПК-2-3	У1(ОПК-2-3)
Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)		15	Выполнение заданий	ОПК-2-3	Н1(ОПК-2-3)
Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)		15	Чтение основной и дополнительной литературы	ОПК-2-3	
Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контрольной работы)		16	Выполнение заданий	ОПК-2-3	

Текущий контроль по разделу 1			контроль- ная работа (задача 1)	ОПК-2-3	31(ОПК-2-3); У1(ОПК-2-3); Н1(ОПК-2-3)
ИТОГО по разделу 1	Лекции	2	-		
	Практические занятия	3	-		
	Самостоятель- ная работа обучающихся	46	-		
Раздел 2 Кинематика					
Кинематика точки	Лекция	1	Интерак- тивная (презента- ция)	ОПК-2-3	32(ОПК-2-3)
Задание движения, скорость и ускоре- ние точки	Практическое занятие	1	Традици- онная	ОПК-2-3	У2(ОПК-2-3)
Простейшие дви- жения тела	Лекция	1	Интерак- тивная (презента- ция)	ОПК-2-3	32(ОПК-2-3)
Вращательное дви- жение тела	Практическое занятие	1	Традици- онная	ОПК-2-3	У2(ОПК-2-3)
Скорости и ускоре- ние точки при плоском движении	Практическое занятие	1	Традици- онная	ОПК-2-3	У2(ОПК-2-3)
Самостоятельная работа обучаю- щихся (подготовка к практическим занятиям)		15	Выполне- ние зада- ний	ОПК-2-3	Н2(ОПК-2-3)
Самостоятельная работа обучаю- щихся (изучение теоретических раз- делов дисциплины)		15	Чтение основной и допол- нительной литерату- ры	ОПК-2-3	
Самостоятельная работа обучаю- щихся (выполнение контрольной ра- боты)		18	Выполне- ние зада- ний	ОПК-2-3	
Текущий контроль по разделу 2			контроль- ная работа (задача 2, 3)	ОПК-2-3	32(ОПК-2-3); У2(ОПК-2-3); Н2(ОПК-2-3);
ИТОГО по разделу 2	Лекции	2			
	Практические занятия	3			
	Самостоя- тельная рабо- та обучаю-	48			

	щихся				
Промежуточный контроль	зачет с оценкой	4		ОПК-2-3	32(ОПК-2-3) 32(ОПК-2-3) У2(ОПК-2-3) У2(ОПК-2-3) Н2(ОПК-2-3) Н2(ОПК-2-3)
ИТОГО по 4 семестру	Лекции	4	-	-	-
	Практические занятия	6	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	94	-	-	-
5 семестр					
Раздел 3 Динамика					
Динамика точки	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ОПК-2-4	31(ОПК-2-4)
Первая задача динамики	Практическое занятие	2	Традиционная	ОПК-2-4	У1(ОПК-2-4)
Вторая задача динамики	Практическое занятие	2	Традиционная	ОПК-2-4	У1(ОПК-2-4)
Общие теоремы динамики	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ОПК-2-4	31(ОПК-2-4)
Решение задач по теме «Общие теоремы динамики»	Практическое занятие	4	Традиционная	ОПК-2-4	У1(ОПК-2-4)
Аналитическая динамика	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ОПК-2-4	31(ОПК-2-4)
Решение задач по теме «Аналитическая динамика»	Практическое занятие	4	Традиционная	ОПК-2-4	У1(ОПК-2-4)
Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)		50	Выполнение заданий	ОПК-2-4	Н1(ОПК-2-4)
Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)		50	Чтение основной и дополнительной	ОПК-2-4	

			литературы		
Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)	58		Выполнение заданий	ОПК-2-4	
Текущий контроль по разделу 3			РГР (задача 1,2)	ОПК-2-4	31(ОПК-2-4); У1(ОПК-2-4); Н1(ОПК-2-4)
ИТОГО по разделу 3	Лекции	6	-	-	-
	Практические занятия	12	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	158	-	-	-
Промежуточная аттестация по дисциплине		4	Зачет с оценкой	ОПК-2-4	34(ОПК-2-4) У4(ОПК-2-4) Н4(ОПК-2-4)
ИТОГО по дисциплине	Лекции	10	-	-	-
	Практические занятия	18	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	247	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 288 часа, в том числе с использованием активных методов обучения 10 часа.					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Теоретическая механика», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; выполнение и оформление контрольной работы, выполнение и оформление РГР.

Контрольная работа и РГР выполняется в виде пояснительной записки, подготовленной на компьютере. Пояснительная записка должна содержать подробную постановку задач, расчётную и графическую часть с необходимыми комментариями по ходу решения задач. Титульный лист к пояснитель-

ной записке делается один на все три задачи. Образец титульного листа приведён в РД ФГБОУ ВО «КНАГУ» 013-2016.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – М.: Наука, 2005.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. А.А. Яблонский, С.С. Норейко и др. Санкт-Петербург: Лань, 2006.
3. Кирсанов М.Н. Теоретическая механика. Решебник под ред. А.И. Кириллова. М.: Физматлит, 2008.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.1, 4.2.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 1 - 3 часа ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Таблица 4.1 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы в 4 семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																		Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Изучение теоретических разделов дисциплины		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				30
Подготовка к практическим занятиям		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				30
Выполнение контрольной работы		2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2				34
Итого в 4 семестре		6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6				94

Таблица 4.2- Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы в 5 семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																		Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Изучение теоретических разделов дисциплины	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50
Подготовка к практическим занятиям	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50
Выполнение РГР	2	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3		58
Итого в 5 семестре	6	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9		158

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
4 семестр			
Статика	31 (ОПК-2-3)	Контрольная работа (задача 1)	Определяет реакции опор и внутренние усилия в элементах конструкции. Владеет навыками составления уравнений статики
	У1 (ОПК-2-3);		
	Н1 (ОПК-2-3)		
Кинематика	32 (ОПК-2-3);	Контрольная работа (задача 2, 3)	Определяет кинематические характеристики движения твердого тела и системы твердых тел.
	У2 (ОПК-2-3);		
	Н2 (ОПК-2-3)		
5 семестр			
Динамика	33 (ОПК-2-4);	РГР (задача 1, 2)	Определяет динамические и кинематические характеристики движения системы тел. Определяет работу и кинетическую энергию поступательного, вращательного и плоского движения тела
	У3 (ОПК-2-4);		
	Н3 (ОПК-2-4)		

Промежуточная аттестация проводится в форме 4 семестр, 5 семестр – зачет с оценкой

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Наименование оценочного средства	Сроки оценивания	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<i>Промежуточная аттестация в форме зачет с оценкой (4 семестр)</i>			
Контрольная работа	В течение семестра	30 баллов (3 задачи по 10 баллов)	<p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также не способен пояснить полученный результат.</p>
		30 баллов	-
Зачет с оценкой		30 баллов	-
Итого		30 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</p> <p>Зачет с оценкой</p> <p>0 - 64 % от максимально возможной суммы баллов - "неудовлетворительно" (недостаточный уровень для текущей аттестации по дисциплине);</p> <p>65 - 74 % от максимально возможной суммы баллов - "удовлетворительно" (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 - 84 % от максимально возможной суммы баллов - "хорошо" (средний уровень);</p> <p>85 - 100 % от максимально возможной суммы баллов - "отлично" (высокий (максимальный) уровень).</p>			

Наименование оценочного средства	Сроки оценивания	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой (5 семестр)			
РГР	В течение семестра	50 баллов (2 задачи по 25 баллов)	<p>10 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>8 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также не способен пояснить полученный результат.</p>
		50 баллов	-
Зачет с оценкой		50 баллов	-
Итого		50 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</p> <p>Зачет с оценкой</p> <p>0 - 64 % от максимально возможной суммы баллов - "неудовлетворительно" (недостаточный уровень для текущей аттестации по дисциплине);</p> <p>65 - 74 % от максимально возможной суммы баллов - "удовлетворительно" (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 - 84 % от максимально возможной суммы баллов - "хорошо" (средний уровень);</p> <p>85 - 100 % от максимально возможной суммы баллов - "отлично" (высокий (максимальный) уровень).</p>			

Задания для текущего контроля

В течение 4-го семестра студенты должны выполнить одну контрольную работу. В течение 5-го семестра студенты должны выполнить одну расчетно-графическую работу.

Задачи выдаются из учебного пособия: Теоретическая механика: Учебное пособие под ред. М.Р. Петров, Ю.Б. Колошенко. Комсомольск-на-Амуре, 2013. Каждое задание содержит 10 вариантов. Номер варианта определяется по шифру зачетной книжки. Примеры выполнения заданий содержатся в учебном пособии.

Контрольная работа

Семестр 4

Задача №1

Раздел «Статика»

Задача С1.

Определить реакции связей в точках закрепления

Задача №2

Раздел «Кинематика»

Задача К1.

Необходимо:

- определить уравнение траектории точки и построить ее;
- указать положение точки на траектории в момент времени $t = 1 \text{ с}$;
- для этого момента времени определить скорость и ускорение точки, а также ее касательное и нормальное ускорения и радиус кривизны в соответствующей точке траектории;
- изобразить векторы скорости и ускорения на рисунке.

Задача №3

Задача К2

Провести кинематический анализ плоского механизма.

Семестр 5

Раздел «Динамика»

Задача №1

Задача Д1.

Считая твердое тело материальной точкой найти закон ее движения на участке ВС. Трением тела о трубу пренебречь.

Задача №2

Задача Д3.

Применить теорему об изменении кинетической энергии.

Необходимо определить V_2 , если $S_1 = 0,6 м$.

Вопросы для защиты контрольной работы и РГР.

1. Какие допущения приняты при решении поставленных задач?
2. В какой последовательности решаются задачи статики на равновесие?
3. Объясните, как направлялись реакции связей на расчётных схемах?
4. Запишите известные вам формы необходимых и достаточных уравнений равновесия для произвольной плоской системы сил.
5. Какие механические системы являются статически неопределимыми?
6. Сформулируйте теорему Вариньона о моменте равнодействующей для случая произвольной плоской системы сил.
7. В каком случае оправданно применение теоремы Вариньона о моменте равнодействующей?
8. Найдите момент силы, указанной преподавателем на расчётной схеме относительно заданной им же точки.
9. Как изменится состояние твёрдого тела, если пару сил перенести в плоскости пары в пределах данного тела?
10. Сравните моменты пары сил относительно двух точек, указанных преподавателем на расчётной схеме.
11. Сделайте проверку правильности решения, составив и решив одно, наиболее эффективное на Ваш взгляд, проверочное уравнение.
12. Какое движение совершает звено указанное преподавателем на кинематической схеме механизма? Дайте определение этого движения.
13. Что называется мгновенным центром скоростей?
14. Как определить положение мгновенного центра скоростей?
15. Какое движение совершает звено, если его мгновенный центр скоростей находится в бесконечности?
16. Как найти величину и направление угловой скорости звена указанного преподавателем на кинематической схеме механизма?
17. Изобразите вектор скорости точки, указанной преподавателем на кинематической схеме механизма.
18. Сравните по величине скорости двух точек, указанных преподавателем на кинематической схеме механизма.
19. Сформулируйте теорему о проекциях скоростей двух точек твёрдого тела на ось проходящую через эти точки.
20. Объясните направление каждого из векторов ускорений, изображённых на кинематической схеме механизма.
21. По каким формулам вычислялись величины ускорений, векторы которых показаны на кинематической схеме механизма?
22. В чём заключается аналитический способ определения ускорения точки звена, совершающего плоское движение?

23. В чём заключается графический способ определения ускорения точки звена, совершающего плоское движение?
24. Сравните по величине ускорения двух точек, указанных преподавателем на кинематической схеме механизма.
25. Как найти величину и направление углового ускорения звена?
26. Как вращается звено, указанное преподавателем на кинематической схеме механизма (ускоренно, замедленно или равномерно)?
27. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии механической системы. Запишите соответствующую формулу.
28. По какой формуле находится кинетическая энергия материальной точки?
29. В каких случаях кинетическая энергия материальной точки равна нулю?
30. Как в данной работе находилась кинетическая энергия механической системе в начальном и конечном положениях?
31. Как найти кинетическую энергию твёрдого тела, указанного преподавателем на расчётной схеме механической системы?
32. Как найти работу силы, указанной преподавателем на расчётной схеме механической системы?
33. Найти соотношение между перемещениями двух точек, указанных преподавателем на расчётной схеме механической системы.
34. В каких случаях работа силы равна нулю?
35. Чему равна работа силы приложенной в мгновенном центре скоростей?
36. Как найти работу пары сил?

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

- 1 Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики: Т1,2 – М.: Наука, 1985.
2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 1990.
3. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – М.: Наука, 1986.
4. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. А.А. Яблонский, С.С. Нореико и др. - М: Интеграл, 1998.
5. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах: Т1,2 – М: Наука, 1991.

8.2 Дополнительная литература

1. Тарг, С.М.Краткий курс теоретической механики : учебник для тех. вузов / С.М.Тарг. Высшая школа, 1998 – 416с.
2. Кирсанов, М. Н. Теоретическая механика. Сборник задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Н. Кирсанов. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 430с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. Загл. С экрана.
- 3.Кирсанов, М.Н. Решебник. Теоретическая механика [Электронный ресурс] / М.Н. Кирсанов; под ред. А. И. Кирилова. – 2-е изд., исправ. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 384с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотека www.znanium.com.
2. Электронный портал научной литературы www.elibrary.ru.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению контрольных работ.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Для успешного освоения программы дисциплины "Теоретическая механика" обучающимся рекомендуется придерживаться следующих методических указаний (таблица 6).

Таблица 6 - Методические указания к освоению дисциплины

Компонент учебного плана	Организация деятельности обучающихся
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, выводы. Помечать важные мысли. Выделять ключевые слова, термины, формулы. Делать пометки на вопросах, терминах, блоках в тексте, которые вызывают затруднения, после чего постараться найти ответ в рекомендованной литературе. Если ответ не найден, то на консультации обратиться к преподавателю
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом, конспектирование основных мыслей и выводов, решение задач по алгоритму
Самостоятельное изучение теоретических разделов дисциплины	В процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины перед обучающимся ставится задача усвоения теории дисциплины, запоминания основных и ключевых понятий изучаемого предмета. Обучающийся составляет краткие конспекты изученного материала. В ходе работы студент учится выделять главное, самостоятельно делать обобщающие выводы
Самостоятельная работа	Для более углубленного изучения темы задания самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. Информация о самостоятельной работе представлена в разделе 6 "Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине"

Пример выполнения контрольной работы

Семестр 4

Задача С1

$$M = 100 \text{ Нм}; F_1 = 10 \text{ Н}; \alpha_1 = 60^\circ; F_4 = 40 \text{ Н}; \alpha_4 = 30^\circ; l = 0,5 \text{ м.}$$

Определить реакции связей в точках закрепления.

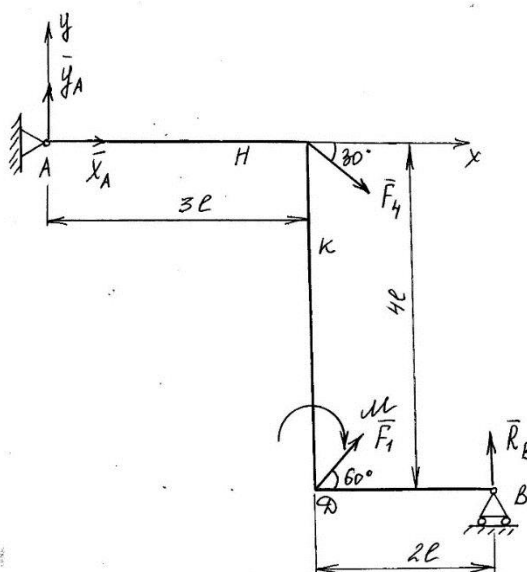


Рисунок 1

Решение

1. Рассмотрим равновесие балки. Проведем координатные оси Ax и Ay и изобразим действующие на балку силы: силы \bar{F}_1 и \bar{F}_4 , пару сил с моментом M и реакции связей: две составляющие реакции неподвижного цилиндрического шарнира \bar{X}_A , \bar{Y}_A , реакцию подвижного шарнира \bar{R}_B .

2. Для полученной плоской системы сил составим три уравнения равновесия. В итоге получим:

$$\sum F_{ix} = 0; X_A + F_1 \cos 60 + F_4 \cos 30 = 0, \quad (1)$$

$$\sum m_A(\bar{F}_i) = -F_4 \sin 30 \cdot 3l + F_1 \cdot 3l \sin 60 + F_1 \cdot 4l \cos 60 + R_B \cdot 5l - M = 0, \quad (2)$$

$$\sum m_B(\bar{F}_i) = F_4 l \cdot (-4 \cos 30 + 2 \sin 30) - F_1 \cdot 2l \sin 60 - Y_A \cdot 5l - X_A \cdot 4l - M = 0. \quad (3)$$

Решаем полученную систему уравнений (1)-(3).

$$X_A = -F_1 \cos 60 - F_4 \cos 30;$$

$$R_B = \frac{F_4 \sin 30 \cdot 3l - F_1 \cdot 3l \sin 60 - F_1 \cdot 4l \cos 60 + M}{5l};$$

$$Y_A = \frac{F_4 l \cdot (-4 \cos 30 + 2 \sin 30) - F_1 \cdot 2l \sin 60 - X_A \cdot 4l - M}{5l};$$

$$X_A = -10 \cos 60 - 40 \cos 30 = -39,64 \text{ кН};$$

$$R_B = \frac{40 \sin 30 \cdot 1,5 - 10 \cdot 1,5 \sin 60 - 10 \cdot 2 \cos 60 + 100}{2,5} = 42,8 \text{ кН};$$

$$Y_A = \frac{40 \cdot 0,5 \cdot (-4 \cos 30 + 2 \sin 30) - 10 \cdot \sin 60 + 39,64 \cdot 2 - 100}{2,5} = -31,46 \text{ кН}.$$

3. Проверка

$$\begin{aligned} \sum F_{iy} = 0; Y_A + R_B + F_1 \sin 60 - F_4 \sin 30 = 0; \\ -31,46 + 42,8 + 10 \sin 60 - 40 \cdot \sin 30 = 0. \end{aligned}$$

Реакции определены верно.

Задача К1

Известен закон движения материальной точки, заданный координатным способом уравнениями:

$$\begin{cases} x = 4 \sin n\left(\frac{\pi}{6}t\right); \\ y = 4 - 6 \cos^2\left(\frac{\pi}{6}t\right). \end{cases}$$

Необходимо:

- определить уравнение траектории точки и построить ее;
- указать положение точки на траектории в момент времени $t = 1 \text{ с}$;
- для этого момента времени определить скорость и ускорение точки, а также ее касательное и нормальное ускорения и радиус кривизны в соответствующей точке траектории;
- изобразить векторы скорости и ускорения на рисунке.

Решение

1. Для определения уравнения траектории точки исключим из заданных уравнений движения время t .

Из заданных уравнений движения

$$\cos^2\left(\frac{\pi}{6}t\right) = \frac{4-y}{6};$$

$$\sin^2\left(\frac{\pi}{6}t\right) = \frac{x^2}{16};$$

$$1 = \frac{4-y}{6} + \frac{x^2}{16};$$

$$48 = 32 - 8y + 3x^2;$$

$$y = \frac{3}{8}x^2 - 2$$

Окончательно траектория движения – парабола, уравнение которой имеет вид:

$$y = \frac{3}{8}x^2 - 2.$$

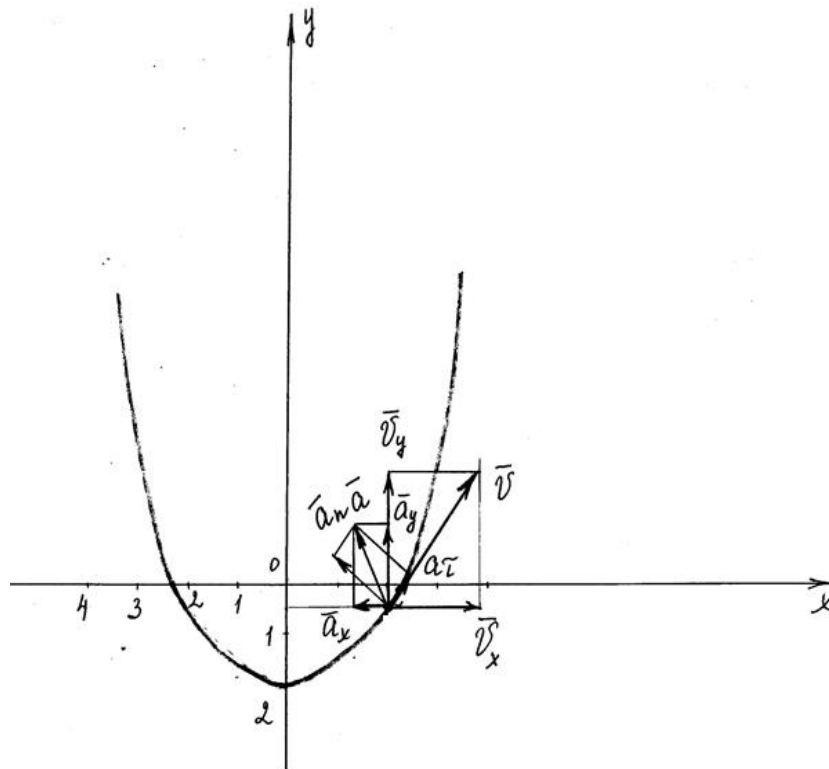


Рисунок 2

Строим на рисунке траекторию и показываем положение точки в заданный момент времени. При $t_1=1$ с $x = 2$ см, $y = -0,5$ см.

2. Скорость точки найдем по ее проекциям на координатные оси

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \frac{4\pi}{6} \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right);$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = 2\pi \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right) \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) = \pi \sin\left(\frac{\pi}{3}t\right).$$

При $t_1=1$ с $V_x=1,81$ см/с, $V_y=2,72$ см/с.

Модуль вектора скорости найдем по формуле

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{1,81^2 + 2,72^2} = 3,27 \text{ см/с.}$$

3. Аналогично находим ускорение точки через его проекции на оси координат

$$a_x = \frac{dV_x}{dt} = -\frac{\pi^2}{9} \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right), \quad a_y = \frac{dV_y}{dt} = \frac{\pi^2}{3} \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right).$$

При $t_1=1$ с $a_x=-0,55$ см/с², $a_y=1,64$ см/с².

Модуль ускорения найдем по формуле

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{0,55^2 + 1,64^2} = 1,73 \text{ см/с}^2.$$

4. Касательное ускорение найдем по формуле

$$a_\tau = \frac{|V_x a_x + V_y a_y|}{V} = \frac{-1,81 \cdot 0,55 + 2,72 \cdot 1,64}{3,27} = 1,06 \text{ см/с}^2.$$

Тогда нормальное ускорение:

$$a_n = \sqrt{a^2 - a_\tau^2} = \sqrt{1,73^2 - 1,06^2} = 1,37 \text{ см/с}^2$$

5. Радиус кривизны траектории $\rho = \frac{V^2}{a_n} = \frac{3,27^2}{1,37} = 7,8$ см.

Все кинематические параметры показываем на рисунке 2.

Задача К2

Дано:

$$l_1 = 0,4\text{ м}; l_2 = 1,2\text{ м}; l_3 = 1,4\text{ м}; l_4 = 0,8\text{ м}; \alpha = 30^\circ; \beta = 120^\circ; \gamma = 30^\circ; \varphi = 0^\circ; \theta = 60^\circ;$$

$$\omega_1 = 5 \text{ 1/с}; \varepsilon_1 = 10 \text{ рад/с}^2.$$

Определить: v_B ; v_E ; ω_3 и a_A .

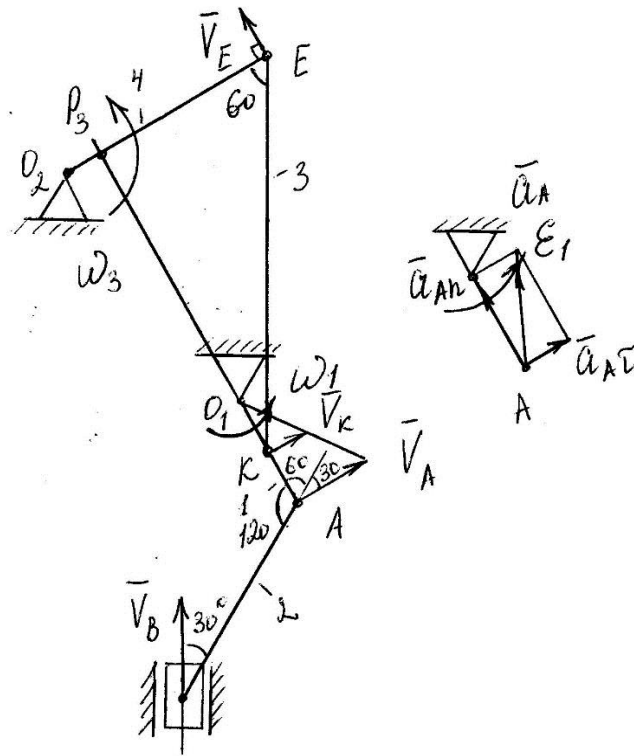


Рисунок 3

Решение:

1. Строим положение механизма в соответствии с заданными углами (рисунок 3).

2. Определяем v_B . Точка B принадлежит стержню BA . Чтобы найти v_B , надо знать скорость какой-нибудь другой точки этого стержня и направление v_B . Определим v_A .

Вектор $\bar{v}_A \perp O_1A$.

$$v_A = \omega_1 l_1;$$

$$v_A = 5 \cdot 0,4 = 2 \text{ м/с.}$$

По теореме о проекции скоростей точек плоской фигуры:

$$v_A \cos 30 = v_B \cos 30;$$

$$v_B = v_A = 2 \text{ м/с.}$$

3. Определяем v_E . Точка E принадлежит стержню KE .

Точка P_3 – мгновенный центр скоростей стержня KE , тогда

$$v_K = \omega_3 KP_3 = 0,5v_A = 1 \text{ м/с};$$

$$v_E = \omega_3 EP_3;$$

$$\omega_3 = \frac{v_K}{KP_3}.$$

$\triangle EP_3K$ - прямоугольный, $EP_3 = 0,5l_3 = 0,7 \text{ м}$.

$$KP_3 = l_3 \cos 30 = 1,4 \cos 30 = 1,21 \text{ м}.$$

$$\omega_3 = \frac{1}{1,21} = 0,83 (1/\text{с});$$

$$v_E = 0,83 \cdot 0,7 = 0,58 \text{ м/с}.$$

4. Определяем a_A . Так как ε_I известно, то

$$a_{A\tau} = l_I \varepsilon_I.$$

$$a_{An} = l_I \omega_1^2.$$

$$a_{An} = 0,4 \cdot 5^2 = 10 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{A\tau} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ м/с}^2.$$

Тогда $a_A = \sqrt{a_{A\tau}^2 + a_{An}^2}$. Произведя вычисления, получим: $a_A = 5,38 \text{ м/с}^2$.

Пример выполнения РГР

Семестр 5

Задача Д1

$$m = 1,8 \text{ кг}; V_0 = 24 \text{ м/с}; Q = 5 \text{ Н}; R = 0,3VH; t_1 = 2 \text{ с}; F(x) = -2 \cos(2t) \text{ Н}.$$

Считая твердое тело материальной точкой найти закон ее движения на участке ВС. Трением тела о трубу пренебречь.

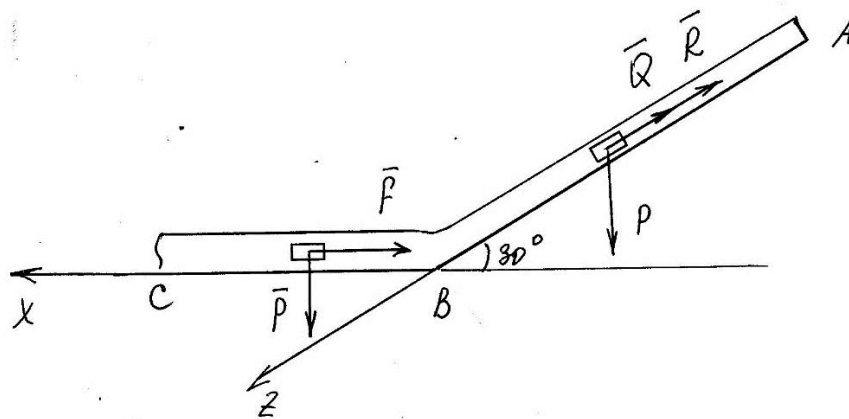


Рисунок 1

Решение

1. Рассмотрим движение груза на участке АВ, считая его материальной точкой. Изображаем груз в произвольном положении и действующие на него силы: P – сила тяжести, R , Q . Проводим ось Az и составляем дифференциальное уравнение движения груза в проекции на эту ось:

$$m \frac{dV_z}{dt} = -Q - R + P \sin 30; \quad (4)$$

Принимая во внимание, что

$V_z = V$, $Q = 5$ Н, $R = \mu V$, где $\mu = 0,3$, получим

$$m \frac{dV}{dt} = -5 - 0,3V + mg \sin 30;$$

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{5}{m} - \frac{0,3}{m}V + 5;$$

$$\frac{dV}{dt} = 2,22 - 0,17V.$$

$$\frac{dV}{dt} = -0,17(V - 13,1) \quad (5)$$

Разделяем в (5) переменные и интегрируем:

$$\frac{dV}{(V - 13,1)} = -0,17 dt. \quad (6)$$

$$\ln|V - 13,1| = -0,17t + C_1.$$

Константу интегрирования в (6) находим по начальным условиям.

При $t=0$ с $V=V_0=24$ м/с, тогда из (6)

$$C_1 = \ln|V_0 - 13,1| = \ln|24 - 13,1| = \ln|10,9|.$$

В итоге уравнение (3) принимает вид

$$\ln|V - 13,1| = -0,17t + \ln|10,9|;$$

$$\ln \left| \frac{V - 13,1}{10,9} \right| = -0,17t \quad (7)$$

Из (7) в результате находим

$$\frac{V - 13,1}{10,9} = e^{-0,17t} \quad \text{или} \quad V = 10,9e^{-0,17t} + 13,1; \quad (8)$$

Полагая в (8) $t=2$ с определяем скорость V_B груза в точке B :

$$V_B = 20,88 \text{ м/с.}$$

2. Рассмотрим движение груза на участке BC . Найденная скорость V_B на этом участке будет начальной. Изображаем груз и действующие на него силы P, F_x . Проведем из точки B ось Bx и составим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на эту ось:

$$m \frac{dV_x}{dt} = F_x,$$

Подставляем значения сил (учитывая, что $V_x=V$)

$$m \frac{dV}{dt} = -2 \cos(2t).$$

Разделим на m

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{2}{m} \cos(2t).$$

Разделяем переменные и интегрируем

$$dV = -\frac{2}{m} \cos(2t) dt,$$

$$\frac{dx}{dt} = V = -\frac{1}{m} \sin(2t) + C_2.$$

Повторно интегрируем

$$dx = \left(-\frac{1}{m} \sin(2t) + C_2 \right) dt,$$

$$x = \frac{1}{2m} \cos(2t) + C_2 t + C_3.$$

Константы интегрирования находим из начальных условий. Будем отсчитывать время от момента, когда груз находился в точке B .

При $t=0$ $V=V_B \cos 30$, $x=0$, тогда получаем константы:

$$C_2 = V_B \cos 30, \quad C_3 = 0.$$

Подставив найденные константы, окончательно получаем искомый закон движения

$$x = \frac{1}{2m} \cos(2t) + V_B \cos 30t,$$

или после подстановки численных значений параметров

$$x = 0,28 \cos(2t) + 18,08t.$$

Задача 3

$$f = 0,1, R_4 = 0,3 \text{ м}, r_4 = 0,1 \text{ м}, R_5 = 0,2 \text{ м}, r_5 = 0,1$$

$$m_1 = 0 \text{ кг}; m_2 = 2 \text{ кг}; m_3 = 4 \text{ кг}; m_4 = 0; m_5 = 10 \text{ кг}; M_4 = 0,3 \text{ Нм}; F = 40(4 + 5S) \text{ Н}.$$

Необходимо определить V_2 , если $S_1 = 0,6 \text{ м}$

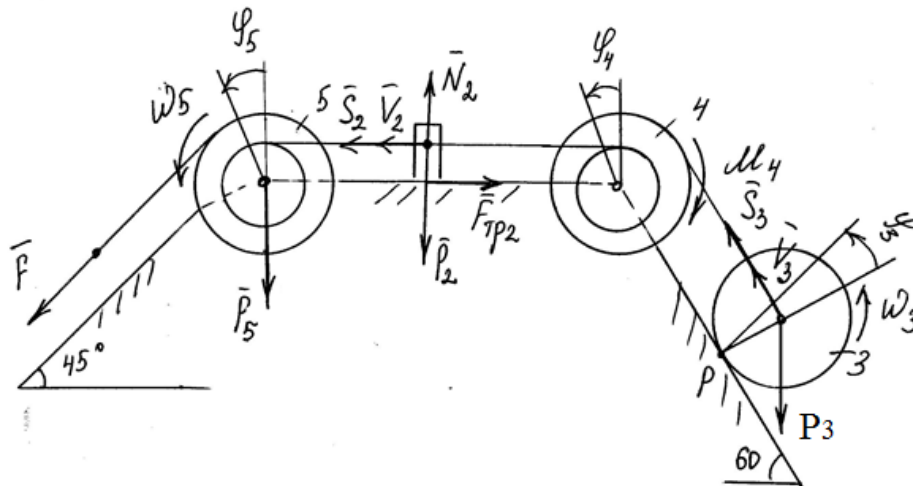


Рисунок 2

Решение

1. Рассмотрим движение неизменяемой механической системы, состоящей из тел, соединенных нитями. Изобразим действующие на систему внешние силы: активные F, P_2, P_3, P_5 , сила трения $F_{тр2}$ и момент сопротивления M_4 .

Для определения V_2 воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии:

$$T - T_0 = \sum A_k^e.$$

2. Определяем T и T_0 . Так как в начальный момент система находилась в покое, то $T_0=0$. Величину T найдем как сумму кинетических энергии всех тел системы

$$T=T_2+T_3+T_5.$$

Учитывая, что тело 3 движется плоскопараллельно, тело 2 – поступательно, а тело 5 вращается вокруг неподвижной оси, получим

$$T_3 = \frac{m_3 V_{C3}^2}{2} + \frac{I_3 \omega_3^2}{2},$$

$$T_2 = \frac{m_2 V_2^2}{2}, \quad T_5 = \frac{I_5 \omega_5^2}{2}.$$

Все входящие скорости нужно выразить через искомую V_2 .

$$V_2 = \omega_4 r_4 = \omega_5 r_5; \quad V_{C3} = \omega_4 R_4 = \omega_3 R_3; \quad \omega_5 = \frac{V_2}{r_5};$$

$$V_{C3} = \frac{V_2 R_4}{r_4}; \quad \omega_3 = \frac{V_2 R_4}{R_3 r_4}$$

Кроме того, моменты инерции имеют значения

$$I_3 = \frac{m_3 R_3^2}{2}, \quad I_5 = m_5 R_5^2.$$

Подставив величины, а затем окончательно получим

$$T = V_2^2 \left(\frac{m_2}{2} + \frac{m_5 R_5^2}{2 r_5^2} + \frac{m_3 R_4^2}{2 r_4^2} + \frac{1}{4} \frac{m_3 R_4^2}{r_4^2} \right);$$

$$T = V_2^2 \left(\frac{2}{2} + \frac{10 \cdot 0,3^2}{2 \cdot 0,1^2} + \frac{4 \cdot 0,3^2}{2 \cdot 0,1^2} + \frac{1}{4} \cdot \frac{4 \cdot 0,3^2}{\cdot 0,1^2} \right) = 39,25 V_2^2.$$

3. Найдем сумму работ всех внешних сил при перемещении, которое будет иметь система, когда центр масс груза 1 пройдет путь s_1 .

$$\begin{aligned} A(\vec{F}) &= \int_0^{s_1} F ds = \int_0^{s_1} 40(4+5s) ds = 40 \left(4s_1 + 2,5s_1^2 \right) = 40 \left(4 \cdot 0,6 + 2,5 \cdot 0,6^2 \right) = \\ &= 132 \text{ Дж}; \end{aligned}$$

$$A(\bar{F}_{mp2}) = -F_{mp2} S_2 = -f N_2 S_2 = -f m_2 g S_2 = -f m_2 g \frac{S_1 r_5}{R_5} = -0,1 \cdot 2 \cdot 10 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,1}{0,2} =$$

$$= -0,6 \text{ Дж}$$

$$A(M_4) = -M_4 \varphi_4 = -M_4 \frac{s_1 r_5}{r_4 R_5} = -0,3 \cdot \frac{0,6}{0,2} = -0,9 \text{ Дж};$$

$$A(\bar{P}_3) = -P_3 \sin 30 \cdot S_3 = -m_3 g \cdot \frac{S_1 R_4 r_5}{R_5 r_4} = -40 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,3}{0,2} = -36 \text{ Дж}.$$

Суммируем найденные работы

$$\sum A_k^e = 94,5 \text{ Дж}.$$

Тогда

$$39,25 \cdot V_2^2 = 94,5;$$

$$V_2 = 1,55 \text{ (м/с)}.$$

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" по адресу <http://student.knastu.ru>.

Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять:

- фиксацию хода образовательного процесса посредством размещения в личном кабинете студентов отчетов о выполненных заданиях;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения расчетно-графических заданий.

Процесс обучения сопровождается использованием компьютерных программ: Mathcad, MSWord.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины "Теоретическая механика" используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8- Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
с выходом в интернет + локальное соединение	Мультимедийный класс	1 персональный ЭВМ с процессором IntelCore (TM) i3-2130; 2 Доска интерактивная TRIUMPH BOARD MULTI TOUCH 78* 3 Проектор BenQ MX518	Проведение лекционных и практических занятий в виде презентаций

Лист регистрации изменений к РПД

№п/п	Изменение, основание внесения изменений.	Количество страниц изменения	Подпись автора РПД
1	Изменение вида промежуточной аттестации во 2 семестре Основание: Приказ ректора от 16.04.2020 № 140-О Об особенностях промежуточной государственной аттестации, практик в весеннем учебном года проведения аттестации, итоговой семестре 2019/2020	10	Колошенко Ю.Б.