

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.15 Теоретическая механика

Учебный план: _____ ФГОС3++b150304Ц-2_23-14.plx

Кафедра: 13 Основ конструирования машин

Направление подготовки: _____
(специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки: _____
(специализация) Цифровизация производства

Уровень образования: _____
бакалавриат

Форма обучения: _____
очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	34	34	112	36	6	Экзамен
	РПД	34	34	112	36	6	
Итого	УП	34	34	112	36	6	
	РПД	34	34	112	36	6	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Кауров П. В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой основ конструирования машин

Рокотов Н.В.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Целью дисциплины является закладка теоретического фундамента как средство изучения и успешного освоения прикладных технических дисциплин.

1.2 Задачи дисциплины:

- Состоят в развитии технического мышления и освоения методов решения различных научных и практических задач.
- Раскрыть принципы решения различных научных и практических задач.
- Продемонстрировать особенности основных положений теоретической механики.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Информационные технологии

Математика

Физика

Конструкционные материалы в системах автоматизации

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-6: Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий;

Знать: основные понятия, определения, законы и принципы статики, кинематики и динамики материальной точки и механической системы.
--

Уметь: применять законы статики, кинематики и динамики материальной точки и механической системы для решения типовых задач теоретической механики.

Владеть: методологией решения типовых задач механики материальной точки, системы материальных точек, материального тела и механической системы применительно к стандартным задачам профессиональной деятельности.
--

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Статика	3					О
Тема 1. Предмет статики твёрдого тела. Основные понятия: сила, система сил, уравновешенная и уравновешивающая система сил, эквивалентная система сил, равнодействующая система сил. Аксиомы статики твёрдого тела, Свободное и несвободное твёрдое тело. Связи, реакции связей, принцип освобожденности от связей. Система сходящихся сил: равнодействующая система сил, способ её определения: аналитический и графический. Условия уравновешенности системы сходящихся сил. Равновесие твёрдого тела под действием системы сходящихся сил, уравнения равновесия, теорема о трёх силах.		6	4	30	ГД	
Тема 2. Момент силы относительно точки в векторной форме и декартовых осях, плечо сил. Определение момента силы относительно оси, Пара сил. Момент пары в векторной форме и декартовых осях, плечо пары. Основные теоремы о парах сил (без доказательства), момент пары – свободный вектор. Система пар сил: условие уравновешенности системы пар сил в аналитическом и графическом виде. Равновесие твёрдого под действием системы пар сил, уравнения равновесия. Аналогия с системой сходящихся сил. Система пар сил: результирующая пара системы пар сил, способ определения её момента: аналитический и графический. Аналогия с системой сходящихся сил.		6	4	30		

Тема 3. Присоединённая пара и её момент в векторной форме декартовых осей. Пространственная система сил: приведение систем сил к данному центру: главный вектор системы сил и главный момент системы сил относительно центра. Пространственная система сил: случаи приведения системы сил к силе, паре сил, динамическому винту. Пространственная система сил: теорема о моменте равнодействующей системы сил относительно точки и оси. Пространственная система сил: условия уравновешенности системы сил в векторном виде и декартовых осях.		2	4	10		
Раздел 2. Кинематика						
Тема 4. Кинематика точки. Разные способы задания движения точки. Определение скорости точки при различных способах задания движения точки. Определение ускорения точки при различных способах задания движения точки.		6	4	15	ГД	О
Тема 5. Вращательное движение тела. Определение угловой скорости и углового ускорения. Определение скорости и ускорения точки тела при вращательном движении тела. Плоскопараллельное движение твёрдого тела. Определение скоростей и ускорений точек тела при плоскопараллельном движении.		7	4	10,25		
Раздел 3. Динамика						
Тема 6. Динамика точки. Основные законы механики. Инерциальная система отсчёта. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых и естественных осях. Две основные задачи динамики и методы их решения. Динамика относительного движения материальной точки. Силы инерции.		5	10	5		О

Тема 7. Динамика системы. Центр масс механической системы. Теорема о движении центра масс, случаи сохранения движения центра масс. Дифференциальные уравнения поступательного движения твёрдого тела. Количество движения материальной точки и механической системы. Теорема об изменении количества движения в дифференциальной форме. Случай сохранения количества движения. Количество движения материальной точки и механической системы. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения в интегральной форме. Момент инерции механической системы относительно оси. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Центробежные момент инерции. Кинетический момент механической системы относительно центра и оси. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Кинематический момент вращающегося тела относительно оси вращения. Вывод дифференциального уравнения вращательного движения. Теорема об изменении кинетического момента механической системы в относительном движении по отношению к центру масс. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твёрдого тела. Мощность и работа силы. Различные формулы для их вычисления. Работа силы тяжести и упругости. Мощность и работа сил при поступательном и вращательном движениях тела. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы. Теорема. Кёнига. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия твёрдого тела при различных видах движения. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной форме. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в интегральной форме. Принцип Даламбера (метод кинетостатики) для материальной точки и механической точки и механической системы. Сила инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции.					
	2	4	11,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	34	112		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине	70,5		145,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-6	Формулирует основные понятия и термины. Владеет основами проверочных расчетов, типовых конструкции деталей и узлов механизмов. Использует методы современного проектирования машин и механизмов. Применяет навыки проектирования и оформления документации.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания.

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее знание основных законов механики, основ теоретических и практических методов расчета на прочность и жесткость элементов различных конструкций. Решил задачу без ошибок и неточностей.	Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания при выполнении работы самостоятельно решивший все задачи на высоком уровне. Решил задачу без ошибок и неточностей.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает хорошее знание основных законов механики, основ теоретических и практических методов расчета на прочность и жесткость элементов различных конструкций. Решил задачу, но допустил неточности.	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний при выполнении работы, работа которого при общем высоком уровне и соответствии требованиям имеет незначительные недоработки; студентом даны недостаточно четкие ответы на вопросы. Решил задачу, но допустил неточности.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает низкий уровень знание основных законов механики, основ теоретических и практических методов расчета на прочность и жесткость элементов различных конструкций. Допускает неточности в основных определениях. Решил задачу, но с большим количеством ошибок.	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме при выполнении работы, в работе которого допущены ошибки; допускает неточные ответы на вопросы. Решил задачу, но с большим количеством ошибок.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний по дисциплине, не может сформулировать основные законы механики, основ теоретических и практических методов расчета на прочность и жесткость элементов, плохо ориентируется в основных понятиях. Не смог решить задачу.	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала при выполнении работы, допущены принципиальные ошибки в расчетах;; студентом не даны ответы на вопросы при защите. Не смог решить задачу.

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Основные понятия: сила, система сил, уравновешенная и уравновешивающая система сил, эквивалентная система сил, равнодействующая система сил.
2	Аксиомы статики твёрдого тела.
3	Свободное и несвободное твёрдое тело.

4	Система сходящихся сил: равнодействующая система сил, способ её определения: аналитический и графический. Условия уравновешенности системы сходящихся сил.
5	Равновесие твёрдого тела под действием системы сходящихся сил, уравнения равновесия, теорема о трёх силах.
6	Момент силы относительно точки в векторной форме и декартовых осях, плечо сил.
7	Пара сил.
8	Основные теоремы о парах сил (без доказательства), момент пары – свободный вектор.
9	Система пар сил: условие уравновешенности системы пар сил в аналитическом и графическом виде.
10	Система пар сил: результирующая пара системы пар сил, способ определения её момента: аналитический и графический.
11	Пространственная система сил: приведение систем сил к данному центру: главный вектор системы сил и главный момент системы сил относительно центра.
12	Пространственная система сил: случаи приведения системы сил к силе, паре сил, динамическому винту.
13	Пространственная система сил: теорема о моменте равнодействующей системы сил относительно точки и оси.
14	Пространственная система сил: условия уравновешенности системы сил в векторном виде и декартовых осях.
15	Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых и естественных осях.
16	Теорема об изменении кинетического момента механической системы в относительном движении по отношению к центру масс.
17	Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной форме.
18	Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в интегральной форме.
19	Принцип Даламбера (метод кинестатики) для материальной точки и механической точки и механической системы.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Практико-ориентированные задания находятся в Приложении к данной программе

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут, Преподаватель в праве задать несколько дополнительных вопросов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Щербакова, Ю. В.	Теоретическая механика	Саратов: Научная книга	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/81055.html
Козинцева, С. В., Сусин, М. Н.	Теоретическая механика	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/79816.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				

В.Е. Головки, М.В. Максименко, И.В. Ключкин	Кинематика. Примеры решения задач по теоретической механике для самостоятельной работы студентов [Текст] : учебно-методическое пособие	М-во образования РФ, СПбГТУРП.–СПб.: СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kokmisap/13.pdf
В. Е. Головки, П. В. Кауров, И. В. Ключкин, А. П. Батенев	Теоретическая механика. Часть 2. Динамика, кручение, изгиб: учебно-методическое пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kokmisap/1654647254.pdf
В. Е. Головки, П. В. Кауров, И. В. Ключкин, А. П. Батенев	Теоретическая механика. Часть 1. Статика и кинематика: учебно-методическое пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kokmisap/1654647222.pdf
В.Е. Головки, И.В.Ключкин	Теоретическая механика. Теория и задания для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения [Текст] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://nizrp.narod.ru/metod/kokmisap/2019_03_02_01.pdf
В.Е. Головки, И.В. Ключкин	Статика [Текст] : учебное пособие для самостоятельной работы студентов	М-во образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://nizrp.narod.ru/metod/kokmisap/17.pdf

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

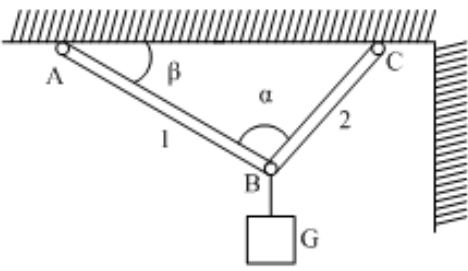
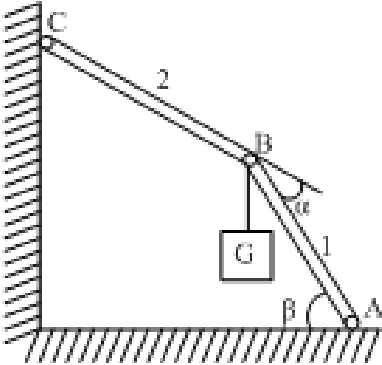
рабочей программы дисциплины

Теоретическая механика

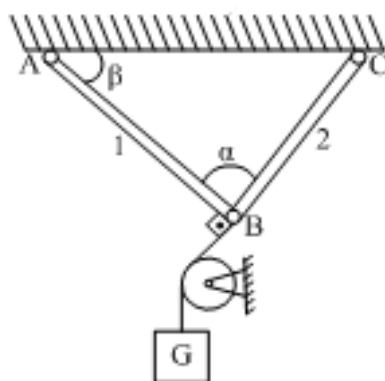
наименование дисциплины

по направлению подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 наименование ОП (профиля): Цифровизация производства

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий
Семестр 3	
1	Для механических систем определить усилия в стержнях АВ и ВС при заданных значениях веса груза G и углов α и β. Весом стержней и нитей пренебречь. Нити считать гибкими и нерастяжимыми, соединения стержней – шарнирными, блок - идеальным. $\alpha = 30$ градусов, $\beta = 70$ градусов, $G = 10$ кН. 
2	Для механических систем определить усилия в стержнях АВ и ВС при заданных значениях веса груза G и углов α и β. Весом стержней и нитей пренебречь. Нити считать гибкими и нерастяжимыми, соединения стержней – шарнирными, блок - идеальным. $\alpha = 30$ градусов, $\beta = 70$ градусов, $G = 10$ кН. 
3	Для механических систем определить усилия в стержнях АВ и ВС при заданных значениях веса груза G и углов α и β. Весом стержней и нитей пренебречь. Нити считать гибкими и

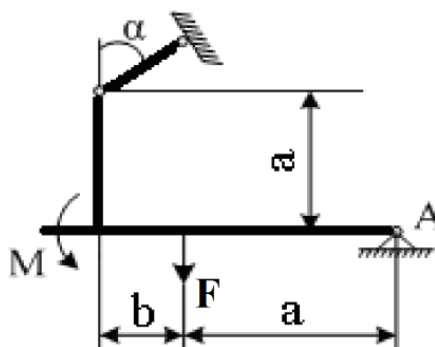
нерастяжимыми, соединения стержней – шарнирными, блок - идеальным. $\alpha = 30$ градусов, $\beta = 70$



градусов, $G = 10$ кН.

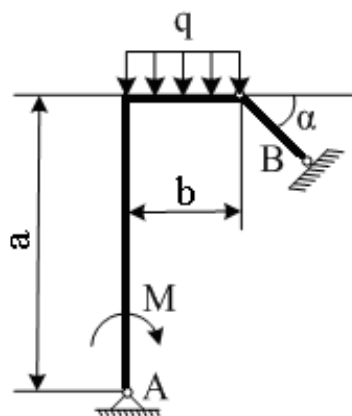
4

Определить опорные реакции рамы при действии заданной нагрузки. Весом рамы пренебречь. $F = 10$ кН, $q = 40$ кН/м, $M = 40$ кНм, $\alpha = 10$ градусов, $a = 1$ м, $b = 3$ м



5

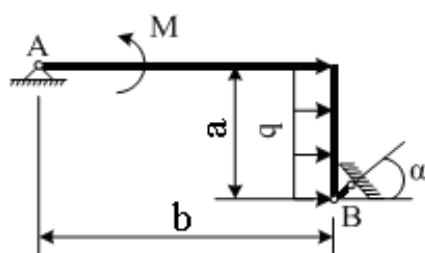
Определить опорные реакции рамы при действии заданной нагрузки. Весом рамы пренебречь. $F = 10$ кН, $q = 40$ кН/м, $M = 40$ кНм, $\alpha = 10$ градусов, $a = 1$ м,



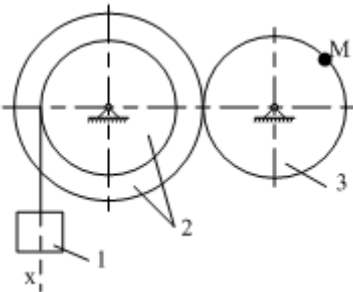
$b = 3$ м.

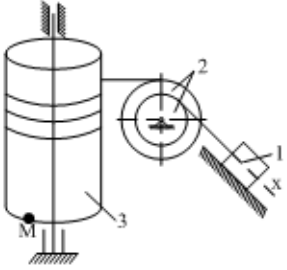
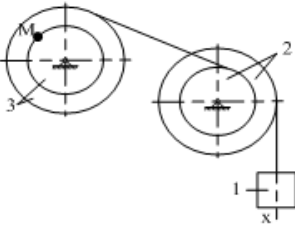
6

Определить опорные реакции рамы при действии заданной нагрузки. Весом рамы пренебречь. $F = 10$ кН, $q = 40$ кН/м, $M = 40$ кНм, $\alpha = 10$ градусов, $a = 1$ м,



$b = 3$ м.

7	В соответствии с заданными уравнениями движения определить траекторию движения точки, а для момента времени t_1 – положение точки на траектории. Найти ее скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории. $a = 4\text{ м}$, $b = 1\text{ с}$, $d = 9\text{ е}$, $e = 6\text{ м}$, $f = 2\text{ м}$, $t_1 = 0,3\text{ с}$. $x = at^2 + bt + c, \quad y = et + f$
8	В соответствии с заданными уравнениями движения определить траекторию движения точки, а для момента времени t_1 – положение точки на траектории. Найти ее скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории. $a = 4\text{ м}$, $b = 1\text{ с}$, $d = 9\text{ е}$, $e = 6\text{ м}$, $f = 2\text{ м}$, $t_1 = 0,3\text{ с}$.
9	В соответствии с заданными уравнениями движения определить траекторию движения точки, а для момента времени t_1 – положение точки на траектории. Найти ее скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории. $a = 4\text{ м}$, $b = 1\text{ с}$, $d = 9\text{ е}$, $e = 6\text{ м}$, $f = 2\text{ м}$, $t_1 = 0,3\text{ с}$. $x = -ct - b, \quad y = -\frac{f}{t + e}$
10	В соответствии с заданными уравнениями движения определить траекторию движения точки, а для момента времени t_1 – положение точки на траектории. Найти ее скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории. $a = 4\text{ м}$, $b = 1\text{ с}$, $d = 9\text{ е}$, $e = 6\text{ м}$, $f = 2\text{ м}$, $t_1 = 0,3\text{ с}$. $x = a \cos\left(\frac{\pi t}{c}\right) + a, \quad y = e \sin\left(\frac{\pi t}{c}\right)$
11	Для представленных на схемах грузоподъемных механизмов определить угловую скорость и угловое ускорение тела 3, необходимые для того, чтобы перемещать груз со скоростью V и ускорением a. Определить и показать на рисунке скорость и ускорение точки M барабана. $V_1 = 0,1\text{ м/с}$, $a_1 = 0,7\text{ м/с}^2$, $R_2 = 0,4\text{ м}$, $r_2 = 0,1\text{ м}$, $R_3 = 0,6\text{ м}$, $r_3 = 0,3\text{ м}$. 
12	Для представленных на схемах грузоподъемных механизмов определить угловую скорость и угловое ускорение тела 3, необходимые для того, чтобы перемещать груз со скоростью V и ускорением a. Определить и показать на рисунке скорость и ускорение точки M барабана. $V_1 = 0,1\text{ м/с}$, $a_1 = 0,7\text{ м/с}^2$, $R_2 = 0,4\text{ м}$, $r_2 = 0,1\text{ м}$, $R_3 = 0,6\text{ м}$, $r_3 = 0,3\text{ м}$.

	
13	Для представленных на схемах грузоподъемных механизмов определить угловую скорость и угловое ускорение тела 3, необходимые для того, чтобы перемещать груз со скоростью V и ускорением a. Определить и показать на рисунке скорость и ускорение точки M барабана. $V_1 = 0,1 \text{ м/с}$, $a_1 = 0,7 \text{ м/с}^2$, $R_2 = 0,4 \text{ м}$, $r_2 = 0,1 \text{ м}$, $R_3 = 0,6 \text{ м}$, $r_3 = 0,3 \text{ м}$. 
14	Материальная точка массой $m = 2 \text{ кг}$ движется вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F = 45t$. Найти скорость V и положение точки x в момент времени $t_1 = 2 \text{ с}$ при нулевых начальных условиях.
15	Материальная точка массой m движется из состояния покоя вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F_x = b(a - kt)$. Найти путь, пройденный точкой за время t_1, если $x_0 = 0$.
16	Материальная точка массы m под действием силы $F = at^2 - bt + 2$ движется вдоль оси Ox. Определить: максимальную скорость, которую достигнет точка при своем движении, если в начальный момент времени она имела нулевую скорость и находилась в начале координат.
17	Автомобиль массой $M = 5 \text{ кг}$ движется по горизонтальной прямолинейной дороге. Принимая силу тяги мотора постоянной и равной $Q = 1000 \text{ Н}$, а суммарное сопротивление движению $R = 60V^2$, определить скорость автомобиля в конце пути $L = 65 \text{ м}$, если в начале этого пути он имел скорость $V_0 = 43 \text{ м/с}$