

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Антрацитовский институт геосистем и технологий

Кафедра экономики и транспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Антрацитовского института
геосистем и технологий
доц. Крохмалёва Е.Г.
«10» _____ 2023 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

Теоретическая механика

Специальность 23.05.04 Эксплуатация железных дорог

Специализация Магистральный транспорт

Разработчики:

доцент И.В. Савченко

старший преподаватель В.П. Лукьянова

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры экономики и транспорта

от «14» 04 20 23 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой
экономики и транспорта В.А. Артеменко

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00C0AE9BC40349D124B4B74D21A2EEBA99
Действителен с 24.07.2024 по 17.10.2025
Владелец КРОХМАЛЕВА ЕЛЕНА ГЕОРГИЕВНА

2023 г.

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
Теоретическая механика**

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля)

№ п/п	Код контроли- руемой компетен- ции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формиро- вания (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	Введение в дисциплину	2
			Тема 1. Основные понятия и аксиомы статики. Связи и их реакции.	2
			Тема 2. Плоская система сходящихся сил.	2
			Тема 3. Теория пар сил.	2
			Тема 4. Плоская система произвольно расположенных сил.	2
			Тема 5. Пространственная система сил.	2
			Тема 6. Трение.	2
			Тема 7. Центр параллельных сил и центр тяжести.	2
			Тема 8. Кинематика. Введение в кинематику.	2
			Тема 9. Кинематика точки.	2
			Тема 10. Простейшие движения твердого тела.	2
			Тема 11. Плоское движение твердого тела.	2
			Тема 12. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движения свободного твердого тела.	2
			Тема 13. Сложное движение точки.	2
			Тема 14. Сложное движение твердого тела.	2
			Тема 15. Введение в динамику.	3
			Тема 16. Дифференциальные уравнения движения точки и их интегрирование.	3
			Тема 17. Несвободное движение точки.	3
			Тема 18. Динамика относительного движения материальной точки.	3
			Тема 19. Введение в динамику механической системы. Моменты инерции твердого тела.	3
			Тема 20. Теорема о движении центра масс механической системы.	3
			Тема 21. Теорема об изменении количества движения материальной точки и количества движения механической системы.	3
			Тема 22. Теорема об изменении момента количеств движения системы.	3
			Тема 23. Работа. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы.	3

		Тема 24. Потенциальное силовое поле.	3
		Тема 25. Принцип Даламбера.	3
		Тема 26. Принцип возможных перемещений и общее уравнение динамики.	3
		Тема 27. Условия равновесия и уравнения движения системы в обобщенных координатах.	3
		Тема 28. Приложения общих теорем к теории удара.	3

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1	знать: способы решения инженерных задач в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования уметь: решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования владеть навыками: решения инженерных задач в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	Введение в дисциплину Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12. Тема 13. Тема 14. Тема 15. Тема 16. Тема 17. Тема 18. Тема 19. Тема 20. Тема 21. Тема 22. Тема 23. Тема 24. Тема 25. Тема 26. Тема 27. Тема 28.	опрос теоретического материала, выполнение расчётно-графических работ

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Теоретическая механика»**

Опрос теоретического материала (второй семестр)

Введение в дисциплину.

1. Что такое материя?
2. Что такое движение вообще, какие формы движения Вы изучили?
3. Почему все виды движения материи невозможно объяснить на основании положений механики?
4. В чем заключается относительность понятия покоя? В каком смысле применяется в механике понятие «покой»?
5. Что изучает теоретическая механика?
6. Что изучают разделы теоретической механики: статика, кинематика, динамика?
7. Почему вопросы, изучаемые в статике, должны рассматриваться как частные случаи общих вопросов динамики?
8. Что послужило основой для создания законов теоретической механики?

Тема 1. Основные понятия и аксиомы статики. Связи и их реакции.

1. Какое свойство приписывается твердому телу, рассматриваемому в теоретической механике?
2. Что такое материальная точка? Что такое абсолютно твердое тело? Какие абстрактные тела рассматриваются в теоретической механике?
3. Что такое сила? Какими приборами измеряется численное значение силы? Какой единицей измеряется сила в Международной системе (СИ)?
4. Какие элементы полностью определяют силу? Одинаковы ли понятия: «направление силы» и «линия действия силы»?
5. Что такое система сил? Какие системы сил называются эквивалентными?
6. Что такое равнодействующая и уравнивающая силы? В чем сходство и различие между равнодействующей и уравнивающей силами и чем они отличаются друг от друга?
7. Как изменится состояние тела, находящегося под действием системы сил, если к этой системе прибавить силу, равную по величине равнодействующей этих сил и направленную прямо противоположно ей?
8. К двум различным точкам твердого тела приложены две непараллельные, но действующие в одной плоскости силы. Можно ли для сложения этих сил применить правило параллелограмма или треугольника?
9. Чем отличается свободное тело от несвободного?
10. Что называется связью? В чем заключается принцип освобожденности от связей?
11. Что надо учесть, чтобы можно было рассматривать, несвободное тело как свободное?
12. Какие разновидности связей рассматриваются в статике?
13. Перечислите основные типы опор, для которых линии действия реакций известны?

14. Как направлена реакция опорного шарнира, если твердое тело соединено с опорой при помощи стержня, имеющего на концах шарниры?

15. Почему со стороны неподвижного шарнира на брус действует только сила R_A (реакция шарнира), а при жесткой заделке бруса на него действует и сила R_A и реактивный момент M_A заделки?

16. Шарик весом $\bar{G}$ катится по криволинейному желобу. Какое тело является для шарика связью и в чем сказывается действие этой связи?

17. На плите лежит предмет весом $\bar{G}$. Как направлена реакция $\bar{N}$ со стороны плиты и чему она равна? Где находятся точки приложения силы $\bar{G}$ и реакции $\bar{N}$?

18. Как будут направлены реакции, испытываемые колесами стоящего трамвая? К чему будет приложена каждая из этих сил?

Тема 2. Плоская система сходящихся сил.

1. Какая система сил называется сходящейся?

2. По какой формуле определяется численное значение равнодействующей двух пересекающихся сил?

3. Как будет изменяться (увеличиваться или уменьшаться) численное значение равнодействующей двух сходящихся сил при увеличении угла между ними?

4. Во что обратится диагональ параллелограмма сил при значении угла между ними, равном 180° ? То же, когда этот угол будет равняться нулю?

5. Возможно ли решение задачи о разложении сил на две составляющие, из которых одна составляющая задана по величине и направлению, а вторая задана только по направлению?

6. Можно ли разложить заданную по величине и направлению силу на две составляющие, линии действия которых образуют прямые углы с линией действия этой силы?

7. Можно ли силу в 50 Н разложить на две силы, например, по 200 Н ?

8. Обязательно ли будет находиться в равновесии тело, если на него в одной плоскости действуют три силы и линии их действия пересекаются в одной точке?

9. Как найти равнодействующую системы сходящихся сил геометрическим способом?

10. Какие силы изображают векторы, проведенные из первой вершины силового многоугольника к остальным вершинам этого многоугольника?

11. В каком случае для системы сходящихся сил силовой многоугольник будет замкнутым?

12. Изменится ли длина или направление замыкающей стороны силового многоугольника при изменении порядка слагаемых сил?

13. Силы $\bar{F}_1, \bar{F}_2, \bar{F}_3, \dots, \bar{F}_n$ сходятся в одной точке и равны между собой по абсолютной величине. Объясните, почему этого условия недостаточно, чтобы утверждать, что система уравнивается.

14. Какой из силовых многоугольников относится к уравновешенной системе сходящихся сил?

15. Что называется проекцией вектора на ось? Является проекция вектора на ось величиной векторной или скалярной? Как определяется знак проекции вектора на ось?

16. По какой формуле определяется величина проекции силы на ось и какие факторы на неё влияют?

17. Сформулируйте геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил.
18. Чему равна абсолютная величина равнодействующей $\vec{R}$ плоской системы сходящихся сил, если сумма проекций этих сил на ось Ox равна нулю, и какой угол в этом случае равнодействующая образует с этой осью?
19. Как расположена равнодействующая, если $R_y = 0$?
20. Будет ли система уравновешенной, если $R_x = 0$, $R_y = 0$?
21. Какие уравнения и сколько можно составить для уравновешенной плоской системы сходящихся сил?

Тема 3. Теория пар сил.

1. Как найти численное значение и точку приложения равнодействующей двух параллельных сил, направленных в одну сторону?
2. Чему равно численное значение равнодействующей двух параллельных сил, направленных в противоположные стороны, куда направлена эта равнодействующая и как определить положение её линии равновесия?
3. Что называется центром системы параллельных сил?
4. Каким основным свойством обладает центр системы параллельных сил?
5. Как найти равнодействующую системы параллельных сил, состоящей из сил, направленных в противоположные стороны, и какие случаи могут при этом встретиться?
6. Изменится ли момент силы относительно заданного центра момента, если перенести силу вдоль ее линии действия?
7. Где расположены точки, относительно которых моменты силы равны нулю?
8. Могут ли силы различной величины давать равные по величине моменты относительно одного и того же центра моментов?
9. Относительно каких точек плоскости момент данной силы имеет одно и то же значение?
10. Что такое пара сил? Что такое момент пары сил?
11. Можно ли заменить действие пары сил на тело одной силой? Имеет ли пара сил равнодействующую?
12. Каким образом можно уравновесить действие на тело пары сил?
13. В чем схожи и в чем отличны момент силы относительно точки и момент пары сил?
14. Можно ли судить о величине момента пары по величине составляющих ее сил? Можно ли об этом же судить по плечу?
15. Одна пара сил образована силами (F , F') по 20 кГ, при плече 60 см, другая – соответственно 30 кГ и 40 см. Какой из моментов этих пар имеет большую абсолютную величину или они равны?
16. Является ли обязательным признаком для эквивалентных пар равенство плеч и сил, составляющих эти пары?
17. Дана пара сил (F , F') с плечом a . Требуется найти эквивалентную пару из сил F_1 и F'_1 , величина которых больше сил, образующих первую пару, в m раз. Чему должно равняться плечо второй пары?
18. В одной плоскости действуют три пары сил с моментами 2000 кГсм (по часовой стрелке), 3500 и 1500 кГсм (против часовой стрелки). Чему равен момент

равнодействующей пары?

19. Каким образом производится сложение пар сил? Сформулируйте условие равновесия пар сил.

Тема 4. Плоская система произвольно расположенных сил.

1. Что называется центром приведения? Что такое, присоединённая пара?

2. Что такое главный вектор, плоской системы сил?

3. Что такое главный момент плоской системы сил относительно какого-нибудь центра?

4. Чем отличается главный вектор от равнодействующей данной системы сил?

5. Изменяются ли главный вектор и главный момент при изменении положения центра приведения?

6. Каковы возможные случаи приведения сил, расположенных произвольно на плоскости?

7. К какому простейшему виду можно привести систему сил, если известно, что главный момент этих сил относительно различных точек на плоскости:

а) имеет различную величину;

б) имеет постоянное значение, не равное нулю;

в) равен нулю.

8. При каком условии сила, равная главному вектору плоской системы сил, является равнодействующей этой системы?

9. Каковы условия равновесия плоской системы сил?

10. Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для твёрдого тела, находящегося в равновесии под действием плоской системы параллельных сил?

11. Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для твёрдого тела, находящегося в равновесии под действием плоской системы сходящихся сил?

12. Перечислите системы уравнений равновесия сил, произвольно расположенных на плоскости?

13. В чем состоит условие равновесия сил, приложенных к рычагу?

14. Что называют коэффициентом устойчивости?

Тема 5. Пространственная система сил.

1. Как определяется момент силы относительно данной оси?

2. В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю?

3. Как определяется знак момента силы относительно оси?

4. Какая зависимость существует между моментами силы относительно точки и оси, проходящей через эту точку?

5. При каких условиях модуль момента силы относительно точки равен моменту силы относительно оси, проходящей через эту точку?

6. Как должна быть направлена сила, приложенная в заданной точке пространства, чтобы величина ее момента относительно заданной оси была наибольшей?

7. Какая теорема лежит в основе приведения пространственной системы сил к центру?

8. К какому простейшему виду приводится пространственная система

произвольно расположенных сил?

9. Зависит ли модуль и направление главного вектора и главного момента от центра приведения?

10. Укажите какие частные случаи приведения пространственной системы произвольно расположенных сил?

11. Как определяются главный вектор R' и главный момент M_0 через проекции их на оси координат?

12. Как выражаются в геометрической и аналитической форме условия равновесия системы произвольно расположенных сил, не лежащих в одной плоскости?

13. Чем отличаются условия равновесия плоской и пространственной системы произвольно расположенных сил?

14. К какому простейшему виду приводится пространственная система сходящихся сил?

15. Как выражаются в геометрической и аналитической форме условия равновесия системы сходящихся сил, не лежащих в одной плоскости?

16. Чем отличаются условия равновесия плоской и пространственной системы сходящихся сил?

17. К какому простейшему виду приводится пространственная система параллельных сил?

18. Как выражаются в геометрической и аналитической форме условия равновесия системы параллельных сил, не лежащих в одной плоскости?

19. Чем отличаются условия равновесия плоской и пространственной системы параллельных сил?

Тема 6. Трение.

1. Какие два вида трения Вам известны?

2. Какие различают виды трения скольжения? По какой формуле определяется сила трения?

3. Какие законы установлены экспериментально для трения скольжения?

4. Что такое угол трения?

5. Можно ли сравнивать трения первого и второго рода для той или иной пары материалов по численному значению коэффициентов трения?

6. Что называется конусом трения?

7. Какая существует зависимость между коэффициентом трения скольжения и углом трения?

8. Что такое трение качения?

9. В чем основное отличие коэффициента трения качения от коэффициента трения скольжения?

10. Каковы размерности коэффициента трения скольжения и коэффициента трения качения?

11. При каком условии имеет место только качение и при каком – только скольжение?

12. Одна лошадь везет груз 500 кГ, другая лошадь по другой дороге – груз 250 кГ; можно ли на основании только этих данных утверждать, что вторая лошадь затрачивает вдвое меньшее усилие по сравнению с первой?

13. К телу весом $\bar{G}$, перемещающемуся по горизонтальной поверхности, приложена сила $\bar{F}$, действующая по вертикальному направлению снизу вверх, причем по абсолютной величине $|F| < |G|$. Как определить силу трения?

14. Колеса автомобиля буксуют при трогании с места так, что автомобиль остается неподвижным. Какого рода трение имеет место в этом случае?

15. К какой системе сил относятся силы при рассмотрении трения скольжения и трения качения?

16. Какую роль играет трение в природе и технике?

17. Как используется трение в работе транспортных машин?

Тема 7. Центр параллельных сил и центр тяжести.

1. Какая точка называется центром параллельных сил?

2. В чём состоит основное свойство центра параллельных сил?

3. По каким формулам вычисляются координаты центра параллельных сил?

4. Какая точка называется центром тяжести тела?

5. По каким формулам вычисляются координаты центров тяжести однородных тел, плоских фигур и линий?

6. Что называется статическим моментом площади плоской фигуры относительно оси, как он вычисляется и какую размерность имеет?

7. Тело имеет плоскость симметрии. При каком условии центр тяжести будет лежать в этой плоскости?

8. Где находится центр тяжести площади треугольника? Объёма треугольной пирамиды?

9. Где находится центр тяжести дуги круга и площади кругового сектора?

10. Имеются два однородных тела одинаковой формы и размеров, изготовленные из материалов различного удельного веса. Будет ли занимать центр тяжести одинаковое положение в обоих телах?

11. В чем разница между центрами тяжести периметра фигуры и ее площадью? Приведите примеры совпадения этих центров тяжести.

12. Какими способами можно определить положение центра тяжести площади в случае, если известны положения центров тяжести отдельных ее частей?

13. Сформулируйте условие равновесия для тела, имеющего точку или линию (ось) опоры.

14. Приведите примеры устойчивого, неустойчивого и безразличного равновесия.

15. Приведите примеры устойчивого равновесия, при котором центр тяжести тела находится выше точки опоры и ниже точки опоры.

16. Сформулируйте условие равновесия (статической устойчивости) тела, опирающегося на плоскость.

17. Что такое коэффициент устойчивости тела, имеющего плоскость опоры?

18. Что представляют собой удерживающий и опрокидывающий момент? В каких случаях собственный вес тела содействует устойчивости тела на плоскости?

19. Правильно ли будет утверждение, что чем тело тяжелее, тем устойчивее оно на плоскости?

20. Два параллелепипеда одного и того же веса, но с различными площадями оснований стоят на горизонтальной плоскости; одинаковой ли величины опрокидывающие моменты потребуются для выведения их из состояния

равновесия? Какой из параллелепипедов труднее вывести из устойчивого равновесия?

Тема 8. Кинематика. Введение в кинематику.

1. Что изучает кинематика?
2. Какие аксиомы и положения лежат в основе кинематики?
3. Что такое система отсчета и какой смысл имеют в кинематике понятия «покой» и «движение»?
4. Когда движение тела считается известным?
5. Почему изучение движения обычно начинается с кинематики точки, а затем тела?
6. Что такое траектория движущейся точки? Какие существуют виды движения в зависимости вида траектории?
7. Какое движение называется равномерным и неравномерным?

Тема 9. Кинематика точки.

1. Какие кинематические способы задания движения точки существуют и в чем состоит каждый из этих способов?
2. При каких условиях значение дуговой координаты точки в некоторый момент времени равно пути, пройденному точкой за промежуток времени от начального до данного момента времени?
3. Чем является траектория точки при векторном способе задания движения точки?
4. Как по уравнениям движения точки в координатной форме определить ее траекторию?
5. График движения точки характеризуется в одном случае тем, что с увеличением t увеличивается S , а в другом случае с увеличением t уменьшается S . Как происходит в обоих случаях движение по отношению к началу отсчета?
6. Движение точки происходит по следующему закону движения:
$$S = 50 + 2t - 8t^2 + t^3,$$
где S – расстояние от начала отсчета, см, а t – время, с. Постройте график движения точки для моментов времени $t_1 = 0$; $t_2 = 1$ с; $t_3 = 2$ с; $t_4 = 3$ с; $t_5 = 4$ с и $t_6 = 5$ с.
7. Как определить среднюю скорость движения точки?
8. Как определить числовое значение и направление скорости точки в данный момент?
9. Как направлена скорость криволинейного движения точки по отношению к траектории?
10. В чём состоит различие между алгебраическим приращением и геометрическим приращением скорости?
11. Какое движение точки называется равномерным, равномерно переменным?
12. Что характеризуют нормальная и касательная составляющие полного ускорения?
13. Как определить нормальное и касательное ускорение точки, если закон ее движения по заданной траектории подчиняется уравнению $S = f(t)$?
14. Как движется точка, если: а) $a_n = 0$ и $a_\tau = 0$; б) $a_n = 0$ и $a_\tau \neq 0$; в) $a_n \neq 0$ и $a_\tau = 0$; г) $a_n \neq 0$ и $a_\tau \neq 0$?
15. Как называется движение точки, если $a_n = 0$ и $a_\tau = \text{const.}$

16. Имеет ли ускорение точка, равномерно движущаяся по криволинейной траектории?
17. Чему равно нормальное ускорение точки в прямолинейном движении?
18. Может ли точка иметь ускорение при равномерном движении?
19. При каком движении точки ее ускорение не изменяется?
20. Чем отличается ускорение криволинейного движения от ускорения в прямолинейном движении?
21. Постоянно ли направление полного ускорения?
22. Является ли обязательным наличие касательного и нормального ускорений при криволинейном движении точки?
23. В каких случаях движения точки полное ускорение равно касательному ускорению? Нормальному ускорению?
24. В чём состоят теоремы о проекциях скорости и ускорения точки на данную неподвижную ось?

Тема 10. Простейшие движения твердого тела.

1. Перечислите основные виды движений твердого тела.
2. Какое движение твердого тела называется поступательным и какими свойствами оно обладает?
3. Вагон перешел с прямолинейного на криволинейный участок пути. Продолжает ли движение вагона оставаться поступательным?
4. Вагон перешел с прямолинейного горизонтального участка пути на наклонный прямолинейный участок. Продолжает ли движение вагона оставаться поступательным?
5. Какое движение совершает ось педали велосипеда при его движении?
6. Может ли точка тела, движущегося поступательно, описывать окружность?
7. В чём состоит основная теорема о поступательном движении тела?
8. Приведите примеры поступательного движения твердого тела.
9. Задайте закон вращательного движения твердого тела относительно оси.
10. По каким формулам определяются модули угловой скорости и углового ускорения вращающегося твердого тела?
11. Как направлены векторы угловой скорости и углового ускорения при вращении тела вокруг неподвижной оси?
12. Зависит ли величина угловой скорости от величины радиуса вращения?
13. Зависит ли величина окружной скорости от диаметра вращающейся цилиндрической детали?
14. Какая разница между линейной и угловой скоростью?
15. Можно ли судить о величине угловой скорости вращения по скорости одной из точек тела, не лежащих на оси вращения?
16. Выведите формулы модулей скорости и ускорения точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
17. При каких условиях ускорение точки вращающегося тела составляет угол 45° (90°) с отрезком, соединяющим точку с центром описываемой ею окружности?
18. Как перейти от выражения угловой скорости в оборотах в минуту (частота вращения) к ее выражению в радианах в секунду?
19. Один маховик вращается с угловой скоростью 36 рад/с , а, другой – с частотой 300 об/мин. ; какой из них вращается быстрее?

20. Определите угловые скорости секундной, минутной и часовой стрелок часов, выразив их в об/мин и в рад/с.

21. Каковы зависимости между угловыми величинами (φ , ω , ε), характеризующими вращательное движение тела, и линейными величинами (S , V , a_t , a_n , a), характеризующими движение какой-либо точки этого тела?

22. Ускорения каких точек вращающегося тела:

а) равны по модулю,

б) совпадают по направлению,

в) равны по модулю и совпадают по направлению?

23. Каковы векторные выражения вращательной скорости, вращательного и центростремительного ускорений?

24. В каких единицах измеряются: угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение тела?

25. Вал сделал 180 оборотов. Чему равно его угловое перемещение φ в радианах?

26. Вал делает 180 об/мин. Чему равна его угловая скорость ω в радианах в секунду?

27. В каком вращательном движении угловая скорость тела постоянна?

28. В каком вращательном движении угловое ускорение тела постоянно?

29. Может ли нормальное ускорение точки вращающегося тела, не лежащей на оси вращения, равняться нулю?

30. Два цилиндрической формы тела различных диаметров вращаются вокруг их геометрических осей. Какому условию должны отвечать их числа оборотов, чтобы окружная скорость обоих тел была одна и та же?

31. Два шкива различных диаметров вращаются с одним и тем же числом оборотов. Что можно сказать об их угловых и линейных скоростях?

32. Какое вращательное движение называется равномерным, а какое равнопеременным?

33. Что представляет собой передаточное число передачи и как определяется передаточное число сложной передачи?

34. Для чего передаточному отношению приписывают знаки «+» или «-»?

35. Дайте объяснение, когда передаточное отношение $u < 1$; $u = 1$; $u > 1$.

Тема 11. Плоское движение твердого тела.

1. Какое движение твёрдого тела называется плоскопараллельным?

2. Почему изучение плоскопараллельного движения твёрдого тела можно свести к изучению движения плоской фигуры, движущейся в её плоскости?

3. Зависят ли поступательное перемещение плоской фигуры и ее поворот от выбора полюса?

4. Как определяется скорость любой точки плоской фигуры?

5. Покажите, что проекции скоростей точек на отрезок, соединяющий эти точки равны между собой.

6. Какую точку плоской фигуры называют мгновенным центром скоростей, и каковы основные случаи определения её положения?

7. Как построить мгновенный центр вращения фигуры, зная направления скоростей двух каких-нибудь точек этой фигуры?

8. Где находится мгновенный центр вращения колеса, катящегося без

скольжения по рельсу?

9. Как определяется ускорение любой точки плоской фигуры?

10. Почему проекция ускорения любой точки плоской фигуры на ось, проходящую через эту точку и полюс, не может быть больше проекции ускорения полюса на эту ось?

11. Какую точку плоской фигуры называют мгновенным центром ускорений и может ли мгновенный центр ускорений совпадать с мгновенным центром скоростей?

12. Перечислите известные Вам способы определения положения мгновенного центра ускорений.

13. Что представляет собой картина распределения ускорений точек плоской фигуры в данный момент времени в трех случаях:

1) $\omega \neq 0, \varepsilon \neq 0$; 2) $\omega \neq 0, \varepsilon = 0$; 3) $\omega = 0, \varepsilon \neq 0$

Тема 12. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движения свободного твердого тела.

1. Какие уравнения определяют движения твердого тела вокруг неподвижной точки?

2. Как определяется угловая скорость движения тела относительно неподвижной точки?

3. Почему отличаются неподвижная и мгновенная оси?

4. Как определяется угловое ускорение при движении твердого тела вокруг неподвижной точки?

5. Какие величины определяют по кинематическим уравнениям Эйлера?

6. Как определяется линейная скорость точки M при движении твердого тела вокруг неподвижной точки?

7. Какие составляющие определяют ускорение точки M при движении твердого тела вокруг неподвижной точки?

8. Какие уравнения определяют движение свободного твердого тела и что они характеризуют?

9. Как определяется скорость и ускорение любой точки при движении свободного твердого тела?

Тема 13. Сложное движение точки.

1. Какое движение точки называется относительным, абсолютным и переносным?

2. По рельсам кран-балки движется тележка с лебедкой, которая в свою очередь поднимает деталь. Какое движение детали является относительным, какое переносным и какое абсолютным?

3. Приведите пример переносного, относительного и абсолютного движений.

4. Как определяется абсолютное перемещение при сложном движении точки?

5. Как определяется абсолютная скорость при сложном движении точки?

6. Как определяется абсолютное ускорение при поступательном переносном движении?

7. Как определяется абсолютное ускорение при вращательном переносном движении?

8. По какой формуле определяется величина кориолисова ускорения и как оно

направлено?

9. Как определяется величина и направление абсолютного ускорения при вращательном переносном ускорении?

Тема 14. Сложное движение твердого тела.

1. Что является основной задачей кинематики при сложном движении твердого тела?

2. Что лежит в основе сложения поступательных движений?

3. Как определяют угловую скорость твердого тела, вращающегося вокруг двух параллельных осей в одну и в разные стороны?

4. Что называют парой вращений и при каком условии пара вращений эквивалента поступательному движению? Чему равна скорость этого поступательного движения?

5. Какие кинематические характеристики характеризуют вращение тела вокруг параллельных осей и для каких передач эти характеристики применяются?

6. Какие кинематические характеристики характеризуют вращение тела вокруг пересекающихся осей и для каких передач эти характеристики применяются?

7. Какое движение является относительным, а какое переносным при сложении поступательного и вращательного движений?

8. Как направлены скорость поступательного движения и вращательного относительно оси в винтовом движении?

9. Что называется мгновенной винтовой осью вращения твердого тела и каковы ее уравнения?

Опрос теоретического материала (третий семестр)

Тема 15. Введение в динамику.

1. Сформулируйте две основные задачи динамики.

2. Какое уравнение называется основным уравнением динамики?

3. Могут ли обе силы, о которых говорится в третьем законе динамики, действовать на одно тело?

4. В чем заключается закон независимости действия сил?

5. Какова мера инерции твердых тел при поступательном движении?

6. Зависит ли вес тела от местонахождения тела на Земле?

7. Какую систему отсчета называют инерциальной?

8. К какому телу приложена сила инерции материальной точки и каковы ее модуль и направление?

9. Каковы модули и направления касательной и нормальной сил инерции материальной точки?

10. При каком движении материальной точки равна нулю ее касательная сила инерции и при каком нормальная?

11. По каким формулам вычисляются модули вращательной и центробежной сил инерции точки, принадлежащей твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси?

12. С каким ускорением движется тело, масса которого 500 г, если на него действует сила 0,025 Н?

13. В каком состоянии находится материальная точка, если на нее действует уравновешенная система сил?

14. Мы наблюдаем тело, движущееся равномерно и прямолинейно. Какое заключение можно сделать о системе сил, действующей на это тело?

15. Что такое масса? Каковы единицы массы в Международной системе единиц (СИ)?

16. Одна из свободных материальных точек имеет в три раза большую массу, чем вторая; на обе точки действуют одинаковые силы. Какая из этих точек получит большее ускорение и во сколько раз?

17. Двум, находящимся в покое свободным материальным точкам, из которых одна в пять раз большей массы, чем вторая, необходимо сообщить одинаковые ускорения. Какие действующие силы необходимо приложить к точкам?

18. Наблюдая за движением двух свободных материальных точек с одинаковыми массами, замечаем, что одна из них движется с ускорением в два раза большим, чем другая. Какой вывод можно сделать о силах, действующих на эти точки?

19. Двум студентам предложили найти ускорение материальной точки, (с известной массой), на которую в различных направлениях действуют заданные силы. Один из студентов сначала нашел равнодействующую всех сил, а затем, используя основной закон динамики, определил ускорение точки; второй – сначала нашел ускорения, приобретенные точкой от действия каждой силы в отдельности, а затем геометрически сложил эти ускорения. Который из студентов избрал для решения задачи правильный путь?

20. Два человека растягивают в противоположные стороны пружинный динамометр и он показывает 400 Н. С какой силой тянет к себе динамометр каждый человек?

21. Два человека, растягивая в противоположные стороны пружинный динамометр, действуют на него силами по 400 Н. Каково будет показание динамометра? Изменится ли показание динамометра, если один его конец закрепить на неподвижном крючке, а за другой будет тянуть человек силой 400 Н?

Тема 16. Дифференциальные уравнения движения точки и их интегрирование.

1. Какие уравнения динамики называются дифференциальными уравнениями движения материальной точки?

2. Какие уравнения динамики называются естественными уравнениями движения материальной точки?

3. Каковы две основные задачи динамики точки, которые решаются при помощи дифференциальных уравнений движения материальной точки?

4. Как определяются постоянные при интегрировании дифференциальных уравнений движения материальной точки?

5. Какие виды движения точки рассматриваются в данной теме?

6. Какие факторы влияют на величину силы?

7. Каковы законы свободного падения тела?

8. По каким законам происходят горизонтальное и вертикальное перемещения тела, брошенного под углом к горизонту в пустоте; какова траектория его движения и при каком угле α тело имеет наибольшую дальность полета?

Тема 17. Несвободное движение точки.

1. В каких случаях материальную точку называют несвободной и каковы дифференциальные уравнения движения этой точки?
2. Дайте определения стационарных и нестационарных, голономных и неголономных связей.
3. Какие связи называют двусторонними и односторонними?
4. Какие силы действуют на несвободную материальную точку?
5. В чем сущность принципа освобожденности от связей?
6. Какой вид имеют дифференциальные уравнения движения несвободной материальной точки в форме Лагранжа? Что называют множителем Лагранжа?
7. Какой вид имеют дифференциальные уравнения несвободной материальной точки в форме Эйлера?
8. Какой вид имеет дифференциальное уравнение математического маятника? Как определяется частота и период колебаний?
9. Какие факторы влияют на реакцию нити маятника?

Тема 18. Динамика относительного движения материальной точки.

1. При каком движении материальной точки возникает сила инерции? Чему равно ее числовое значение, как она направлена?
2. Какой модуль и какое направление имеют переносная и кориолисова силы инерции?
3. В чем заключается различие между дифференциальными уравнениями относительного и абсолютного движений материальной точки?
4. Как определяются переносная и кориолисова силы инерции в различных случаях переносного движения?
5. В чем состоит сущность принципа относительности классической механики?
6. Какие системы называются инерциальными?
7. Каково условие относительного покоя материальной точки?
8. В каких точках земной поверхности сила тяжести имеет наибольшее и наименьшее значения?
9. Чем объясняется отклонение падающих тел к востоку?
10. В каком направлении отклоняется тело, брошенное вертикально вверх?

Тема 19. Введение в динамику механической системы. Моменты инерции твердого тела.

1. Как классифицируют в динамике силы, действующие на точки механической системы?
2. Что называется центром масс системы точек и как определяют его координаты?
3. Что называют моментом инерции твердого тела относительно плоскости, оси и точки?
4. Какую величину называют радиусом инерции тела относительно оси?
5. Какова размерность момента инерции в системе СИ?
6. Какова зависимость между моментами инерции, а также между радиусами инерции тела относительно параллельных осей?
7. Какие оси называют главными осями инерции твердого тела в данной

точке?

8. При каких условиях некоторая ось является главной осью инерции в данной точке?

9. Что называется центробежным моментом инерции твердого тела?

10. Как определить относительно какой оси из всех осей, проходящих через данную точку, момент инерции твердого тела имеет наибольшее значение?

11. Какими свойствами обладают главные и главные центральные оси инерции?

12. Как вычисляется момент инерции твердого тела относительно произвольной оси, проходящей или не проходящей через центр тяжести тела?

13. Относительно какого полюса момент инерции данного тела имеет наименьшее значение?

Тема 20. Теорема о движении центра масс механической системы.

1. Сформулируйте теорему о движении центра масс системы.

2. Какое движение твердого тела можно рассматривать как движение материальной точки, имеющей массу данного тела и почему?

3. При каких условиях центр масс системы находится в состоянии покоя, и при каких условиях он движется равномерно и прямолинейно?

4. При каких условиях центр масс системы не перемещается вдоль некоторой оси?

5. Приведите примеры, иллюстрирующие теорему о движении центра масс механической системы?

6. Какое действие на свободное твердое тело оказывает приложенная к нему пара сил?

Тема 21. Теорема об изменении количества движения материальной точки и количества движения механической системы.

1. Как определяется импульс переменной силы за конечный промежуток времени? Что характеризует импульс силы?

2. Чему равны проекции импульса постоянной и переменной силы на оси координат?

3. Чему равен импульс равнодействующей?

4. Как изменяется количество движения точки, движущейся равномерно по окружности?

5. Что называется количеством движения механической системы?

6. Чему равно количество движения маховика, вращающегося вокруг неподвижной оси, проходящей через его центр тяжести?

7. Сформулируйте теоремы об изменении количества движения материальной точки в дифференциальной и конечной формах. Выразите каждую из этих двух теорем векторным уравнением и тремя уравнениями в проекциях на оси координат.

8. При каких условиях количество движения механической системы не изменяется? При каких условиях не изменяется его проекция на некоторую ось?

9. Могут ли внутренние силы изменить количество движения системы или количество движения ее части?

10. Сформулируйте теоремы об изменении количества движения механической системы в дифференциальной и конечной формах. Выразите каждую

из этих двух теорем векторным уравнением и тремя уравнениями в проекциях на оси координат.

11. Почему происходит откат орудия при выстреле?

Тема 22. Теорема об изменении момента количества движения системы.

1. Как определяются моменты количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси? Какова зависимость между ними?

2. При каком расположении вектора количества движения материальной точки его момент относительно оси равен нулю?

3. Сформулируйте теорему об изменении момента количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси.

4. Почему траектория материальной точки, движущейся под действием центральной силы, лежит в одной плоскости?

5. Что называют кинетическим моментом механической системы относительно центра или оси?

6. Сформулируйте теорему об изменении кинетического момента механической системы относительно центра и относительно оси.

7. При каких условиях остается постоянным кинетический момент механической системы относительно центра и при каких – кинетический момент относительно оси?

8. Какова кинематическая интерпретация теоремы об изменении кинетического момента механической системы относительно центра?

Тема 23. Работа. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы.

1. Каковы две меры механического движения и соответствующие им измерители действия силы?

2. Как определяется работа постоянной по модулю и направлению силы на прямолинейном перемещении?

3. Чему равна работа силы трения скольжения, если эта сила постоянна по модулю и направлению?

4. Каким простым способом можно вычислить работу постоянной по модулю и направлению силы на криволинейном перемещении?

5. Чему равна работа равнодействующей силы?

6. Как выразить элементарную работу силы через элементарный путь точки приложения силы и как – через приращение дуговой координаты этой точки?

7. Каково векторное выражение элементарной работы?

8. Каково выражение элементарной работы силы через проекции силы на оси координат?

9. Напишите различные виды криволинейного интеграла, определяющего работу переменной силы на криволинейном перемещении?

10. В чем состоит графический способ определения работы переменной силы на криволинейном перемещении?

11. Как вычисляется работа силы тяжести? На каких перемещениях работа силы тяжести: а) положительна; б) отрицательна; в) равна нулю?

12. Как вычисляется работа силы упругости? В каком случае работа силы упругости положительна и в каком отрицательна?

13. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии материальной точки.
14. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии материальной точки в относительном движении. Почему равна нулю работа кориолисовой силы инерции?
15. Какова сумма работ внутренних сил твердого тела на любом перемещении тела?
16. Как вычисляется сумма элементарных работ внешних сил, приложенных к твердому телу:
- а) в случае поступательного движения; б) в случае его вращения вокруг неподвижной оси и в) в общем случае его движения?
17. Как вычисляется мощность сил, приложенных к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси с угловой скоростью ω ?
18. Что представляет собой сопротивление качению, что называется коэффициентом трения качения и какова его размерность?
19. Сформулируйте теорему Кенига о кинетической энергии механической системы в общем случае ее движения?
20. Как вычисляется кинетическая энергия твердого тела в различных случаях его движения?
21. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии механической системы.

Тема 24. Потенциальное силовое поле.

1. Каковы две меры механического движения и соответствующие им измерители действия силы?
2. Какое силовое поле называется потенциальным?
3. Что называют силовой функцией?
4. Как определить элементарную работу сил потенциального поля и работу этих сил на конечном перемещении системы, если известна силовая функция поля?
5. Какова работа сил, действующих на точки системы в потенциальном поле, на замкнутом перемещении?
6. Чему равна потенциальная энергия системы в любом ее положении?
7. Чему равно изменение потенциальной энергии механической системы при перемещении ее из одного положения в другое?
8. Какая зависимость существует между силовой функцией потенциального поля и потенциальной энергией системы, находящейся в этом поле?
9. Как определяются проекции на координатные оси силы, действующие в потенциальном поле на любую точку системы?
10. Чему равна потенциальная энергия материальной точки и механической системы, находящейся под действием сил тяжести?
11. В чем заключается закон сохранения и превращения механической энергии?

Тема 25. Принцип Даламбера.

1. В чем заключается сущность принципа Даламбера для материальной точки?
2. Каким условиям удовлетворяют в любой момент времени главные векторы внешних задаваемых сил, реакций связей и сил инерции точек несвободной

механической системы и главные моменты этих сил относительно любого центра?

3. Каковы модуль и направление главного вектора сил инерции механической системы?

4. К чему приводятся силы инерции точек твердого тела:

- а) при поступательном движении тела;
- б) при вращении тела вокруг оси, проходящей через центр масс тела;
- в) при плоскопараллельном движении?

5. При каких условиях динамические давления вращающегося тела на опоры равны нулю?

6. Каково число и каков вид уравнений, выражающих принцип Даламбера для несвободной механической системы в проекциях на оси координат, в случаях, когда задаваемые внешние силы, реакции связей и силы инерции материальных точек твердого тела образуют:

- а) плоскую систему параллельных сил;
- б) систему сил, произвольно расположенных на плоскости;
- в) систему параллельных сил в пространстве;
- г) произвольную систему сил в пространстве?

7. В чем заключается сущность метода уравнивания масс и где он применяется?

Тема 26. Принцип возможных перемещений и общее уравнение динамики.

1. Что представляют собой обобщенные координаты механической системы?

2. Чему равно число степеней свободы механической системы?

3. В каком случае декартовы координаты точек системы зависят не только от обобщенных координат, но и от времени?

4. Что называют возможными перемещениями механической системы?

5. Зависят ли возможные перемещения от действующих на систему сил?

6. Какие связи механической системы называют идеальными?

7. Почему связь, осуществленная с трением, не является идеальной связью?

8. Как формулируется принцип возможных перемещений?

9. Какие виды может иметь уравнение работ?

10. Почему принцип возможных перемещений упрощает вывод условий равновесия сил, приложенных к несвободным системам, состоящим из большого числа тел?

11. Как составляются уравнения работ для сил, действующих на механическую систему с несколькими степенями свободы?

12. Какова зависимость между движущей силой и силой сопротивления в простейших машинах?

13. Как формулируется золотое правило механики?

14. Каким образом определяют реакции связей при помощи принципа возможных перемещений?

Тема 27. Условия равновесия и уравнения движения системы в обобщенных координатах.

1. Какой вид имеет общее уравнение динамики?

2. Какая величина называется обобщенной силой, соответствующей некоторой

обобщенной координате системы, и какую размерность она имеет?

3. Чему равны обобщенные реакции идеальных связей?

4. В какой последовательности вычисляется обобщенная сила?

5. Выведите общее уравнение динамики в обобщенных силах.

6. Какой вид имеют условия равновесия сил, приложенных к системе полученные из общего уравнения динамики?

7. Какими формулами выражаются обобщенные силы через проекции, сил на неподвижные оси декартовых координат?

8. Как определяются обобщенные силы в случае сил, имеющих потенциал?

9. Каков вид условий равновесия сил, имеющих потенциал?

10. Каким может быть состояние покоя механической системы?

11. Какой критерий устойчивости состояния покоя механической системы с одной степенью свободы?

12. Функцией каких аргументов является вектор скорости точки, принадлежащей механической системе с s степенями свободы?

13. Чему равна частная производная от вектора скорости точки системы по какой-либо обобщенной скорости?

14. Функцией каких аргументов является кинетическая энергия системы, подчиненной голономным нестационарным связям?

15. Какой вид имеют уравнения Лагранжа второго рода? Чему равно число этих уравнений для каждой механической системы?

16. Какой вид принимают уравнения Лагранжа в случае, когда на систему действуют одновременно консервативные и неконсервативные силы?

17. Что представляет собой функция Лагранжа, или кинетический потенциал?

18. Какой вид имеют уравнения Лагранжа второго рода для консервативной системы?

19. В зависимости от каких переменных величин должна быть выражена кинетическая энергия механической системы при составлении уравнений Лагранжа?

20. Как определяется потенциальная энергия механической системы, находящейся под действием сил упругости?

21. Какие обобщенные координаты называют циклическими и какой вид имеют циклические интегралы?

Тема 28. Приложения общих теорем к теории удара.

1. Какое явление называется ударом?

2. Чем характеризуется ударная сила?

3. Какой эффект имеет действие ударной силы на материальную точку?

4. Сформулируйте теорему об изменении количества движения механической системы при ударе в векторной форме и в проекциях на оси координат.

5. Могут ли внутренние ударные импульсы изменить количество движения механической системы?

6. Что называют коэффициентом восстановления при ударе и как он определяется опытным путем? В каких пределах находятся его числовые значения?

7. Какова зависимость между углами падения и отражения при ударе шара о гладкую неподвижную поверхность?

8. Чем характеризуется первая и вторая фазы упругого удара? В чем состоит особенность абсолютно упругого удара?

9. Как определяются скорости двух шаров в конце каждой фазы прямого центрального удара (неупругого, упругого, абсолютно упругого)?

10. Какова зависимость между ударными импульсами второй и первой фаз при абсолютно упругом ударе?

11. Какова потеря кинетической энергии двух соударяющихся тел при неупругом, упругом и абсолютно упругом ударах?

12. Как формулируется теорема Карно?

13. Как формулируется теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе в векторной форме и в проекциях на оси координат?

14. Могут ли внутренние ударные импульсы изменить кинетический момент механической системы?

15. Какие изменения вносит действие ударных сил в движение твердых тел: вращающегося вокруг неподвижной оси и совершающего плоское движение?

16. При каких условиях опоры вращающегося тела не испытывают действия внешнего ударного импульса, приложенного к телу?

17. Что называют центром удара и каковы его координаты?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование (устный/письменный опрос)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Ответ полный и правильный на основании изученного материала. Выдвинутые положения аргументированы и иллюстрированы примерами. Материал изложен в определенной логической последовательности, с использованием научных терминов; ответ самостоятельный. Обучающийся уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
хорошо (4)	Ответ полный и правильный, подтвержден примерами; но их обоснование не аргументировано. Материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены 2-3 несущественные погрешности, исправленные по требованию экзаменатора. Материал изложен осознанно, самостоятельно, с использованием научных терминов. Обучающийся испытывает незначительные трудности в ответах на дополнительные вопросы.
удовлетворительно (3)	Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены правильно, но обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; ответ носит преимущественно описательный характер. Научная терминология используется недостаточно. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы.
неудовлетворительно (2)	Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены неправильно, обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; Научная терминология используется недостаточно. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы.

Расчётно-графические работы (второй семестр)

Расчётно-графическая работа С1

Задана плоская система сходящихся сил: $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$. Определить величину и направление равнодействующей графическим и аналитическим способами, сравнить результаты расчётов.

Расчётно-графическая работа С2

Определить реакции стержней, удерживающих грузы F_1 и F_2 . Массой стержней пренебречь.

Расчётно-графическая работа С3

На жесткую раму могут быть наложены связи:

1. Заделка (защемление).
2. Прямолинейный невесомый стержень с шарнирами на концах, образующий в точке крепления с контуром рамы угол $\alpha = 60^\circ$.
3. Неподвижный цилиндрический шарнир.
4. Шарнирная опора на катках, причем поверхность перемещения катков с соответствующим контуром рамы образует угол $\beta = 30^\circ$.

На раму действуют:

1. Пара сил с моментом $M = 50 \text{ Н}\cdot\text{м}$.
2. Две сосредоточенные силы $F_1 = 100 \text{ Н}$, $F_2 = 200 \text{ Н}$, образующие в точке приложения с контуром рамы соответствующие углы 30° и 60° .
3. Перпендикулярно к действующему участку равномерно распределенная нагрузка интенсивности $q = 2000 \text{ Н/м}$.

Определить реакции связей, если $AB=BC=CD=DE=EK=0,2 \text{ м}$.

Расчётно-графическая работа С4

На плоскую конструкцию, состоящую из двух невесомых элементов, которые в точке С соединены шарниром, могут быть наложены связи:

1. Заделка (защемление).
2. Прямолинейный невесомый стержень с шарнирами на концах.
3. Неподвижный цилиндрический шарнир.
4. Шарнирная опора на катках, причем поверхность перемещения катков горизонтальная.

На раму действуют:

1. Пара сил с моментом $M = 5 \text{ кН}\cdot\text{м}$.
2. Две сосредоточенные силы $F_1 = 4 \text{ кН}$, $F_2 = 6 \text{ кН}$, образующие в точке приложения с контуром рамы соответствующие углы 30° и 60° .
3. Перпендикулярно к действующему участку равномерно распределенная нагрузка интенсивности $q = 10 \text{ кН/м}$.

Длина каждого участка конструкции $l = 0,4 \text{ м}$. Предполагая, что конструкция находится в равновесии, найти реакции связей и усилия в шарнире С, по полученным результатам сделать вывод о реальности равновесия конструкции при указанном расположении связей и нагрузок.

Расчётно-графическая работа С5

На горизонтальном валу жестко закреплены колеса 1, 2, 3, к которым приложены соответственно силы $\vec{F}_{\tau 1}$, $\vec{F}_{a1}$, $\vec{F}_{r1}$, $\vec{F}_{\tau 2}$, $\vec{F}_{a2}$, $\vec{F}_{r2}$, где $\vec{F}_{\tau}$, $\vec{F}_a$, $\vec{F}_r$, – соответственно окружная, осевая и радиальная силы. Определить реакции подшипников А (упорного) и В, и величину силы $F_{\tau 3}$ при $r_1 = 0,15$ м. $r_2 = 0,2$ м, $r_3 = 0,1$ м. $\alpha = 0,1$ м. Весом вала пренебречь.

Расчётно-графическая работа С5

Определить положение центра тяжести плоской фигуры, составленной из простых геометрических фигур.

Расчётно-графическая работа С6

Определить положение центра тяжести сечения, составленного из стандартных профилей проката.

Расчётно-графическая работа К1

Движение точки в плоскости Oxy определяется уравнениями $x = f_1(t)$; $y = f_2(t)$; x , y в метрах. Значения коэффициентов a , b , c и d заданы в таблице.

Необходимо:

1. Найти уравнение траектории точки в координатной форме.
2. Построить траекторию и найти на траектории положение точки в заданный момент времени t_1 .
3. Для указанного момента времени определить скорость и ускорение точки, ее тангенциальное и нормальное ускорения, значение радиуса кривизны траектории.
4. Векторы скорости и ускорения точки показать на траектории.

Расчётно-графическая работа К2

Для механизма, изображенного на рисунках, по заданному уравнению вращения тела 1 или уравнению движения тела 3 найти для указанного момента времени t_1 скорость и ускорение точек А и В. Векторы скоростей и ускорений показать на рисунке механизма.

Уравнения движения, время и радиусы колёс приведены в таблице К2. Радиус колеса 1 выбрать самостоятельно.

Расчётно-графическая работа К3

Плоский механизм состоит из пяти звеньев, соединенных между собой и неподвижной опорой О шарнирно. Кривошип ОА вращается по закону $\varphi_1 = \varphi(t)$ рад.

Определить скорости и ускорения точек А, В, и С, угловые скорости и ускорения звеньев в момент времени $t = 1$ с.

Расчётно-графическая работа К4

По данным уравнения вращения тела В и перемещения точки М вдоль полого кольца радиусом R , вырезанного в теле В, определить в момент времени $t = t_1$ абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.

Расчётно-графические работы (третий семестр)

Расчётно-графическая работа Д1

Груз D массой m , получив в точке A начальную скорость $\bar{V}_0$, движется внутри изогнутой трубы ABC , расположенной в вертикальной плоскости; участки трубы или оба наклонные, или один горизонтальный, а другой наклонный. На участке AB на груз, кроме силы тяжести, действуют постоянная сила $\bar{Q}$ (ее направление показано на рисунках) и сила сопротивления среды $\bar{R}$, зависящая от скорости $\bar{V}$ груза (направлена против движения).

В точке B груз, не изменяя величины своей скорости, переходит на участок BC трубы, где на него, кроме силы тяжести, действует переменная сила $\bar{F}$, проекция которой F_x на ось x задана в таблице.

Считая груз материальной точкой и зная расстояние $AB = l$ или время t_1 движения груза от точки A до точки B , найти закон движения груза на участке BC , т.е. $x = f(t)$, где $x = BD$. Трением груза о трубу пренебречь.

Указания. Задача Д1 – это задача на интегрирование дифференциальных уравнений движения точки (решение основной задачи динамики). Решение задачи разбивается на две части. Сначала нужно составить и проинтегрировать методом разделения переменных дифференциальное уравнение движения точки (груза) на участке AB , учтя начальные условия. Затем, зная время движения на участке AB или его длину, определить, какую скорость будет иметь груз в точке B . Эта скорость будет начальной для движения груза на участке BC . После этого нужно составить и проинтегрировать дифференциальное уравнение движения груза на участке BC тоже с учётом начальных условий, ведя отсчет времени от момента, когда груз находится в точке B , и полагая, что в этот момент $t = 0$. При интегрировании уравнения движения на участке AB в случае, когда задана длина l участка, целесообразно перейти в уравнении к переменной x , учтя, что

$$\frac{dV_x}{dt} = V_x \frac{dV_x}{dx}$$

Расчётно-графическая работа Д2

Механическая система состоит из прямоугольной вертикальной плиты I массой $m_1 = 24$ кг и груза D массой $m_2 = 8$ кг; плита или движется вдоль горизонтальных направляющих или вращается вокруг вертикальной оси z , лежащей в плоскости плиты. В момент времени $t_0 = 0$ груз начинает двигаться под действием внутренних сил по имеющемуся на плите желобу: закон его движения $S = AD = f(t)$ задан, где s выражено в метрах, t – в секундах. Форма желоба на рис. 1; 2; 9; 10 – прямолинейная (желоб KE), на рис. 3 – 8 окружность радиуса $R = 0,8$ м с центром в центре масс C_1 плиты ($s = AD$ на рис. 3 – 8 отсчитывается по дуге окружности).

Плита, изображенная на рис. 1 – 5, имеет в момент $t_0 = 0$ скорость $u_0 = 0$.

Плита, изображенная на рис. 6 – 10, имеет а момент времени $t_0 = 0$ угловую скорость $\omega_0 = 8$ с⁻¹, в этот момент на нее начинает действовать вращающий момент M (момент относительно оси z), заданный в таблице в ньютонметрах и направленный как ω_0 при $M > 0$ и в противоположную сторону при $M < 0$. Ось z проходит от центра C_1 плиты на расстоянии b ; размеры плиты показаны на рисунках.

Считая груз материальной точкой и пренебрегая всеми сопротивлениями, определить указанное в таблице в столбцах 5 и 10, где обозначено: в столбце 5 (относится к рис. 1 – 5) x_1 – перемещение плиты за время от $t_0 = 0$ до $t_1 = 1$ с, n_1 – скорость плиты, в момент времени $t_1 = 1$ с, N_1 – полная сила нормального давления плиты на направляющие в момент времени $t_1 = 1$ с (указать, куда сила $\overline{N}_1$, направлена); в столбце 10 (относится к рис. 6 – 10) ω_1 – угловая скорость плиты в момент времени $t_1 = 1$ с, $\omega = f(t)$ – угловая скорость плиты как функция времени.

На всех рисунках груз показан в положении, при котором $S = AD > 0$; при $s < 0$ груз находится по другую сторону от точки А.

Указания. Задача Д2 – на применение теорем о движении центра масс и об изменении количества движения и кинетического момента системы. Теоремой о движении центра масс целесообразно воспользоваться в задаче, где нужно определить поступательное перемещение одного из тел системы (или реакцию связи), а теоремой об изменении количества движения – когда нужно определить скорость такого тела. Теорема об изменении кинетического момента применяется в задачах, где нужно найти угловую скорость или закон вращения одного из тел системы.

При решении задачи учесть, что абсолютная скорость $\overline{V}$ груза складывается из относительной $\overline{V}_{от}$ и переносной $\overline{V}_{пер}$ скоростей, т. е. $\overline{V} = \overline{V}_{от} + \overline{V}_{пер}$. Тогда количество движения груза $\overline{mV} = \overline{mV}_{от} + \overline{mV}_{пер}$, а момент $\overline{mV}$ относительно оси z по теореме Вариньона (статика) будет $m_z(\overline{mV}) = m_z(\overline{mV}_{от}) + m_z(\overline{mV}_{пер})$, эти моменты вычисляются так же, как моменты силы.

Момент инерции плиты относительно оси C_1z направленной так же, как ось z на рис. 6 – 10, но проходящей через центр масс C_1 плиты, равняется $\frac{m_1 l^2}{12}$, где l – ширина плиты, (в задаче $l = 3R$ или $l = 4R$). Для определения момента инерции I_z относительно оси z воспользоваться теоремой Гюйгенса о моментах инерции относительно параллельных осей. Ось z при изображении чертежа провести на том расстоянии b от центра C_1 , которое указано в таблице

Расчётно-графическая работа ДЗ

Механическая система состоит из четырёх тел: двух ступенчатых шкивов (2 и 3), груза и сплошного однородного цилиндрического катка или двух грузов. Масса каждого шкива равномерно распределена по его внешнему ободу.

Участки нитей, соединяющие тела системы, параллельны соответствующим плоскостям. Под действием сил тяжести система приходит в движение из состояния покоя. При движении системы также действуют сила трения скольжения груза о неподвижную плоскость (коэффициент трения скольжения $f = 0,1$) и момент трения качения, коэффициент которого $\delta = 0,02$ м. Цилиндрический каток катится без скольжения по наклонной плоскости.

Определить: 1. Направление движения системы.

2. Значение величины в тот момент времени, когда тело 4 переместится на расстояние $S = 0,5$ м при следующих данных: $R_1 = 0,1$ м; $r_2 = 0,1$ м; $R_2 = 0,2$ м; $r_3 = 0,2$ м; $R_3 = 0,4$ м.

Расчётно-графическая работа Д4

Вертикальный вал АК, вращающийся с постоянной угловой скоростью $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$, закреплён подпятником в точке А и цилиндрическим подшипником в точке, указанной в табл. Д4 в столбце 2 ($AB = BD = DE = EK = b$). К валу жестко прикреплены невесомый стержень 1 длиной $l_1 = 0,4 \text{ м}$ с точечной массой $m_1 = 6 \text{ кг}$ на конце и однородный стержень 2 длиной $l_2 = 0,6 \text{ м}$, имеющий массу $m_2 = 4 \text{ кг}$; оба стержня лежат в одной плоскости. Точки крепления стержней к валу указаны в таблице в столбцах 3 и 4, а углы α и β – в столбцах 5 и 6.

Пренебрегая весом вала, определить реакции подпятника и подшипника. При окончательных подсчетах принять $b = 0,4 \text{ м}$.

Указания. Задача Д4 – на применение к изучению движения системы принципа Даламбера. При решении задачи учесть, что когда силы инерции частиц тела (в данной задаче стержня 2) имеют равнодействующую $\bar{R}_и$, то численно $\bar{R}_и = ma_c$, где a_c ускорение центра масс С стержня, но линия действия силы $\bar{R}_и$ в общем случае не проходит через точку С.

Расчётно-графическая работа Д5

На механизм, который расположен в горизонтальной плоскости, действуют, как указано на рис. Д5.1 – Д5.10, пара сил с моментом M и две силы Q и F , если механизм находится в равновесии в положении, определяемом углами $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varphi$. Значения всех заданных величин приведены в табл. Д5. Размеры звеньев механизма $O_1A = l_1 = 0,4 \text{ м}$; $AB = l_2 = 0,8 \text{ м}$. Определить приложенную силу F .

Расчётно-графическая работа Д6

Механическая система состоит из четырех тел: двух ступенчатых шкивов (2 и 3), груза и сплошного однородного цилиндрического катка или двух грузов (рис. Д6.1 – Д6.10), масса каждого шкива равномерно распределена по внешнему ободу.

Участки нитей, соединяющие тела системы, параллельны соответствующим плоскостям. Под действием сил тяжести система приходит в движение из состояния покоя. При движении системы также действуют силы трения скольжения груза о неподвижную плоскость (коэффициент трения скольжения $f = 0,1$) и момент трения качения, коэффициент которого $\delta = 0,02 \text{ м}$. Цилиндрический каток катится без скольжения по наклонной плоскости.

Определить: 1. Направление движения системы.

2. Угловое ускорение шкива 2, применяя общее уравнение динамики при следующих данных: $R_1 = 0,1 \text{ м}$, $R_2 = 0,2 \text{ м}$, $r_2 = 0,1 \text{ м}$, $R_3 = 0,4 \text{ м}$, $r_3 = 0,2 \text{ м}$. Другие необходимые для решения данные выбрать из таблицы.

Расчётно-графическая работа Д7

Механическая система состоит из ступенчатых шкивов 1 и 2 весом $\bar{G}_1$ и $\bar{G}_2$ с радиусами ступеней $R_1 = R$, $r_1 = 0,4R$, $R_2 = R$, $r_2 = 0,8R$ (массу каждого шкива считать равномерно распределенной по его внешнему ободу), грузов 3, 4 и сплошного однородного цилиндрического катка 5 весом $\bar{G}_3$, $\bar{G}_4$, $\bar{G}_5$ соответственно (рис. Д7.1 – Д7.10, табл. Д7). Тела системы соединены нитями, намотанными на шкивы; участки нитей параллельны соответствующим плоскостям. Грузы скользят по плоскостям

без трения, а катки катятся без скольжения.

Кроме сил тяжести на одно из тел системы действует постоянная сила $\overline{F}$, а на шкивы 1 и 2 при их вращении действуют постоянные моменты сил сопротивления, равные соответственно M_1 и M_2 .

Составить для данной системы уравнение Лагранжа и определить из него величину, указанную в таблице в столбце «Найти», где обозначено: ε_1 , ε_2 – угловое ускорения шкивов 1 и 2, a_3 , a_4 , a_{C5} – ускорения грузов 3, 4 и центра масс катка 5 соответственно. Когда в задаче надо определить ε_1 или ε_2 , считать $R = 0,25$ м.

Тот из грузов 3, 4, вес которого равен нулю, на чертеже не изображать. Шкивы 1 и 2 всегда входят в систему.

Указания. Задача Д7 – на применение к изучению движения системы уравнений Лагранжа. В задаче система имеет одну степень свободы, следовательно, ее положение определяется одной обобщенной координатой и для нее должно быть составлено одно уравнение.

За обобщенную координату q принять: в задачах, где требуется определить α_3 , α_4 или α_{C5} – перемещение x соответствующего груза или центра масс C_3 катка 5; в задачах, где требуется определить τ_1 или τ_2 – угол поворота z у соответствующего шкива.

Для составления уравнения вычислить сначала кинетическую энергию T системы (как в задаче Д3) и выразить все вошедшие в T скорости через обобщенную скорость, т.е. через $\dot{x}$, если обобщенная координата x , или через $\dot{\varphi}$, если обобщенная координата φ . Затем вычислить обобщенную силу Q . Для этого сообщить системе возможное (малое) перемещение, при котором выбранная координата, т.е. x (или φ), получает положительное приращение δx (или $\delta \varphi$), и вычислить сумму элементарных работ всех сил на этом перемещении; в полученном равенстве надо все другие элементарные перемещения выразить через δx (или через $\delta \varphi$, если обобщенная координата φ) и вынести δx (или $\delta \varphi$) за скобки. Коэффициент δx (или $\delta \varphi$) и будет обобщенной силой Q .

Расчётно-графическая работа Д8

Механическая система состоит из тел 1, 2, ..., 5 весом $\overline{G}_1$, $\overline{G}_2$, ..., $\overline{G}_5$, связанных нитями, намотанными на ступенчатые блоки 1 и 2 (рис. Д8.1 – Д8.10, табл. Д8). Прочерк в столбцах таблицы, где задан вес, означает, что соответствующее тело в систему не входит (на чертеже не изображать), а ноль – что тело считается невесомым, но в систему входит. Для колес, обозначенных номером 4, G_4 – их общий вес (вес платформы такой тележки не учитывается).

Радиусы ступенчатых блоков 1 и 2 равны соответственно: $R_1 = R$, $r_1 = 0,8R$; $R_2 = R$, $r_2 = 0,4R$. При вычислении моментов инерции оба блока, колеса и катки считать однородными цилиндрами радиуса R .

На систему кроме сил тяжести действуют сила $\overline{F}$, приложенная к телу 4 или 5 (если тело 5 в систему не входит, сила приложена в точке B к тележке), и пары с моментами M_1 и M_2 , приложенные к блокам; при $M < 0$ направление момента противоположно показанному на рисунке.

На участке нити, указанном в таблице в столбце «Пружина», включена пружина с коэффициентом жесткости c (например, если в столбце стоит AB , то участок AB является пружиной, если AD , то AD – пружина, и т.д.); в начальный

момент времени пружины не деформированы.

Составить для системы уравнения Лагранжа и определить из них частоту и период колебаний, совершаемых телами системы при ее движении.

Указания. Задача Д8 – на применение к изучению движения системы уравнений Лагранжа. В задаче система имеет две степени свободы, следовательно, ее положение определяется двумя обобщенными координатами q_1 , q_2 и для нее должны быть составлены два уравнения.

Решение начать с выбора обобщенных координат, обозначив их $q_1 = x$ и $q_2 = \varphi$ или $q_1 = x$ и $q_2 = y$. За координату x принять удлинение пружины, отсчитываемое в сторону того из тел 3, 4 или 5 системы, к которому пружина прикреплена, например, если пружина прикреплена к этому телу в точке B и ее длина в произвольный момент времени равна AB , то $x = AB - l_0$, где l_0 – длина недеформированной пружины. За координату φ принять угол поворота крайнего блока (этот блок может быть и невесомым), отсчитывая φ от начального положения. Если в систему ни один блок не входит (входят лишь тела 4 и 5), за координату y принять расстояние тела 4 от начального положения. Соответствующие примеры даны на рис. Д8.11, а, б, в.

При таком выборе обобщенных координат искомая частота и период колебаний могут быть найдены из уравнения, определяющего зависимость $x = f(t)$.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству расчётно-графическая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.
хорошо (4)	Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.
удовлетворительно (3)	Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.
неудовлетворительно (2)	При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.

Оценочные средства для итоговой аттестации.

Вопросы к экзамену (второй семестр)

Раздел: «Статика»

1. Основные понятия статики.
2. Характеристика силы и системы сил.
3. Классификация сил.
4. Аксиомы статики.
5. Связи и их реакции.
6. Равнодействующие двух сил, приложенных к одной точке. Разложение силы на две составляющие.
7. Теорема о трех непараллельных силах.
8. Проекция силы на ось.
9. Силовой многоугольник. Геометрическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.
10. Проекция силового многоугольника на оси координат. Аналитическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил.
11. Момент силы относительно точки.
12. Равнодействующая параллельных и антипараллельных сил.
13. Пара сил и ее свойства.
14. Сложение пар сил. Условие равновесия пар сил.
15. Приведение силы к точке (метод Пуансо).
16. Приведение системы сил к точке. Главный вектор и главный момент. Геометрическое условие равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
17. Частные случаи приведения. Теорема Вариньона. Аналитические условия равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
18. Момент силы относительно оси. Зависимость между моментами силы относительно центра и относительно оси, проходящей через этот центр.
19. Приведение произвольной пространственной системы сил к главному вектору и главному моменту. Геометрическое и аналитическое условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
20. Геометрическое и аналитическое условия равновесия пространственной системы сходящихся сил.
21. Геометрическое и аналитическое условия равновесия пространственной системы параллельных сил.
22. Виды трения. Применение знаний, законов трения в технике.
23. Трение качения. Момент трения качения. Коэффициент трения качения. Соотношение между коэффициентами трения скольжения и качения.
24. Приведение системы параллельных сил к равнодействующей. Центр параллельных сил. Координаты центра параллельных сил.
25. Центр тяжести тела, объема, площади и линии. Центр тяжести симметричного тела. Центры тяжести однородных плоских геометрических фигур: треугольник, дуга окружности, круговой сектор.
26. Центр тяжести стандартных профилей проката: равнобокого уголка, неравнобокого уголка, двутавра, швеллера.

Раздел: «Кинематика»

1. Основные понятия кинематики.

2. Естественный способ изучения движения точки. Задание движения точки. Модуль и направление скорости. Некоторые геометрические понятия. Естественные оси и их орты. Касательное и нормальное ускорение точки.

3. Координатный способ изучения движения точки. Задание движения точки (в декартовых координатах). Определение траектории движения точки по уравнениям ее движения. Проекции скорости на оси декартовых координат. Определение модуля и направления ускорения по его проекциям на оси декартовых координат.

4. Прямолинейное равномерное и равнопеременное движение точки. Кинематические графики характеристик частных случаев движения точки

5. Криволинейное равномерное и равнопеременное движение точки. Кинематические графики характеристик частных случаев движения точки.

6. Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях твердого тела при поступательном движении.

7. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения тела. Угловая скорость и угловое ускорение тела.

8. Скорость и ускорение точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела.

9. Выражение скорости точки, вращательного и центростремительного ускорений в виде векторных произведений.

10. Уравнение плоскопараллельного движения. Выбор полюса. Определение траекторий точек тела. Определение скоростей точек тела.

11. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела.

12. Определение скоростей точек тела с помощью мгновенного центра скоростей.

13. Определение ускорений точек тела. Мгновенный центр ускорений.

14. Характеристики движения точек тела.

15. Мгновенная ось вращения тела.

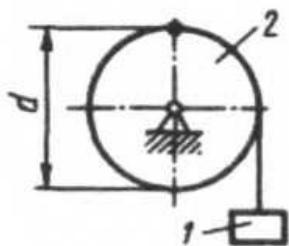
16. Уравнения движения свободного твердого тела. Углы Эйлера. Понятие мгновенного движения. Теорема Эйлера о мгновенном движении свободного тела.

17. Относительное, переносное и абсолютное движения.

18. Сложение ускорений. Теорема Кориолиса. Модуль и направление ускорения Кориолиса.

Задачи к экзамену (второй семестр)

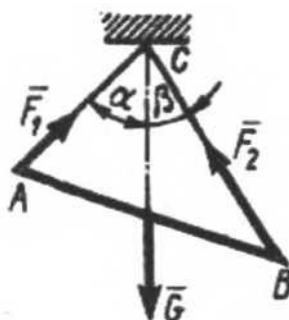
Тело вращается вокруг неподвижной оси согласно закону $\varphi = 4 + 2t^3$. Определить угловое ускорение тела в момент времени, когда угловая скорость $\omega = 6$ рад/с.



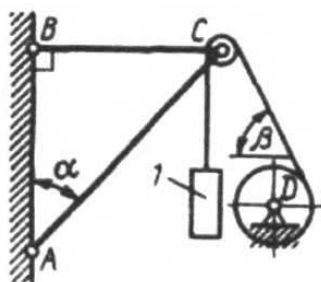
Груз 1 поднимается с помощью лебедки, барабан 2 вращается согласно закону $\varphi = 5 + 2t^3$. Определить скорость тела 1 в момент времени $t = 1$ с, если $d = 0,6$ м.

Точка движется по прямой с постоянным ускорением $a = 0,3$ м/с². Определить начальную скорость, если через 6 с скорость точки стала равной 3 м/с.

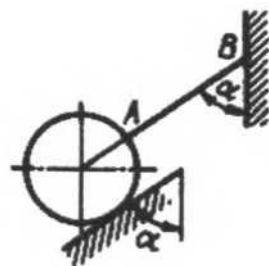
Даны уравнения движения точки $x = \cos \pi t$, $y = \sin \pi t$. Определить модуль ускорения в момент времени $t = 1$ с.



Определить вес балки AB, если известны силы натяжения веревок $F_1 = 120$ Н и $F_2 = 80$ Н. Заданы углы $\alpha = 45^\circ$ и $\beta = 30^\circ$ между вертикалью и веревками AC и BC соответственно.



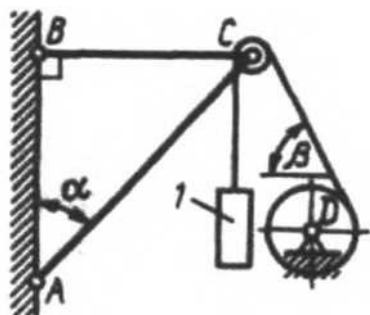
Груз 1 весом 10 Н подвешен с помощью каната, перекинутого через блок C и намотанного на барабан лебедки D. Определить усилие в стержне AC, если углы $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 60^\circ$.



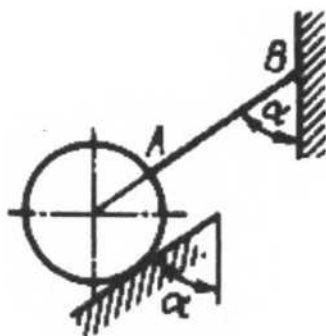
Однородный шар весом 25 Н удерживается в равновесии на гладкой наклонной плоскости с помощью веревки AB. Определить силу натяжения этой веревки, если $\alpha = 45^\circ$.



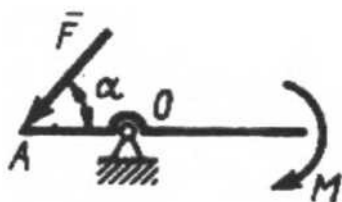
В одной плоскости расположены три пары сил. Определить момент пары сил M_3 , при котором эта система находится в равновесии, если моменты $M_1 = 510 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $M_2 = 120 \text{ Н}\cdot\text{м}$.



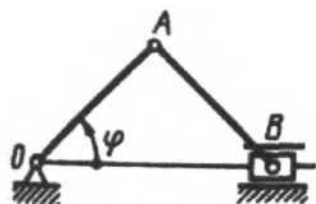
Груз 1 весом 5 кН подвешен с помощью каната, перекинутого через блок C и намотанного на барабан лебедки D. Определить усилие в стержне BC, если $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$.



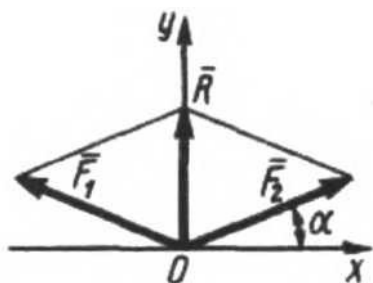
Однородный шар весом 12 Н удерживается в равновесии на гладкой наклонной плоскости с помощью веревки AB. Определить давление шара на плоскость, если угол $\alpha = 60^\circ$.



На рычаг с неподвижной осью O действуют пара сил с моментом $M = 3 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и сила $\bar{F}$. Определить модуль силы $\bar{F}$, при которой рычаг находится в равновесии, если угол $\alpha = 45^\circ$, длина $AO = 0,3 \text{ м}$. (14,1)



Положение ползуна B определяется углом $\varphi = \frac{1}{3}\pi t$. Определить скорость ползуна в момент времени $t = 1 \text{ с}$, если $OA = AB = 1,5 \text{ м}$.

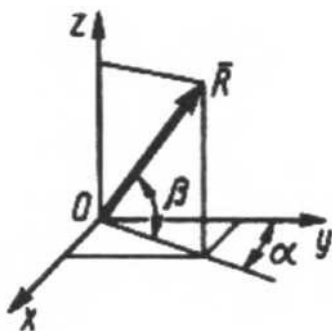


Равнодействующая $\bar{R}$ двух равных по модулю сходящихся сил $F_1 = F_2 = 15 \text{ Н}$ направлена по оси Oy и равна по модулю 10 Н. Определить в градусах угол α , образованный вектором силы F_1 с положительным направлением оси Ox.

Равнодействующая $\bar{R}$ плоской системы сходящихся сил F_1 , F_2 , F_3 и F_4 равна нулю. Определить модуль силы F_1 , если: $F_{2x} = 4 \text{ Н}$, $F_{2y} = 7 \text{ Н}$, $F_{3x} = -5 \text{ Н}$, $F_{3y} = -5 \text{ Н}$, $F_{4x} = -2 \text{ Н}$, $F_{4y} = 0$.

Даны уравнения движения точки $x = 0,01t^3$, $y = 200 - 0,1t^4$. Определить модуль ускорения в момент времени $t = 2$ с.

Движение точки задано уравнениями $x = 3 \cos \varphi t$, $y = 3 \sin \varphi t$. Определить траекторию движения точки.



Модуль равнодействующей $\bar{R}$ пространственной системы сходящихся сил равен 150 Н. Определить ее проекцию на координатную ось Oy , если даны углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации.

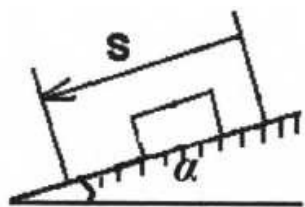
Вопросы к дифференцированному зачёту

Раздел: «Динамика»

1. Основные понятия и определения: материальная точка, инертность, сила, зависимость силы от точки и ее скорости времени, положения.
2. Аксиомы динамики.
3. Задачи динамики для свободной и несвободной материальной точки.
4. Уравнения движения точки по заданной неподвижной кривой. Определение реакций связей.
5. Дифференцированные уравнения прямолинейного движения точки и их интегрирование.
6. Дифференцированные уравнения прямолинейного движения точки и их интегрирование, если сила зависит от времени.
7. Дифференцированные уравнения прямолинейного движения точки и их интегрирование, если сила зависит от расстояния.
8. Дифференцированные уравнения прямолинейного движения точки и их интегрирование, если сила зависит от скорости.
9. Падение тела в сопротивляющейся среде.
10. Криволинейное движение точки.
11. Движение точки, брошенной под углом к горизонту.
12. Количество движения и кинетическая энергия точки.
13. Импульс силы.
14. Теорема об изменении количества движения точки.
15. Теорема об изменении момента количества движения точки (теорема моментов).
16. Работа постоянной силы при прямолинейном и криволинейном движении. Единицы измерения работы. Графический способ определения работы.
17. Мощность. Единицы измерения мощности.
18. Работа силы тяжести.
19. Работа силы упругости.
20. Работа силы трения.
21. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
22. Уравнения относительного движения и покоя точки. Переносная и кориолисова сила инерции.
23. Механическая система. Силы внешние и внутренние.
24. Масса системы. Центр масс.
25. Момент инерции тела относительно оси. Радиус инерции.
26. Момент инерции тела относительно параллельных осей.
27. Моменты инерции некоторых однородных тел.
28. Центробежные моменты инерции. Главные оси инерции тела.
29. Дифференцированные уравнения движения системы.
30. Теорема о движении центра масс.
31. Закон сохранения движения центра масс.
32. Количество движения системы.
33. Теорема об изменении количества движения системы.

34. Закон сохранения количества движения системы.
35. Главный момент количеств движения системы.
36. Теорема об изменении главного момента количеств движения системы (теорема моментов).
37. Закон сохранения главного момента количеств движения.
38. Кинетическая энергия системы.
39. Работа сил тяжести, действующих на систему.
40. Работа сил, приложенных к вращающемуся телу.
41. Мощность при действии сил на вращающееся тело.
42. Работа сил трения, действующих на катящееся тело.
43. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
44. Потенциальное силовое поле и силовая функция.
45. Потенциальная энергия.
46. Закон сохранения механической энергии.
47. Принцип Даламбера.
48. Главный вектор и главный момент сил инерции твердого тела.
49. Динамические реакции, действующие на ось вращающего тела.
50. Возможные перемещения системы. Число степеней свободы.
51. Принцип возможных перемещений.
52. Общее уравнение динамики.
53. Обобщенные координаты и обобщенные скорости.
54. Обобщенные силы.
55. Условия равновесия системы в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа.
56. Основное уравнение теории удара.
57. Общие теоремы теории удара.
58. Коэффициент восстановления при ударе.
59. Удар тела о неподвижную преграду.
60. Прямой центральный удар двух тел (удар шаров).
61. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел. Теорема Карно.
62. Удар по вращающемуся телу.

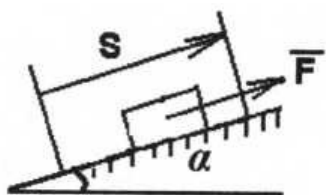
Задачи (третий семестр)



По негладкой плоскости ($\alpha = 30^\circ$) спускается тело весом $P = 8 \text{ Н}$, $f_{\text{тр}} = \frac{\sqrt{3}}{4}$.

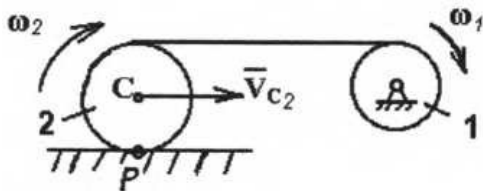
Вычислить работу всех сил, действующих на тело на перемещении $S = 10 \text{ м}$.

На тело, движущееся по горизонтальному направлению, действуют две силы: 10 и 20 Н под углами 16 и 37° к горизонту. Определить работу этих сил, если тело под их действием прошло 300 см.



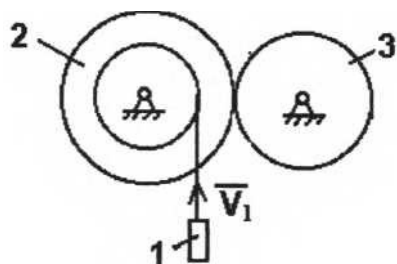
По негладкой наклонной плоскости ($\alpha = 45^\circ$) под действием силы F равной 5 Н поднимается тело массой 4 кг, $f_{\text{тр}} = 0,2$. Вычислить работу всех сил, действующих на тело на перемещении $S = 20 \text{ м}$.

Как велика центростремительная сила F при движении тела, вес которого 500 Н, со скоростью $V = 8 \text{ м/с}$ по окружности с радиусом 120 м.

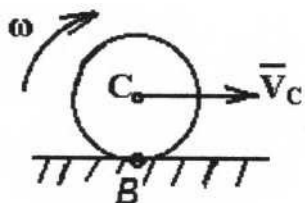


Тело, весящее 250 кг в продолжение 5 с находится под действием горизонтальной силы 15 Н. Определить совершаемую этой силой работу.

Вычислить кинетическую энергию системы, если: $\omega_1 = 2 \text{ с}^{-1}$, $R_1 = 2 \text{ м}$, $R_2 = 4 \text{ м}$, $m_2 = 2m_1 = 2 \text{ кг}$, $I_{C2} = 3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

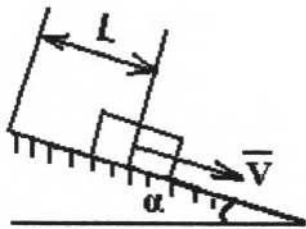


Вычислить кинетическую энергию системы, если: $V_1 = 8 \text{ м/с}$, $m_1 = 4 \text{ кг}$, $I_2 = 8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $I_3 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $R_2 = 6 \text{ м}$, $r_2 = r_3 = 4 \text{ м}$.

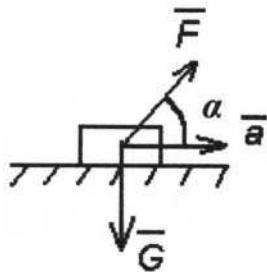


Вычислить кинетическую энергию катящегося без скольжения сплошного цилиндрического колеса массой m , если скорость его центра равна V_C .

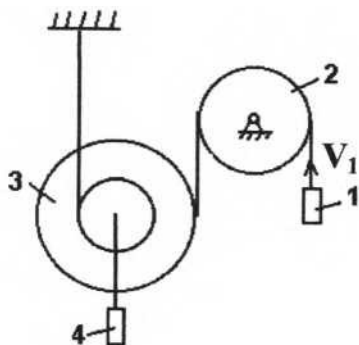
Тело массой 14 кг с начальной скоростью 12 м/с преодолевает на горизонтальном пути длиной 100 м сопротивление, так что скорость движения уменьшится до 3,3 м/с. Определить силу сопротивления F .



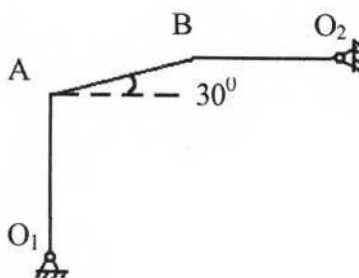
Тело движется вниз по наклонной плоскости под углом α . Определить скорость тела в конце пути, длина которого l , начальная скорость тела $V_0 = 0$, коэффициент общего сопротивления движению f .



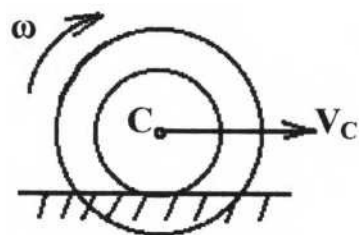
Тело весом G движется прямолинейно с ускорением a по горизонтальной плоскости под действием силы F , направленной под углом α . Определить силу, если коэффициент трения равен f .



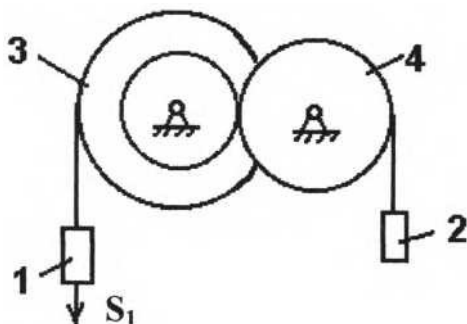
Установите зависимости между скоростями. $R_3 = R_2 = 2$ м, $r_3 = 1$ м.



Установите зависимости между возможными перемещениями тел O_1A и O_2B . $O_1A = O_2B = 10$ м.



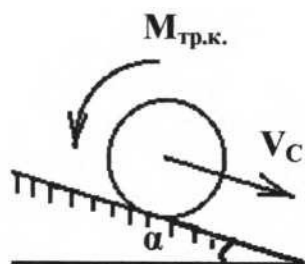
Вычислить кинетическую энергию системы, если: $VC = 4$ м/с, $m_1 = 4$ кг, $I_C = 8$ кг·м², $R = 3$ м, $r = 1$ м.



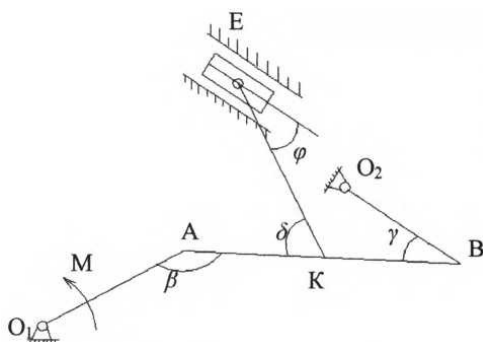
Установите зависимости между возможными перемещениями. $r_3 = 1$ м, $R_3 = 2$ м, $R_4 = 3$ м.

Работа сил, приложенных к точке массой $m = 2$ кг, на перемещении ее из M_1 в положение M_2 равна $A = 17$ Дж. Определить V_1 , если $V_2 = 9$ м/с.

Работа сил, приложенных к точке массой $m = 4$ кг, на перемещении из положения M_0 в положение M_1 равна $A = 70$ Дж. Определить V_1 , если $V_0 = 11$ м/с.



Определить работу момента трения качения $A_{M_{тр.к.}}$, если $m = 2$ кг, $\delta = 0,02$ м, $\alpha = 30^\circ$, $\varphi = 2,5s$, $s = 0,5$ м.



Сообщите системе возможное перемещение, обозначив перемещения всех точек и звеньев, при $\beta = 150^\circ$, $\delta = 60^\circ$, $\varphi = 30^\circ$, $\gamma = 30^\circ$, $AK = KB$.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (дифференцированный зачёт)

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Теоретическая механика» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров по указанному направлению подготовки.

Председатель учебно-методической
комиссии Антрацитовского института
геосистем и технологий

И.В. Савченко

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)