Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Механика машин и основы конструирования»

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор
_____ / Н.В. Дубив /
«14» сентября 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Направленность :
Математическое и компьютерное моделирование механических систем

Формы обучения: очная

Курган 2020

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая механика» составлена в соответствии с учебными планами по программе специалитета Фундаментальные математика и механика (Математическое и компьютерное моделирование механических систем), утвержденной « 28 » августа 2020 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Механика машин и основы конструирования» «11» сентября 2020 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил

к.т.н., доцент кафедры С.Г. Костенко

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Механика машин и
основы конструирования» Д.А. Курасов

Специалист по учебно-методической работе
Учебно-методического отдела Г.В. Казанкова

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 10 зачетных единиц трудоемкости (360 академических часов).

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр			
		4	5	6	7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	**146**	**40**	**32**	**42**	**32**
Лекции	70	24	16	14	16
Лабораторные работы	14			14	
Практические занятия	62	16	16	14	16
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	**214**	**68**	**76**	**30**	**40**
Подготовка к зачету	54	18		18	18
Подготовка к экзамену	27		27		
Другие виды самостоятельной работы	133	50	49	12	22
Вид промежуточной аттестации	**Экзамен, зачет**	**Зачет**	**Экзамен**	**Зачет**	**Зачет**
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	**360**	**108**	**108**	**72**	**72**

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к базовой части Блока 1.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

– Алгебра;
– Математический анализ;
– Физика.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин:

– Техническая механика;
– Сопротивление материалов;
– Механика роботов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Теоретическая механика» является познание законов механического равновесия, взаимодействия и движения материальных тел под действием приложенных сил.

Задачами освоения дисциплины «Теоретическая механика» являются нахождение реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной систем сил; определение кинематических характеристик точки и твердого тела; составление дифференциальных уравнений движения точки; применение общих теорем динамики и аналитической динамики.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью расчётов их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин механических систем (ПК-8).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать теоретические основы механики; методы составления и исследования уравнений статики, кинематики и динамики (для ОПК-1, ПК-8);

- уметь составлять и рассчитывать механическую систему по уравнениям статики, кинематики и динамики (для ОПК-1, ПК-8);

- владеть принципами и методами анализа и расчета технических систем (для ОПК-1, ПК-8).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение. Предмет статики. Реакции связей.	2	-	
	2	Система сходящихся сил	2	2	
	3	Произвольная система сил	2	2	
	4	Момент силы относительно оси	2	1	
	5	Сложение параллельных сил. Эквивалентность пар сил	2	1	
	6	Устойчивость при опрокидывании	2		
		Рубежный контроль № 1	-	2	
Рубеж 2	7	Центр параллельных сил и центр тяжести	2	1	
	8	Определение положения центра тяжести линий, фигур и тел	3	1	2
	9	Статическая неуравновешенность и статическая балансировка деталей	1	-	2
	10	Трение	2	2	
	11	Предмет кинематики. Способы задания движения точки. Скорость	2	1	
	12	Ускорение точки	2	1	
		Рубежный контроль № 2	-	2	
Рубеж 3	13	Виды движения твердого тела. Поступательное, вращательное движения твердого тела	2	2	
	14	Плоское движение твердого тела	3	2	2
	15	Сферическое движение твердого тела	2	1	
	16	Общий случай движения твердого тела	1	1	
		Рубежный контроль № 3	-	2	
Рубеж 4	17	Сложное движение точки	2	2	
	18	Сложение движений твердого тела	2	2	
	19	Передаточные механизмы	1	2	2
	20	Кинематика точки в криволинейных координатах	3	-	
		Рубежный контроль № 4	-	2	
Рубеж 5	21	Динамика. Основные понятия и определения	2	2	

	22	Механическая система	2	2	4
	23	Теорема об изменении количества движения	2	1	
	24	Теорема об изменении момента количества движения	2	1	
		Рубежный контроль № 5	-	2	
Рубеж 6	25	Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии	2	2	
	26	Динамика плоского движения тела	2	2	
	27	Прямолинейные колебания материальной точки	2		
		Рубежный контроль № 6	-	2	
Рубеж 7	28	Принцип Даламбера	2	2	2
	29	Принцип возможных перемещений	2	2	
	30	Обобщенные координаты. Общее уравнение динамики	4	2	
		Рубежный контроль № 7	-	2	
Рубеж 8	31	Уравнения Лагранжа II рода	2	2	
	32	Малые свободные колебания механической системы	2	2	
	33	Основы теории удара	4	2	
		Рубежный контроль № 8	-	2	
		Всего:	**70**	**62**	**14**

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Введение. Предмет статики. Реакции связей

Введение. Цели и задачи изучения дисциплины. Требования по изучению дисциплины. Сила и её свойства. Аксиомы статики. Свободное и несвободное твердое тело. Связь. Реакция связи. Принцип освобождаемости от связей. Реакции гладкой плоскости, нити, стержня, шарнирно-неподвижной опоры, шарнирно-подвижной опоры, сферического шарнира, подпятника, жесткой заделки.

Тема 2. Система сходящихся сил

Система сходящихся сил на плоскости и в пространстве. Геометрический способ определения равнодействующей сходящейся системы сил. Аналитические условия равновесия системы сходящихся сил. Проекция силы на ось и на плоскость. Теорема о равновесии трёх непараллельных сил. Определение усилий в стержнях ферм по способу вырезания узлов.

Тема 3. Произвольная система сил

Пара сил и её свойства. Момент силы относительно точки. Теорема Вариньона. Теорема о параллельном переносе силы. Приведение произвольной системы сил к заданному центру (основная теорема статики). Аналитические условия равновесия произвольной системы сил.

Тема 4. Момент силы относительно оси

Момент силы относительно оси. Связь между моментами силы относительно точки и оси, проходящей через эту точку. Аналитические выражения моментов силы относительно координатных осей.

Понятие о статически определимых и статически неопределимых задачах. Определение усилий в стержнях ферм по способу Риттера.

Тема 5. Сложение параллельных сил. Эквивалентность пар сил

Сложение двух параллельных сил, направленных в одну сторону. Сложение двух параллельных сил, направленных в противоположные стороны. Теорема об эквивалентности пар сил, лежащих в одной плоскости. Теорема о переносе пары сил в параллельную плоскость.

Тема 6. Устойчивость при опрокидывании

Рычаг. Опорная точка. Удерживающий момент. Опрокидывающий момент. Коэффициент устойчивости. Примеры расчётов на устойчивость тел при опрокидывании.

Тема 7. Центр параллельных сил и центр тяжести

Центр системы параллельных сил, его радиус-вектор и координаты. Центр тяжести твёрдого тела. Центр тяжести плоской фигуры. Статический момент площади плоской фигуры относительно оси. Центр тяжести линии.

Тема 8. Определение положения центра тяжести линий, фигур и тел

Вспомогательные теоремы для определения положения центра тяжести (при наличии симметрии, теоремы Паппа-Гюльдена).

Определение положения центра тяжести плоской фигуры по центрам тяжести её частей. Центр тяжести площади треугольника, дуги окружности, площади сектора круга, объёма четырехгранной пирамиды. Экспериментальные способы определения координат центров тяжести тел.

Тема 9. Статическая неуравновешенность и статическая балансировка деталей

Понятие о статической неуравновешенности. Статический дисбаланс. Способы статической балансировки (на ножах, на дисках, в собственных подшипниках, методом кругового обхода).

Тема 10. Трение

Законы трения скольжения (законы Кулона). Статический коэффициент трения. Динамический коэффициент трения скольжения. Реакция шероховатой поверхности. Угол и конус трения. Самоторможение. Условие самоторможения. Равновесие при наличии трения. Трение качения. Законы трения качения.

Тема 11. Предмет кинематики. Способы задания движения точки. Скорость

Основные понятия и основная задача кинематики. Способы задания движения точки (векторный, координатный, естественный) и уравнения движения. Годограф. Скорость точки. Определение скорости точки при векторном, координатном и естественном способах задания её движения.

Тема 12. Ускорение точки

Ускорение точки. Определение ускорения точки при векторном способе задания движения. Определение ускорения точки при координатном способе задания её движения. Естественные координатные оси и вектор кривизны. Определение ускорения точки при естественном способе задания движения: касательное и нормальное ускорения точки.

Тема 13. Виды движения твердого тела. Поступательное, вращательное движения твердого тела

Пять видов движения твердого тела. Движение простое и сложное.

Поступательное движение твердого тела: определение, теорема о траекториях, скоростях и ускорениях, уравнение движения.

Вращательное движение твердого тела: определение, уравнение движения, нахождение скоростей и ускорений тела и его точек.

Тема 14. Плоское движение твердого тела

Плоское (плоскопараллельное) движение твердого тела: определение, уравнения движения, теорема о скорости точки плоской фигуры, следствия. Мгновенный центр скоростей и мгновенный центр ускорений твердого тела. Определение ускорений точек твердого тела при плоском движении.

Тема 15. Сферическое движение твердого тела

Движение твердого тела вокруг неподвижной точки или сферическое движение. Углы Эйлера. Уравнения сферического движения. Мгновенная угловая скорость и скорость точек твердого тела при сферическом движении.

Тема 16. Общий случай движения твердого тела

Общий случай движения свободного твердого тела. Уравнения движения свободного твердого тела.

Тема 17. Сложное движение точки

Абсолютное и относительное движение точки. Определение скоростей точек тела при сложном движении. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Причины возникновения кориолисова ускорения.

Тема 18. Сложение движений твердого тела

Сложное движение (или сложение движений) твердого тела. Сложение поступательных движений твердого тела. Сложение вращательных движений

твердого тела. Сложение вращений тела вокруг пересекающихся осей. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений. Сложение поступательного и вращательного движений.

Тема 19. Передаточные механизмы

Рядовые передачи, дифференциальные передачи. Передаточное число. Расчёт цилиндрических дифференциальных передач при помощи метода Виллиса.

Тема 20. Кинематика точки в криволинейных координатах

Криволинейные системы координат (цилиндрическая, сферическая). Единичные векторы криволинейных координатных осей, условие ортогональности. Дифференциал дуги траектории в криволинейных координатных осях. Коэффициенты Ламе. Проекции скорости и ускорения на оси криволинейных координат. Кинематика планет солнечной системы в полярных координатах. Законы Кеплера.

Тема 21. Динамика. Основные понятия и определения

Предмет динамики. Основные понятия и определения: масса, материальная точка, сила. Силы, зависящие от времени, от положения точки и от ее скорости. Связь. Уравнение связи. Виды связей, примеры (двусторонняя, односторонняя, геометрическая, кинематическая, голономная, неголономная, стационарная, нестационарная). Законы механики Галилея-Ньютона. Задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки.

Тема 22. Механическая система

Механическая система. Классификация сил, действующих на механическую систему. Свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс; радиус-вектор и координаты центра масс. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс. Момент инерции твердого тела относительно оси. Вычисление моментов инерции однородных тел (стержень, труба, диск, пластина) относительно центральных осей и осей симметрии. Радиус инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

Тема 23. Теорема об изменении количества движения

Количество движения материальной точки и механической системы. Теоремы об изменении количества движения точки и механической системы. Закон сохранения количества движения системы.

Тема 24. Теорема об изменении момента количества движения

Момент количества движения материальной точки и кинетический момент механической системы. Теорема об изменении кинетического момента

механической системы. Закон сохранения кинетического момента механической системы. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения. Платформа Жуковского.

Тема 25. Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии

Понятия о работе и мощности. Работа силы тяжести, силы упругости и силы трения. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы. Теоремы об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы.

Тема 26. Динамика плоского движения

Дифференциальные уравнения поступательного движения твёрдого тела. Дифференциальное уравнение вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Физический маятник. Дифференциальные уравнения плоского движения твёрдого тела.

Тема 27. Прямолинейные колебания материальной точки

Свободные колебания точки под действием восстанавливающей силы, пропорциональной расстоянию от центра колебаний. Амплитуда, начальная фаза, частота и период колебаний. Затухающие колебания точки при сопротивлении, пропорциональном скорости; период этих колебаний, декремент колебаний. Апериодические колебания.

Вынужденные колебания точки при действии гармонической возмущающей силы и сопротивлении, пропорциональном скорости; случай отсутствия сопротивления. Амплитуда вынужденных колебаний и сдвиг фаз, их зависимость от отношения частот; коэффициент динамичности. Явление резонанса.

Тема 28. Принцип Д'Аламбера

Принцип Д'Аламбера для материальной точки; силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Приведение сил инерции точек твердого тела к центру; главный вектор и главный момент сил инерции.

Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Моменты инерции относительно произвольных осей. Центробежные моменты инерции. Главные и главные центральные оси инерции и их свойства. Основы динамической балансировки.

Тема 29. Принцип возможных перемещений

Возможные (виртуальные) перемещения материальной точки и механической системы. Число степеней свободы системы. Определение идеальных связей (примеры). Принцип возможных перемещений. Принцип возможных скоростей.

Тема 30. Обобщенные координаты. Общее уравнение динамики

Общее уравнение динамики.

Обобщённые координаты системы, обобщённые скорости. Выражение элементарной работы в обобщённых координатах. Обобщённые силы и их вычисление, случай сил, имеющих потенциал.

Принцип возможных перемещений в случае движения системы. Условия равновесия системы в обобщённых координатах.

Тема 31. Уравнения Лагранжа II рода

Дифференциальные уравнения движения системы в обобщённых координатах или уравнения Лагранжа второго рода. Преимущества и область применения. Уравнение Лагранжа в случае потенциальных сил: функция Лагранжа.

Тема 32. Малые свободные колебания механической системы

Понятие об устойчивости равновесия. Малые свободные колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия и их свойства.

Тема 33. Основы теории удара

Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Действие ударной силы на материальную точку. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе. Прямой центральный удар тела о неподвижную поверхность, упругий и неупругий удары. Коэффициент восстановления при ударе и его опытное определение. Прямой центральный удар двух тел. Теорема Карно.

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.
2	Система сходящихся сил	Определение усилий в стержнях ферм по способу вырезания узлов	**4 сем.** 2
3	Произвольная система сил	Аналитические условия равновесия произвольной системы сил	2
4	Момент силы относительно оси	Определение момента силы относительно оси	1
5	Сложение параллельных сил. Эквивалентность пар сил	Определение равнодействующей двух параллельных сил	1
		Рубежный контроль №1	2

7	Центр параллельных сил и центр тяжести	Определение положения центра тяжести твердого тела. Центр тяжести линии	1
8	Определение положения центра тяжести линий, фигур и тел	Определение положения центра тяжести плоской фигуры по центрам тяжести её частей	1
10	Трение	Равновесие при наличии трения	2
11	Предмет кинематики. Способы задания движения точки. Скорость	Определение скоростей точек при векторном, координатном и естественном способах задания движениях	1
12	Ускорение точки	Определение ускорений точек при векторном, координатном и естественном способах задания движениях	1
		Рубежный контроль №2	2
13	Виды движения твердого тела. Поступательное, вращательное движения твердого тела	Определение скоростей и ускорений при поступательном и вращательном движениях твердого тела	**5 сем.** 2
14	Плоское движение твердого тела	Определение скоростей и ускорений при плоском движении твердого тела	2
15	Сферическое движение твердого тела	Мгновенная угловая скорость и скорость точек тела при сферическом движении	1
16	Общий случай движения твердого тела	Определение скоростей точек тела в общем случае движения	1
		Рубежный контроль № 3	2
17	Сложное движение точки	Определение скоростей точек тела при сложном движении. Теорема Кориолиса	2
18	Сложение движений твердого тела	Сложение поступательных движений твердого тела. Сложение вращательных движений твердого тела	2
19	Передаточные механизмы	Расчёт рядовых и дифференциальных передач	2
		Рубежный контроль № 4	2
21	Динамика. Основные понятия и определения	Применение дифференциальных уравнений движения при решении задач	**6 сем.** 2
22	Механическая система	Применение закона сохранения движения центра масс при решении задач	2
23	Теорема об изменении количества движения	Применение теоремы об изменении количества движения при решении задач	1
24	Теорема об изменении момента количества движения	Применение теоремы об изменении момента количества движения при решении задач	1
		Рубежный контроль № 5	2
25	Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии	Применение теоремы об изменении кинетической энергии при решении задач	2
26	Динамика плоского движения тела	Применение дифференциальных уравнений при поступательном, вращательном и плоском движениях тел	2
		Рубежный контроль № 6	2
28	Принцип Даламбера	Применение принципа Даламбера при решении задач	**7 сем.** 2

29	Принцип возможных перемещений	Применение принципа возможных перемещений при решении задач	2
30	Обобщенные координаты. Общее уравнение динамики	Применение общего уравнения динамики при решении задач	2
		Рубежный контроль № 7	2
31	Уравнения Лагранжа II рода	Применение уравнений Лагранжа II рода при решении задач	2
32	Малые свободные колебания механической системы	Расчёт параметров колебаний механических систем с одной степенью свободы	2
33	Основы теории удара	Расчёты при действии ударных нагрузок	2
		Рубежный контроль № 8	2
		Всего:	**62**

4.4. Лабораторные работы

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
8	Определение положения центра тяжести линий, фигур и тел	Определение координат центра тяжести плоских тел	**6 сем.**
			2
9	Статическая неуравновешенность и статическая балансировка деталей	Динамическая балансировка вращающихся звеньев	2
14	Плоское движение твердого тела	Маятник Максвелла	2
19	Передаточные механизмы	Определение передаточного числа планетарного редуктора	2
22	Механическая система	Определение момента инерции методом физического маятника	2
		Определение момента инерции методом многофилярного подвеса	2
28	Принцип Даламбера	Исследование движения автомобиля на повороте с помощью ПК	2
		Всего:	**14**

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующего практического занятия или лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

На практических занятиях с целью усвоения и закрепления теоретического материала преподаватель у доски демонстрирует решение типовых задач. При этом используются технологии коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Приветствуется активное участие обучающихся в решении (как правило, коротких фрагментов) задач с выходом к доске и пояснением хода расчетов, а также обсуждение получаемых результатов.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям и лабораторным работам, к рубежным контролям, подготовку к экзамену и зачетам.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	**79**
Введение. Предмет статики. Реакции связей.	**4 сем.**
Система сходящихся сил	38

Произвольная система сил	
Момент силы относительно оси	
Сложение параллельных сил. Эквивалентность пар сил	
Устойчивость при опрокидывании	
Центр параллельных сил и центр тяжести	
Определение положения центра тяжести линий, фигур и тел	
Статическая неуравновешенность и статическая балансировка деталей	
Трение	
Предмет кинематики. Способы задания движения точки. Скорость	
Ускорение точки	
Виды движения твердого тела. Поступательное, вращательное движения твердого тела	**5 сем.**
Плоское движение твердого тела	37
Сферическое движение твердого тела	
Общий случай движения твердого тела	
Сложное движение точки	
Сложение движений твердого тела	
Передаточные механизмы	
Кинематика точки в криволинейных координатах	
Динамика. Основные понятия и определения	**6 сем.**
Механическая система	0
Теорема об изменении количества движения	
Теорема об изменении момента количества движения	
Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии	
Динамика плоского движения тела	
Прямолинейные колебания материальной точки	
Принцип Даламбера	**7 сем.**
Принцип возможных перемещений	10
Обобщенные координаты. Общее уравнение динамики	
Уравнения Лагранжа II рода	
Малые свободные колебания механической системы	
Основы теории удара	
Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	**7**
Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие для 4,5,7 семестров)	**25**
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	**16**
Подготовка к экзамену	**27**
Подготовка к зачётам	**54**
Всего:	**214**

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ
2. Банк заданий к рубежным контролям №№ 1,2,3,4,5,6,7,8
3. Перечень вопросов к экзамену
4. Перечень вопросов к зачетам
5. Банк задач к экзамену
6. Банк задач к зачетам
7. Отчеты по лабораторным работам

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (**доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии**)	Распределение баллов за 4 сем.					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий и активность на них	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	до 36	до 14	до 10	до 10	до 30
		Примечания:	12 лекций по 3 балла	За посещение занятий – по 1 баллу (8x1=8) и за активность на обычных занятиях – по 1 баллу (6x1=6)	На 4-м практическом занятии	На 8-м практическом занятии	
		Распределение баллов за 5 сем.					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий и активность на них	Рубежный контроль №3	Рубежный контроль №4	Экзамен
		Балльная оценка:	до 24	до 25	до 11	до 10	до 30
		Примечания:	8 лекций по 3 балла	За посещение занятий – по 2 балла (8x2=16) и за активность на обычных занятиях – по 1,5 балла (6x1,5=9)	На 4-м практическом занятии	На 8-м практическом занятии	
		Распределение баллов за 6 сем.					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий и активность на них	Выполнение и защита лабораторных работ	Рубежный контроль №5	Рубежный контроль №6	Зачёт
		Балльная оценка:	до 17,5	до 18	до 14	до 10,5	до 10	до 30

		Примечания:	7 лекций по 2,5 балла	За посещение занятий – по 1,5 балла (7x1,5=10,5) и за активность на обычных занятиях – по 1,5 балла (5x1,5=7,5)	За выполнение работы – по 1 баллу (7x1=7) и за защиту отчёта – по 1 баллу (7x1=7)	На 4-м практическом занятии	На 7-м практическом занятии	
		Распределение баллов за 7 сем.						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий и активность на них		Рубежный контроль №7	Рубежный контроль №8	Зачёт
		Балльная оценка:	до 24	до 25		до 11	до 10	до 30
		Примечания:	8 лекций по 3 балла	За посещение занятий – по 2 балла (8x2=16) и за активность на обычных занятиях – по 1,5 балла (6x1,5=9)		На 4-м практическом занятии	На 8-м практическом занятии	
			Корректирующий коэффициент К: К=2 за активную работу; К=0,5 за опоздание не более чем на 15 мин; К=0 за опоздание более чем на 15 мин, за грубое нарушение дисциплины на занятиях: порча имущества, сон, игры, шум, телефонные звонки, SMS, MMS, нахождение в нетрезвом состоянии, демонстрация пренебрежительного отношения к занятиям и окружающим.					
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74...90 – хорошо; 91...100 – отлично						
	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – незачет; 61...100 – зачет						
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности «автоматического» получения оценки на экзамене и автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (к экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и выполнить все практические работы. Для «автоматического» получения экзаменационной оценки «удовлетворительно» студенту необходимо набрать за семестр 68 баллов. По согласованию с преподавателем студенту, набравшему 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за высокие достижения в значимых учебных, методических и научно-исследовательских мероприятиях университета и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».						

		Для допуска к промежуточной аттестации (к зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и выполнить все практические и лабораторные работы. Для «автоматического» получения зачета студенту необходимо набрать за семестр 61 балл. По согласованию с преподавателем студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в значимых учебных, научных, методических и внеучебных мероприятиях университета и выставлен зачет «автоматически».
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае, если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов и не выполнены все задания, студенту необходимо выполнить дополнительные задания до конца последней (зачетной) недели. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): – написание лекции по пропущенной теме, отчета по пропущенному практическому или лабораторному занятию и их защита (за предоставление материала начисляется 1/2 из пропущенных баллов, за защиту – еще 1/2 из пропущенных баллов); – прохождение рубежного контроля (вместо пропущенного или неудовлетворительного); – разработка учебной модели, компьютерной программы, мультимедийного и др. продукта для применения в курсе «Теоретическая механика» (от 4 до 40 баллов за каждую разработку, при этом общая сумма баллов к промежуточной аттестации не может превышать 70). Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяются преподавателем.

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли №1, №3, №5 и №7 проводятся в форме защиты выполненных расчётных работ.

Расчётные работы студенты выполняют самостоятельно, по аналогии с решёнными примерами, а также пользуются консультациями преподавателя. Практические занятия, отведенные под рубежные контроли №1, №3, №5 и №7, также используются студентами для выполнения расчётных работ.

Задания для расчётных работ к рубежным контролям №1, №3, №5 и №7 выбираются по вариантам из учебного пособия «Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике» (под ред. А.А. Яблонского, 2008 г.). Номера вариантов назначает преподаватель.

Варианты заданий для рубежного контроля №1 состоят из задач С1 и С2 на тему «Статика». Варианты заданий для рубежного контроля №3 состоят из задач К1 и К3 на тему «Кинематика». Варианты заданий для рубежного контроля №5 состоят из задачи Д1 на тему «Динамика материальной точки». Варианты заданий для рубежного контроля №7 состоят из задачи Д14 на тему «Принцип возможных перемещений».

За правильное решение каждой задачи при рубежном контроле №1 начисляется 2,5 балла, за защиту каждой задачи – 2,5 балла. За правильное решение каждой задачи при рубежном контроле №3 начисляется 2,5 балла, за защиту каждой задачи – 3 балла. За правильное решение задачи при рубежном контроле №5 начисляется 5 баллов, за защиту задачи – 5,5 баллов. За правильное решение задачи при рубежном контроле №7 начисляется 5 баллов, за защиту задачи – 6 баллов.

Преподаватель оценивает в баллах результаты выполнения и защиты каждого студента по количеству правильно выполненных и защищенных задач и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Рубежные контроли №2, №4, №6 и №8 проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением рубежного контроля №2, №4, №6 и №8 преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей состоят из 20 вопросов. За правильный ответ на 1 вопрос теста начисляется 0,5 балла.

На каждое тестирование отводится время не менее 40 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Промежуточный контроль знаний студентов (экзамен) проводится по традиционной форме по билетам, что позволяет студентам продемонстрировать свои навыки представления и изложения материала, развить грамотную техническую речь, показать умение самостоятельно решать задачи. Каждый билет содержит 2 теоретический вопроса (каждый оценивается до 10 баллов) и 1 задачу (оценивается до 10 баллов).

Для получения высоких баллов на экзамене не допускается списывание, использование подсказок, шпаргалок, карманных компьютеров, телефонов и др. Время, отводимое студенту на экзамене, составляет 2 астрономических часа.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

Промежуточный контроль знаний (зачет) студентов проводится в традиционном виде по вопросам. Студент отвечает на 1 теоретический вопрос и решает 1 задачу, что позволяет студентам продемонстрировать свои навыки представления и изложения материала, развить грамотную техническую речь, показать умение самостоятельно решать задачи. Каждый теоретический вопрос оценивается до 15 баллов, задача также оценивается до 15 баллов.

Для получения высоких баллов на зачете не допускается списывание, использование подсказок, шпаргалок, карманных компьютеров, телефонов и др. Время, отводимое студенту на зачете, составляет 2 астрономических часа.

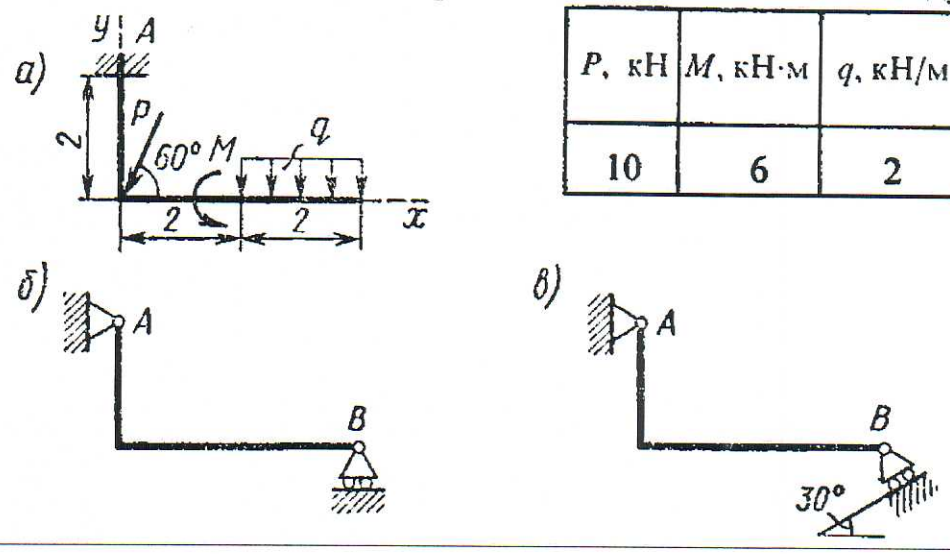
Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, экзамена и зачета

Примеры заданий для рубежного контроля №1

ЗАДАНИЕ С1. На схемах показаны три способа закрепления бруса, ось которого – ломаная линия. Задаваемая нагрузка и размеры (м) во всех трёх случаях одинаковы.

Определить реакции опор для того способа закрепления бруса, при котором указанная исследуемая реакция имеет наименьший модуль.

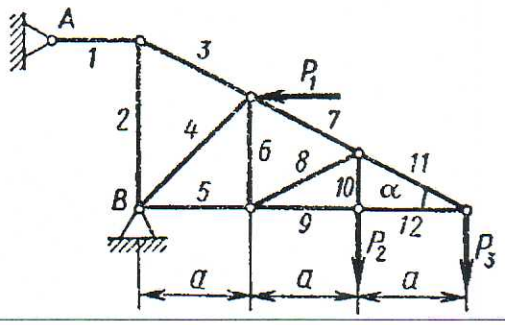


P, кН	M, кН·м	q, кН/м	Исследуемая реакция
10	6	2	Y_A

ЗАДАНИЕ С2. Определить реакции опор фермы от заданной нагрузки, а также силы во всех её стержнях способом вырезания узлов.

Дополнительно определить в трёх стержнях фермы силы от той же нагрузки способом Риттера (номера стержней указаны в таблице).

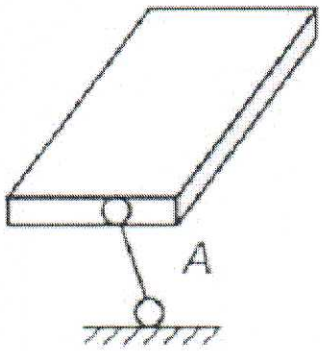
P_1	P_2	P_3	a	h	α, град	Номера стержней
кН			м			
4	9	2	2,0	–	30	3, 8, 9



Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №2

ЗАДАНИЕ №1 (выберите один вариант ответа)

Видом связи, изображенном на рисунке, является ... .

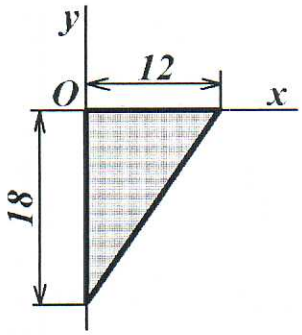


ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) гладкая опора	2) цилиндрический шарнир	3) сферический шарнир	4) подвижный шарнир	5) невесомый стержень

ЗАДАНИЕ №2 (выберите один вариант ответа)

Однородная пластина в виде прямоугольного треугольника расположена в плоскости xOy. Координата y_C центра тяжести равна ...



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) –12 2) –6 3) –9 4) –4

ЗАДАНИЕ №3

При освобождении объекта равновесия от связей реакции опор имеют различное количество неизвестных составляющих. Если опорой является невесомая нерастяжимая гибкая связь, то запишите число, которое соответствует числу составляющих реакции данной опоры ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ (введите ответ):

Примеры заданий для рубежного контроля №3

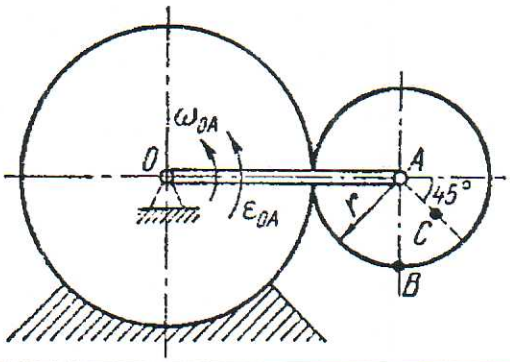
ЗАДАНИЕ К1. По заданным уравнениям движения точки M установить вид её траектории и для момента времени $t = t_1$ (с) найти положение точки на траектории, её скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории.

Уравнения движения		t_1, с
$x=x(t)$, см	$y=y(t)$, см	
$-2t^2+3$	$-5t$	$^1/_2$

ЗАДАНИЕ К3. Найти для заданного положения механизма скорости и ускорения точек B и C, а также угловую скорость и угловое ускорение звена, которому эти точки принадлежат.

Примечание. ω_{OA} и ε_{OA} – угловая скорость и угловое ускорение кривошипа OA при заданном положении механизма; ω_I – угловая скорость колеса I (постоянная); υ_A и a_A – скорость и ускорение точки A. Качение колёс происходит без скольжения.

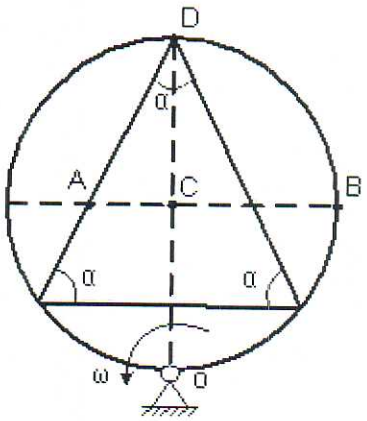
Размеры, см				ω_{OA}, рад/с	ω_I, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	v_A, см/с	a_A, см/с^2
OA	r	AB	AC					
40	15	–	8	2	–	2	–	–



Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №4

ЗАДАНИЕ №1

Круглая пластинка вращается вокруг оси, проходящей через точку *O* перпендикулярно плоскости пластины, с угловой скоростью $\vec{\omega}$.
Укажите последовательность точек в порядке увеличения их скоростей.

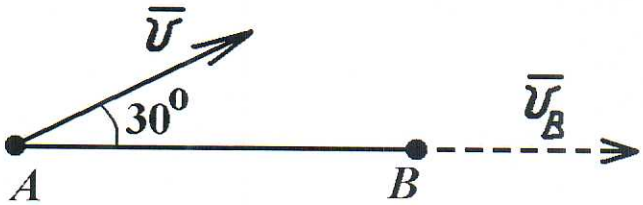


ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ (укажите порядковый номер для всех вариантов ответа):

☐ ***A*** ☐ ***B*** ☐ ***C*** ☐ ***D***

ЗАДАНИЕ №2 (выберите один вариант ответа)

Отрезок *AB* длиной ℓ совершает плоское движение. Скорость точки *B* совпадает с направлением *AB*. Скорость точки *A* направлена под углом 30° к отрезку и равна υ.
Угловая скорость ω вращения отрезка равна ...



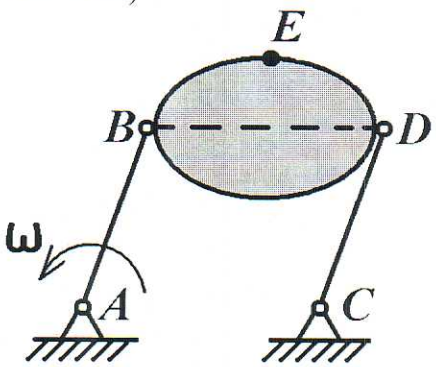
ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) 0 2) $\frac{\upsilon}{\sqrt{2}\ell}$ 3) $\frac{\upsilon}{2\ell}$ 4) $\frac{2\upsilon}{\ell}$ 5) $\frac{\upsilon}{\ell}$

ЗАДАНИЕ №3 (выберите один вариант ответа)

Стержни *AB* и *CD* равны по длине (*AB*=*CD*=0,2 м) и вращаются равномерно с одинаковыми угловыми скоростями ω=3 рад/с.

Скорость υ_E точки *E* равна ... м/с.



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

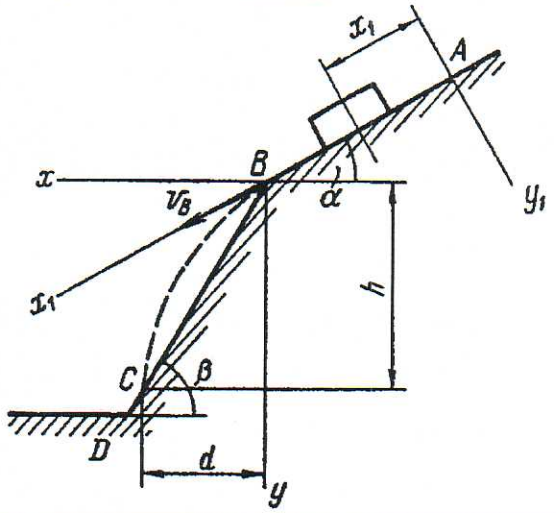
1) 0,6 2) 1,8 3)15 4) 1,2

Примеры заданий для рубежного контроля №5

ЗАДАНИЕ Д1. Тело движется из точки A по участку AB (длиной ℓ) наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, в течение τ c. Его начальная скорость υ_A. Коэффициент трения скольжения тела по плоскости равен f.

В точке B тело покидает плоскость со скоростью υ_B и попадает со скоростью υ_C в точку C плоскости BD, наклонённой под углом β к горизонту, находясь в воздухе T c.

При решении задачи тело принять за материальную точку; сопротивление воздуха не учитывать.



Дано: $\alpha = 30°$;

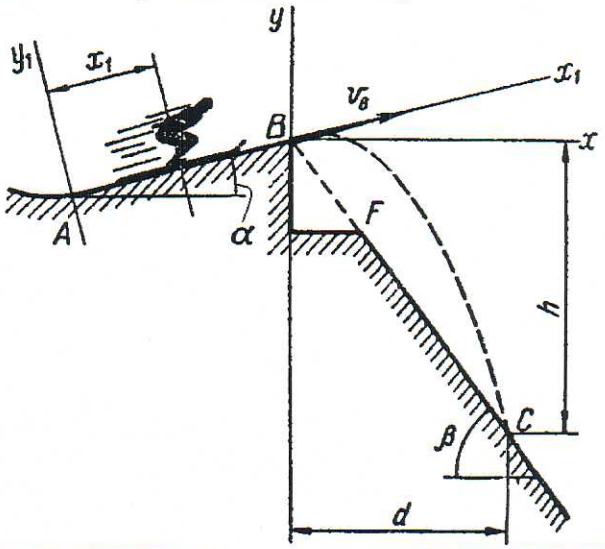
$\upsilon_A = 0$; $f = 0{,}2$;

$l = 10$ м; $\beta = 60°$.

Определить τ и h.

ЗАДАНИЕ Д1. Лыжник подходит к точке A участка трамплина AB, наклонённого под углом α к горизонту и имеющего длину ℓ, со скоростью υ_A. Коэффициент трения скольжения лыж на участке AB равен f. Лыжник от A до B движется τ c; в точке B со скоростью υ_B он покидает трамплин. Через T c лыжник приземляется со скоростью υ_C в точке C горы, составляющей угол β с горизонтом.

При решении задачи принять лыжника за материальную точку и не учитывать сопротивление воздуха.



Дано: $\alpha = 20°$;

$f = 0{,}1$; $\tau = 0{,}2$ с;

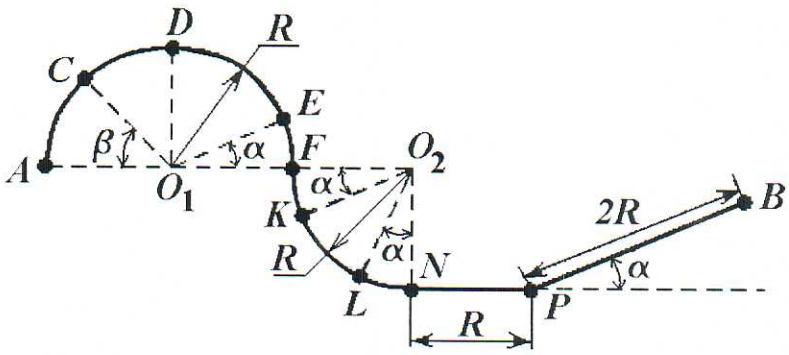
$h = 40$ м; $\beta = 30°$.

Определить l и υ_C.

Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №6

ЗАДАНИЕ №1 *(выберите один вариант ответа)*

Материальная точка массой m=1 кг движется по сложной траектории AB. Если известно, что R=2 м, углы α=30°, β=45°, принимая g=10 м/с^2, то работа силы тяжести на перемещении из положения D в положение E равна ...



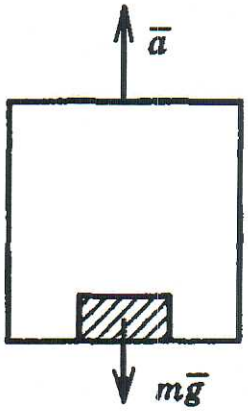
ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $5\sqrt{3}$ Дж 2) 20 Дж 3) 10 Дж 4) –20 Дж

ЗАДАНИЕ №2 *(выберите один вариант ответа)*

Лифт поднимается с ускорением $a=0,8g$.

Сила давления груза массой m=50 кг на дно лифта равна ... Н.



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) 80g 2) 40g 3) 60g 4) 90g 5) 70g

ЗАДАНИЕ №3 *(выберите один вариант ответа)*

Дифференциальное уравнение движения материальной точки имеет вид $\ddot{x} + 20x = 0$. Материальная точка ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) совершает вынужденные колебания	2) не совершает колебательного движения	3) совершает затухающие колебания	4) совершает свободные колебания

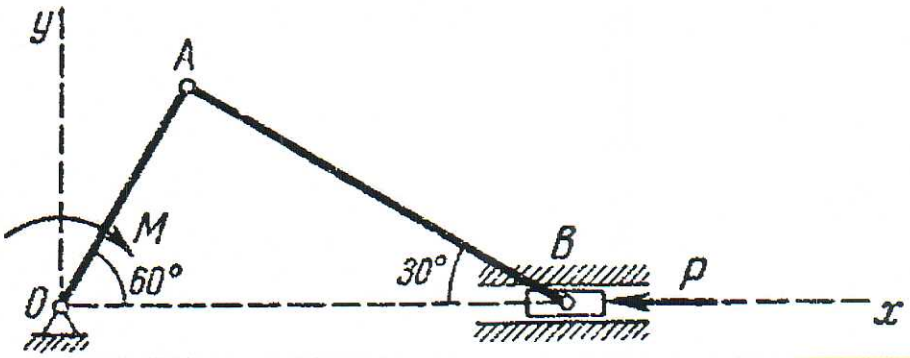
Примеры заданий для рубежного контроля №7

ЗАДАНИЕ Д14. Схема механизма, находящегося под действием взаимно уравновешивающихся сил, показана на рисунке, а необходимые данные приведены в таблице.

Применяя принцип возможных перемещений и пренебрегая силами сопротивления, определить величину, указанную в таблице.

Примечание. Механизм расположен в горизонтальной плоскости.

Линейные размеры	Силы, Н		Момент пары сил M, Н·м	Коэффициент жесткости c, Н/см	Деформация пружины h, см	Величины, подлежащие определению
	Q	P				
$OA = 10$ см	—	—	20	—	—	P

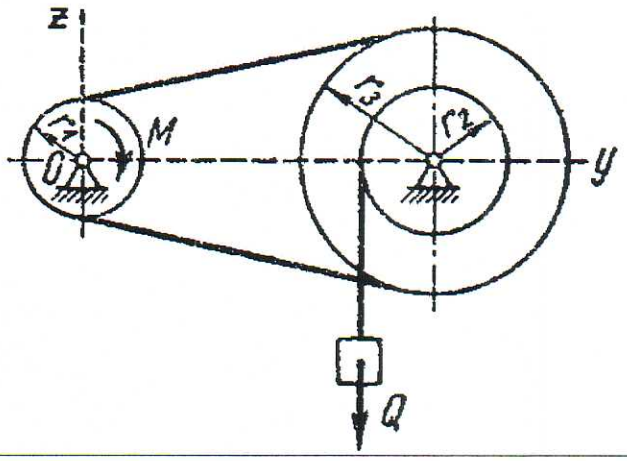


ЗАДАНИЕ Д14. Схема механизма, находящегося под действием взаимно уравновешивающихся сил, показана на рисунке, а необходимые данные приведены в таблице.

Применяя принцип возможных перемещений и пренебрегая силами сопротивления, определить величину, указанную в таблице.

Примечание. Механизм расположен в вертикальной плоскости.

Линейные размеры	Силы, Н		Момент пары сил M, Н·м	Коэффициент жесткости c, Н/см	Деформация пружины h, см	Величины, подлежащие определению
	Q	P				
$r_1=20$ см, $r_2=30$ см, $r_3=40$ см	–	–	100	–	–	Q

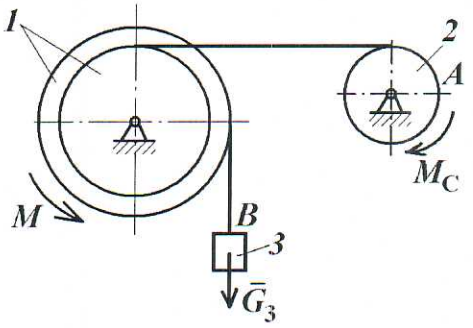


Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №8

ЗАДАНИЕ №1 *(выберите один вариант ответа)*

Механизм, изображенный на чертеже, находится в равновесии под действием силы тяжести G_3 груза 3 и моментов M и M_C.

Укажите правильное уравнение работ принципа возможных перемещений.



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $M\delta\varphi_1 - G_3\delta s_B - M_C\delta\varphi_2 = 0$;

2) $M\delta\varphi_2 - G_3\delta s_B + M_C\delta\varphi_1 = 0$;

3) $M_C\delta\varphi_2 - G_3\delta s_B - M\delta\varphi_1 = 0$;

4) $G_3\delta s_B - M\delta\varphi_1 - M_C\delta\varphi_1 = 0$;

5) $G_3\delta s_B + M\delta\varphi_1 - M_C\delta\varphi_2 = 0$.

ЗАДАНИЕ №2 *(выберите один вариант ответа)*

Кинетическая энергия системы с одной степенью свободы равна $T = 6\left(\dot{x}\right)^2$, обобщенная сила $Q_x = 7 + x$, где x – обобщенная координата.

Ускорение системы при $x = 5$ равно ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) 0 2) 0,5 3) 1 4) 5

ЗАДАНИЕ №3

При прямом ударе материальной точки по неподвижной преграде скорость до удара υ_1=15 м/с. Если коэффициент восстановления при ударе k=0,8, то скорость точки после удара υ_2= ... м/с.

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ (введите ответ):

Примерный перечень вопросов к зачёту (4 семестр)

1. Основные понятия статики (сила и система сил, материальная точка, сила равнодействующая и уравновешивающая, внешняя и внутренняя, сосредоточенная и распределённая). Вычисление равнодействующей для равномерно распределённой нагрузки и для нагрузки, распределённой по линейному закону. Аксиомы статики.

2. Типы связей и их реакции.

3. Проекция силы на ось (правило вычисления, правило знака, частные случаи).

4. Система сходящихся сил на плоскости и в пространстве. Геометрический способ определения равнодействующей сходящейся системы сил.

5. Аналитический способ определения равнодействующей системы сходящихся сил (вывод). Аналитические условия равновесия системы сходящихся сил (вывод).

6. Теорема о равновесии трёх непараллельных сил (сформулировать, доказать).

7. Ферма и её элементы. Определение усилий в стержнях ферм по способу вырезания узлов. Леммы 1, 2, 3.

8. Пара сил и её свойства. Сложение пар сил. Условие равновесия пар сил.

9. Момент силы относительно точки. Теорема Вариньона. Теорема о параллельном переносе силы (сформулировать, доказать).

10. Приведение произвольной системы сил к заданному центру или основная теорема статики (сформулировать, доказать). Определение главного вектора и главного момента.

11. Аналитические условия равновесия произвольной системы сил (вывод). Частные случаи уравнений равновесия. Понятие о статически определимых и статически неопределимых задачах.

12. Сложение двух параллельных сил, направленных в одну сторону (вывод расчётной формулы для определения положения равнодействующей).

13. Сложение двух параллельных сил, направленных в противоположные стороны (вывод расчётной формулы для определения положения равнодействующей).

14. Теорема об эквивалентности пар сил, лежащих в одной плоскости (сформулировать и доказать для случая непараллельных сил).

15. Теорема об эквивалентности пар сил, лежащих в одной плоскости (сформулировать и доказать для случая параллельных сил).

16. Теорема о переносе пары сил в параллельную плоскость (сформулировать и доказать).

17. Момент силы относительно оси. Связь между моментами силы относительно точки и оси, проходящей через эту точку.

18. Аналитические выражения моментов силы относительно осей координат (вывод).

19. Рычаг. Устойчивость при опрокидывании. Коэффициент устойчивости.

20. Центр системы параллельных сил. Частные случаи.

21. Радиус-вектор и координаты центра параллельных сил (вывод расчётных формул).

22. Центр тяжести твёрдого тела. Вывод расчётных формул для определения координат центра тяжести твёрдого тела. Центр тяжести линии.

23. Центр тяжести плоской фигуры. Статический момент площади плоской фигуры относительно оси. Вывод расчётных формул для определения координат центра тяжести плоской фигуры.

24. Теоремы Паппа-Гюльдена об объёме тела вращения и о площади поверхности вращения (сформулировать и доказать).

25. Определение положения центра тяжести плоской фигуры по центрам тяжести её частей. Понятие о способе отрицательных площадей.

26. Центры тяжести площади треугольника, дуги окружности и площади сектора круга (вывод расчётных формул).

27. Центр тяжести объёма четырехгранной пирамиды (вывод расчётной формулы).

28. Экспериментальные способы определения координат центров тяжести тел.

29. Статическая неуравновешенность деталей. Методы статической балансировки.

30. Законы трения скольжения. Статический коэффициент трения. Динамический коэффициент трения скольжения.

31. Реакция шероховатой поверхности. Угол и конус трения. Устройство прибора для определения угла трения.

32. Самоторможение. Условие самоторможения. Условие самоторможения винтового домкрата.

33. Трение качения. Законы трения качения.

34. Три способа задания движения точки. Уравнения движения. Понятие о траектории и годографе.

35. Скорость точки. Определение скорости при векторном способе задания движения.

36. Определение скорости точки при естественном способе задания движения.

37. Определение скорости точки при координатном способе задания движения.

38. Ускорение точки. Определение ускорения при векторном способе задания движения.

39. Определение ускорения точки при координатном способе задания движения.

40. Естественные координатные оси. Вектор кривизны траектории точки.

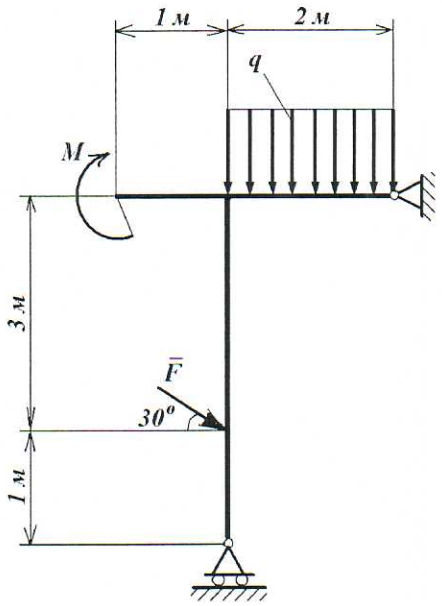
41. Определение ускорения точки при естественном способе задания движения.

42. Определение усилий в стержнях ферм по способу Риттера.

Пример задачи для экзамена (4 семестр)

Плоская рама нагружена сосредоточенной силой величиной F, парой сил с моментом M и равномерно распределённой нагрузкой интенсивностью q.

Определить опорные реакции, если q= 5 кН/м, F=10 кН, M=20 кН·м.



Примерный перечень вопросов к экзамену (5 семестр)

1. Пять видов движения твердого тела. Движение простое и сложное.

2. Поступательное движение твердого тела: определение, теорема о траекториях, скоростях и ускорениях, уравнение движения.

3. Вращательное движение твердого тела: определение, уравнение движения, нахождение скоростей и ускорений тела и его точек.

4. Плоское (плоскопараллельное) движение твердого тела: определение, уравнения движения, теорема о скорости точки плоской фигуры, следствия.

5. Мгновенный центр скоростей и мгновенный центр ускорений твердого тела. Определение ускорений точек твердого тела при плоском движении.

6. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки или сферическое движение. Углы Эйлера. Уравнения сферического движения. Мгновенная угловая скорость и скорость точек твердого тела при сферическом движении.

7. Общий случай движения свободного твердого тела. Уравнения движения свободного твердого тела.

8. Абсолютное и относительное движение точки. Определение скоростей точек тела при сложном движении.

9. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Причины возникновения кориолисова ускорения.

10. Сложное движение (или сложение движений) твердого тела. Сложение поступательных движений твердого тела.

11. Сложение вращательных движений твердого тела. Сложение вращений тела вокруг пересекающихся осей.

12. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей.

13. Пара вращений.

14. Сложение поступательного и вращательного движений.

15. Рядовые передачи, дифференциальные передачи. Передаточное число.

16. Расчёт цилиндрических дифференциальных передач при помощи метода Виллиса.

17. Криволинейные системы координат (цилиндрическая, сферическая). Единичные векторы криволинейных координатных осей, условие ортогональности.

18. Дифференциал дуги траектории в криволинейных координатных осях. Коэффициенты Ламе.

19. Проекции скорости и ускорения на оси криволинейных координат.

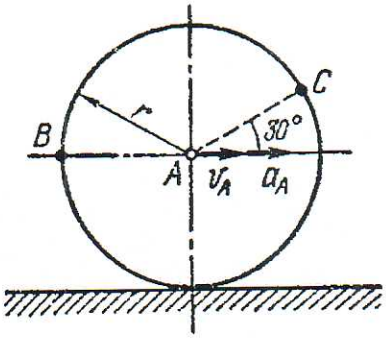
20. Кинематика планет солнечной системы в полярных координатах. Законы Кеплера.

Пример задачи для экзамена (5 семестр)

Найти для заданного положения механизма скорость и ускорение точки *B*, а также угловую скорость и угловое ускорение звена, которому эта точка принадлежит.

Примечание. υ_A и a_A – скорость и ускорение точки *A*. Качение колеса происходит без скольжения.

Размеры, см				ω_{OA}, рад/с	ω_I, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	v_A, см/с	a_A, см/с^2
OA	*r*	*AB*	*AC*					
–	50	–	–	–	–	–	50	100



Примерный перечень вопросов к зачету (6 семестр)

1. Основные понятия и определения в динамике (предмет динамики, инертность, масса тела, материальная точка, сила, виды переменных сил).

2. Законы механики Галилея–Ньютона (первый, второй, третий). Понятия о движении по инерции и об инерциальной системе отсчёта. Принцип относительности классической механики. Закон независимости действия сил. Основное уравнение динамики для материальной точки. Задачи динамики (первая, вторая).

3. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах и в проекциях на оси естественного трёхгранника.

4. Особенности решения первой задачи динамики (определение сил по заданному движению). Особенности решения основной задачи динамики при прямолинейном движении точки.

5. Понятие о механической системе. Силы внешние и внутренние. Свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс; радиус-вектор и координаты центра масс системы.

6. Момент инерции твердого тела относительно оси. Вычисление моментов инерции однородных тел (тонкого стержня, тонкостенной трубы, цилиндра, прямоугольной пластины) относительно центральных осей и осей симметрии. Радиус инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера о моментах инерции тела относительно параллельных осей.

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

8. Количество движения материальной точки. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки.

9. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения системы. Закон сохранения количества движения механической системы.

10. Момент количества движения точки относительно центра. Момент количества движения точки относительно оси. Теорема моментов относительно центра. Теорема моментов относительно оси. Понятие о центральной силе.

11. Кинетический момент механической системы. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения.

12. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Закон сохранения кинетического момента механической системы. Платформа Жуковского.

13. Элементарная работа силы, приложенной к точке; правило знака, условие равенства нулю. Аналитическое выражение элементарной работы.

14. Работа силы на любом перемещении точки: аналитическое вычисление; графическое определение; работа постоянной силы; мощность.

15. Работа силы тяжести. Понятие о потенциальных силах.

16. Работа силы упругости.

17. Работа силы трения (скольжения).

18. Работа сил, приложенных к вращающемуся твердому телу.

19. Работа сил трения, действующих на катящееся тело.

20. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки.

21. Кинетическая энергия механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Формулы для вычисления кинетической энергии при поступательном, вращательном и плоском движениях тела.

22. Понятие о силовом поле (стационарном, нестационарном, однородном). Поле тяготения и поле сил тяжести. Сила тяжести как составляющая силы тяготения.

23. Силовая функция. Потенциальное силовое поле. Потенциальные силы. Работа потенциальной силы на произвольной траектории и по замкнутой траектории.

24. Вывод дифференциальных уравнений вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Понятие о вращающем моменте. Условия равномерного и равнопеременного вращения.

25. Физический маятник (дать определение). Вывод дифференциального уравнения колебаний физического маятника. Закон малых колебаний физического маятника. Вычисление периода колебаний физического маятника.

26. Математический маятник (дать определение). Вычисление приведённой длины физического маятника. Центр качаний. Взаимность оси подвеса и центра качаний.

27. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твёрдого тела. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твёрдого тела при несвободном движении.

28. Свободные колебания (дать определение). Вывод дифференциального уравнения свободных прямолинейных колебаний точки при отсутствии сопротивления. Понятия о гармонических колебаниях, амплитуде, фазе, начальной фазе, круговой частоте, периоде и частоте колебаний. Свойства свободных колебаний. Колебания линейные и нелинейные.

29. Вывод дифференциального уравнения свободных прямолинейных колебаний точки при сопротивлении, пропорциональном скорости. Для случая, когда сопротивление по сравнению с восстанавливающей силой мало, дать понятия о затухающих колебаниях, периоде затухающих колебаний, декременте колебаний и логарифмическом декременте.

30. Апериодическое движение и условие его возникновения. Графики апериодического движения точки.

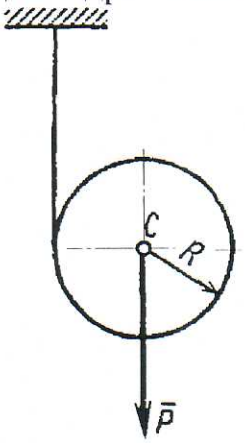
31. Вынужденные колебания (дать определение). Вывод дифференциального уравнения прямолинейных вынужденных колебаний точки при отсутствии сопротивления. Колебания собственные и вынужденные. Коэффициент динамичности. Явление резонанса.

32. Вывод дифференциального уравнения прямолинейных вынужденных колебаний точки при наличии вязкого сопротивления. Колебания собственные и вынужденные. Время установления. Сдвиг фазы. Коэффициент динамичности.

Пример задачи для зачета (6 семестр)

В маятнике Максвелла однородный цилиндр весом P и радиусом R падает вниз без начальной скорости, разматывая нить, намотанную на цилиндр в его среднем сечении.

Определить скорость оси цилиндра после её опускания с высоты 0,5 м.



Примерный перечень вопросов к зачету (7 семестр)

1. Принцип Даламбера для материальной точки; силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Приведение сил инерции точек твердого тела к центру; главный вектор и главный момент инерции.

2. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Основы статической и динамической балансировки.

3. Определение момента инерции тела относительно произвольной оси.

4. Связи и их уравнения (связи двусторонние, односторонние, геометрические, кинематические, голономные, неголономные, стационарные, нестационарные).

5. Возможные (виртуальные) перемещения материальной точки и механической системы. Число степеней свободы системы, материальной точки, твердого тела.

6. Принцип возможных перемещений. Принцип возможных скоростей. Связи реальные и идеальные.

7. Принцип возможных перемещений в случае движения системы. Общее уравнение динамики.

8. Обобщённые координаты системы, обобщённые скорости. Кинематические уравнения движения системы в обобщённых координатах.

9. Выражение элементарной работы в обобщённых координатах. Обобщённые силы и их вычисление.

10. Выражение обобщённых сил через проекции сил на неподвижные оси декартовых координат. Случай сил, имеющих потенциал.

11. Общее уравнение динамики в обобщённых силах. Условия равновесия в обобщённых силах. Условия равновесия консервативной системы сил.

12. Понятие об устойчивости состояния покоя механической системы с одной степенью свободы в консервативном силовом поле. Условия устойчивости состояния покоя механической системы (теорема Лагранжа-Дирихле, теоремы Ляпунова).

13. Дифференциальные уравнения движения системы в обобщённых координатах (вывод уравнений Лагранжа II рода).

14. Уравнения Лагранжа II рода в случае потенциальных сил. Функция Лагранжа, или кинетический потенциал.

15. Применение уравнения Лагранжа II рода для описания движения механизма с одной степенью свободы. Вывод общего уравнения движения идеального механизма с одной степенью свободы. Общее уравнение движения реального механизма с одной степенью свободы.

16. Вывод уравнения малых свободных колебаний консервативной механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.

17. Решение уравнения малых свободных колебаний консервативной механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Частота колебаний, период колебаний, свойства малых колебаний системы.

18. Малые затухающие колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.

19. Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия при наличии сопротивления.

20. Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Действие ударной силы на материальную точку. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе.

21. Теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе.

22. Коэффициент восстановления при ударе. Фазы удара. Абсолютно упругий, абсолютно неупругий и не вполне упругий удар. Случай косого удара.

23. Прямой центральный удар двух тел (абсолютно упругий и абсолютно неупругий удар шаров).

24. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел (вывод теоремы Карно).

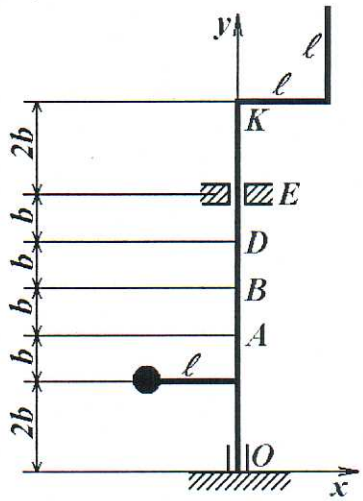
25. Удар по вращающемуся телу. Центр удара.

Пример задачи для зачёта (7 семестр)

Плоская невесомая рама состоит из вертикального стержня OK, двух горизонтальных стержней и закреплена с помощью подпятника O и цилиндрического подшипника в точке E. На краях невесомых горизонтальных стержней (длиной ℓ каждый) расположены точечный груз массой m_1 и верти-

кальный однородный стержень длиной ℓ, имеющий массу m_2. Рама вращается с постоянной угловой скоростью ω.

Определить реакции подпятника и подшипника, если m_1=2 кг, m_2=5 кг, b = 0,35 м, ℓ = 0,7 м, ω =11 с$^{-1}$.



6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Мещеряков В.Б. Курс теоретической механики [Электронный ресурс]: учебник / В.Б. Мещеряков. М. : УМЦ ЖДТ, 2012. 280 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики : Учебник для техн. – 8-е изд., стереотипное. – СПб. : Издательство «Лань», 2001. 768 с.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Задания и методические рекомендации к выполнению расчётных работ к рубежным контролям №№ 1, 3, 5, 7:

– Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : Учебное пособие для технических вузов / Яблонский А.А., Норейко С.С., Вольфсон С.А. и др; Под ред. А.А. Яблонского. Москва: Интеграл-Пресс, 2008. 384 с.

2. Методические рекомендации к практическим занятиям:

– Основные понятия, теоремы и расчетные формулы теоретической механики [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям для студентов направлений 13.03.01, 13.03.02, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01, 23.03.01, 23.03.02, 23.03.03, 27.03.01, 27.03.04, 44.03.01 и специальностей 23.05.01 и 23.05.02 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра теоретической механики и сопротивления материалов ; [сост.: С.Г. Тютрин]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 431 Kb). - Курган : Издательство Курганского государственного университета, 2015. - 39, [1] с. – Доступ из ЭБС КГУ.

3. Методические рекомендации к лабораторным работам:

– Теоретическая механика [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 190700.62 и специальностей 190109.65 и 190110.65. Ч.1 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра теоретической механики и сопротивления материалов] ; [сост.: С.Г. Тютрин]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 785 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2013. - 23 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 29. – Доступ из ЭБС КГУ;

– Теоретическая механика [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 190700.62 и специальностей 190109.65 и 190110.65. Ч.2 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра теоретической механики и сопротивления материалов ; [сост.: С.Г. Тютрин]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 700 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2014. - 27 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 27. – Доступ из ЭБС КГУ;

– Теоретическая механика [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направлений 190109.65, 190110.65. Ч.2 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра «Теоретическая механика и сопротивление материалов» ; [сост.: Е.Н. Ревняков]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 852 Kb). - Курган : Издательство Курганского государственного университета, 2016. - 13 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 13. – Доступ из ЭБС КГУ;

– Динамическая балансировка вращающихся звеньев [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов направлений: 190109.65, 190110.65, 150700.62, 151900.62, 190600.62, 050100.62, 140400.62, 220400.62, 220700.62, 221700.62, 222000.62 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государ-

ственный университет, Кафедра «Гусеничные машины и прикладная механика» ; [сост.: Л.Н. Тютрина, Г.Ю. Волков]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 440 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2012. - 13 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 13. – Доступ из ЭБС КГУ.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Плакаты, макеты и модели механизмов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Теоретическая механика»

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета
01.05.01 – Фундаментальные математика и механика
Направленность (профиль):
Математическое и компьютерное моделирование механических систем

Трудоемкость дисциплины: 10 ЗЕ (360 академических часов)
Семестры: 4, 5, 6, 7
Форма промежуточной аттестации: Зачет, экзамен, зачет, зачет

Содержание дисциплины

Введение. Предмет статики. Реакции связей. Система сходящихся сил. Произвольная система сил. Момент силы относительно оси. Сложение параллельных сил. Эквивалентность пар сил. Устойчивость при опрокидывании. Центр параллельных сил и центр тяжести. Определение положения центра тяжести линий, фигур и тел. Статическая неуравновешенность и статическая балансировка деталей. Трение. Предмет кинематики. Способы задания движения точки. Скорость. Ускорение точки. Виды движения твердого тела. Поступательное, вращательное движения твердого тела. Плоское движение твердого тела. Сферическое движение твердого тела. Общий случай движения свободного твердого тела. Сложное движение точки. Сложение движений твердого тела. Передаточные механизмы. Кинематика точки в криволинейных координатах. Динамика. Основные понятия и определения. Механическая система. Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении момента количества движения. Работа и мощность. Теорема об изменении кинетической энергии. Динамика плоского движения тела. Прямолинейные колебания материальной точки. Принцип Даламбера. Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа II рода. Малые свободные колебания механической системы. Основы теории удара.