

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

ДИНАМИКА

В динамике изучаются законы движения материальных объектов под действием приложенных к ним сил.

ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ДИНАМИКЕ

Программа представляет собой набор операций, последовательное выполнение которых прививает студенту практические навыки и умение решать задачи любой степени сложности.

Программа требует выполнения следующих действий:

- 1. Указать материальный объект и пространство / систему отсчёта /, в котором нужно рассмотреть его движение для решения задачи.*
- 2. Указать внешние заданные силы, приложенные к точкам объекта.*
- 3. Назвать внешние связи, отбросить их и заменить реакциями связей.*
- 4. Выписать систему сил, под действием которой материальный объект движется.*
- 5. Составить уравнения задачи для нахождения искомым величин.*

Каждый пункт программы снабжается дополнительными пояснениями и указаниями с целью их рационального применения.

1. Выбор объекта, движение которого нужно рассмотреть для решения задачи, делается так: необходимо рассматривать движение именно того объекта / материальная точка, твёрдое тело, механическая система /, кинематику и силы взаимодействия которого с другими телами требуется найти по условию задачи. Иногда выбор объекта однозначно определяется условием задачи.

Решая задачу, материальный объект следует изображать в выбранной системе отсчёта в произвольный момент времени.

2. К числу заданных сил относятся силы, модуль и направление которых являются функциями времени, координат и скоростей точек объекта. Примерами таких сил могут служить силы тяжести, силы упругости, силы сопротивления среды.
3. Если связь ограничивает поступательное движение несвободного твёрдого тела по одному направлению, как, например, гладкие опоры, нити и невесомые по своей длине не нагруженные стержни, то реакцию такой связи следует показывать силой, противоположной этому направлению. Если же связь ограничивает поступательное движение твёрдого тела по нескольким направлениям / это относится к цилиндрическим и сферическим подшипникам, шарнирам и подпятникам с гладкими поверхностями/, то её реакцию следует показывать двумя или тремя составляющими. Если связь препятствует не только поступательным перемещениям твёрдого тела, но и его повороту относительно одной или нескольких координатных осей, что относится к деформируемым

шероховатым поверхностям, реальным подшипникам, подпятникам и шарнирам, то её реакция состоит из силы, которую следует показывать составляющими вдоль осей координат, и пары сил. В тех случаях, когда уравнения задачи получают из общего уравнения динамики или с помощью принципа возможных перемещений, то реакции связей можно не показывать, если эти связи являются идеальными по условию задачи.

4. Наиболее часто приходится решать задачи, в которых исследуются законы движения различных механизмов, состоящих из нескольких тел, взаимодействующих между собой. Поэтому наряду с внешними силами на точки материального объекта действуют также внутренние силы.

На рисунке следует показывать только те внутренние силы, сумма мощностей или элементарных работ реакций которых не равна нулю.

5. Уравнения задачи составляются с помощью дифференциальных уравнений. Рисунки и текст можно делать либо на компьютере, либо в рукописном варианте. В последнем случае рисунки следует выполнять с использованием чертёжных принадлежностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников К.С Курс теоретической механики: учебник /К.С. Колесников. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 735 с.
2. Добронравов В.В. Курс теоретической механики: учебник / В.В. Добронравов, Н.Н. Никитин. - М.: Высшая школа, 1983 (и последующие издания) - 576 с.
3. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для высш. техн. учеб. заведений / С. М. Тарг. – М.: Высшая школа, 2008 и предыдущие издания.
4. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики: Динамика: учебник для вузов по техн. специальностям/ А. А. Яблонский. – М.: КноРус , 2010 и предыдущие издания.
5. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики Т. 2: Динамика: учеб. пособие для вузов по техн. специальностям: в 2 т. / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – СПб. и др.: Лань, 2009 и предыдущие издания.
6. Примеры решения задач по теоретической механике: учеб. пособие для студентов-заочников / В. Г. Караваев, И. П. Осолотков, Н. Н. Ведерников и др.– Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1999. – 84 с.
7. Осолотков, И. П. Теоретическая механика. Установоч. лекции для заочников: учебное пособие: в 2 ч / И. П. Осолотков, В. Г. Караваев, М. Г. Чернобривец; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теорет. механика; ЮУрГУ. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. – 64 с.

Задача Д1. Динамика точки

Материальная точка M , брошена под углом α к горизонту со скоростью v_0 . В начальный момент времени точка находилась в положении M_0 .

Пренебрегая сопротивлением среды, определить горизонтальную координату x точки падения и времени полета (рис.1, табл. 1).

Указание. Для решения задачи необходимо составить дифференциальные уравнения движения точки M в координатной форме и проинтегрировать их с учетом условий.

Таблица 1

Номер варианта	α , град	β град	v_0 м/с	a , м	b , м
1	45	-	20	4	2
2	60	30	100	-	2
3	30	-	25	6	4
4	45	10	30	5	3
5	60	15	30	5	2
6	45	10	23	4,5	2,5
7	60	15	30	5	3
8	45	10	25	4,5	2,5
9	60	15	30	5	3
10	30	10	20	4	2
11	30	-	25	4,5	2,5
12	30	15	50	-	10
13	45	-	25	4,5	2,5
14	60	10	30	5	3
15	30	15	20	4	2
16	60	15	30	5	3
17	30	10	20	4	2
18	60	15	30	5	3
19	30	10	20	4	2
20	45	15	25	4,5	2,5
21	60	-	30	5	2
22	45	10	40	-	6
23	60	-	30	5	3
24	30	10	20	4	2
25	45	15	25	4,5	2,5

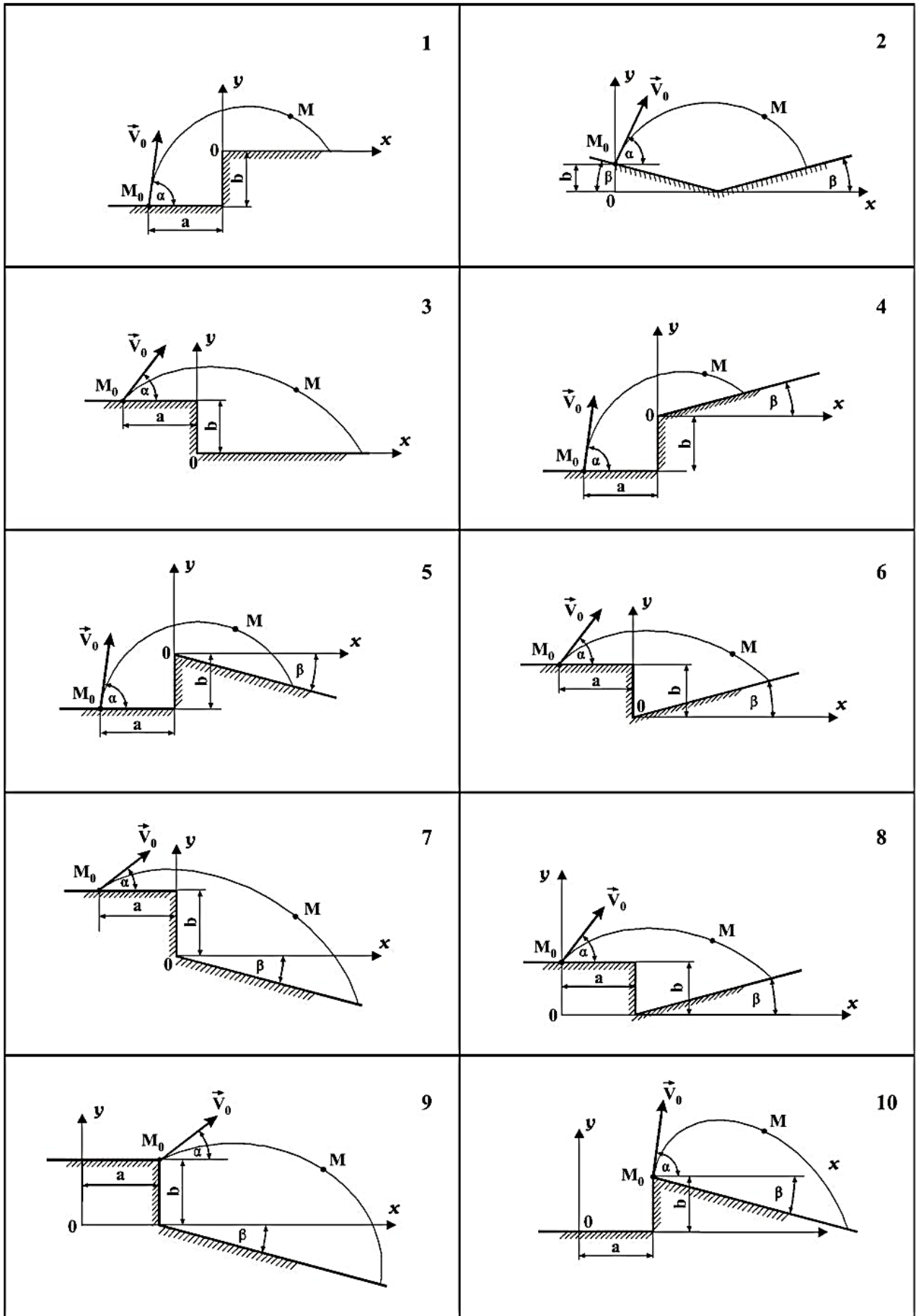


Рис. 1

Задача Д 2. Теорема об изменении кинетической энергии

Для заданной механической системы (рис. 2, табл.2), состоящей из груза 1, блока 2 и катка 3, который катится без проскальзывания, соединённых между собой невесомой нерастяжимой нитью, определить ускорение груза A . Трением в подшипниках пренебречь.

Таблица 2

Номер варианта	m_1, кг	m_2, кг	m_3, кг	R_2, см	R_3, см	ρ_2, см	ρ_3, см	f	k, см	α, град
1	100	50	100	50	60	30	40	–	0,5	–
2	100	100	50	60	40	30	–	–	0,8	30
3	3	50	100	40	60	–	40	–	1,0	–
4	100	60	120	20	60	–	50	0,15	0,9	45
5	100	50	100	30	60	–	40	0,2	0,75	30
6	100	100	100	60	60	45	45	–	0,8	–
7	50	120	120	50	60	40	80	–	0,5	60
8	50	50	100	60	80	20	30	–	1,2	–
9	100	50	100	40	40	–	–	–	0,7	30
10	100	100	50	50	25	40	–	0,1	0,5	30
11	120	60	100	60	80	40	60	–	0,7	–
12	150	150	80	80	60	50	–	–	0,6	45
13	60	80	120	50	60	–	60	–	0,3	–
14	120	80	160	24	36	–	72	0,15	0,7	30
15	120	60	120	25	50	–	50	0,1	1,0	45
16	80	80	60	40	40	30	30	–	0,6	–
17	80	150	150	70	80	60	100	–	0,75	30
18	75	75	120	40	60	15	25	–	0,5	–
19	140	60	140	36	36	–	–	–	0,3	45
20	120	120	60	40	20	60	–	0,25	0,3	60
21	80	30	80	20	24	15	20	–	0,25	–
22	60	60	20	30	20	10	–	–	0,35	60
23	100	100	160	45	50	–	60	–	0,7	–
24	80	40	100	12	18	–	24	0,2	0,55	60
25	60	40	60	10	20	–	12	0,1	1,2	60

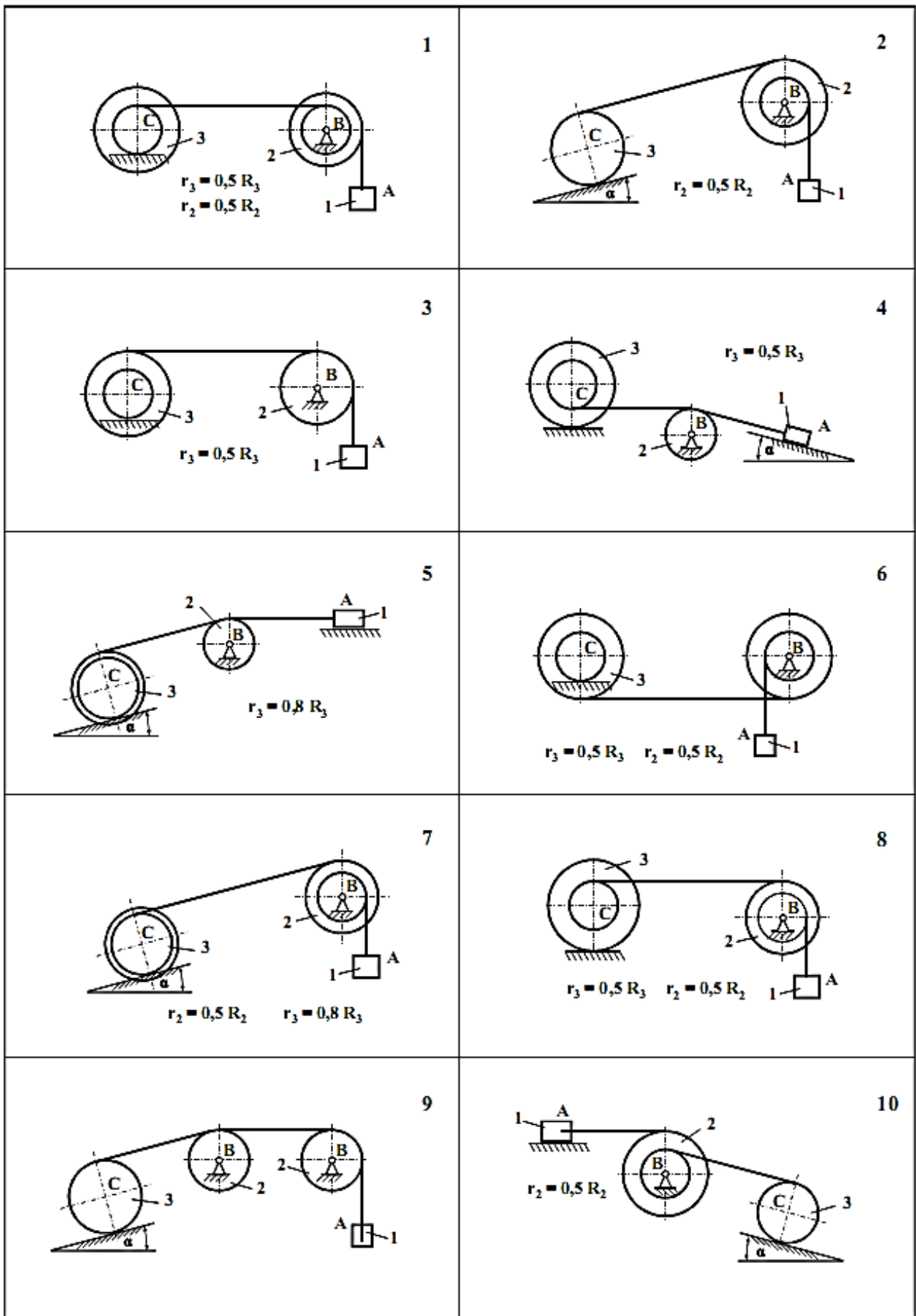


Рис 2

Задача Д 3. Принцип Даламбера для механической системы

Для заданной механической системы (рис. 3, табл.3), которая движется под действием сил тяжести и пары сил с моментом M , определить ускорение груза 1 и натяжение ветвей нитей. Сопротивление движению не учитывать. Проскальзывание нитей и катков отсутствует.

В задаче приняты следующие обозначения: m – масса тела; R, r – радиусы больших и малых окружностей; ρ – радиус инерции тела вращения относительно его центра оси.

Если радиус инерции не указан, тело вращения считать однородным диском.

Таблица 3

Номер варианта	M , кНм	m_1 , кг	m_2 , кг	m_3 , кг	R_2 , см	R_3 , см	ρ_2 , см	ρ_3 , см	α , град	β , град
1	10	20	50	50	12	8	–	1	–	–
2	15	50	60	20	20	10	16	–	30	45
3	8	100	80	50	15	10	–	18	15	30
4	5	80	80	40	16	16	–	100	–	–
5	20	60	120	50	18	12	–	20	30	–
6	12	50	100	50	20	10	14	–	–	–
7	10	80	80	80	12	12	–	–	45	–
8	100	120	120	180	24	16	–	64	30	–
9	5	40	60	60	10	10	–	–	45	–
10	24	50	80	80	12	12	8	8	15	30
11	5	20	25	25	18	12	–	24	–	–
12	30	60	80	30	40	20	20	–	15	30
13	16	180	120	100	30	20	–	36	30	45
14	20	60	60	20	10	10	–	12	–	–
15	12	40	80	30	12	8	–	12	25	–
16	24	100	160	100	12	6	8	–	–	–
17	12	100	60	100	18	18	–	–	30	–
18	80	160	160	200	36	24	–	100	15	–
19	10	80	120	120	12	12	–	–	30	–
20	50	100	140	160	18	18	15	15	30	30
21	15	160	75	75	24	16	–	36	–	–
22	20	50	80	20	20	10	12	–	30	45
23	10	100	60	50	24	16	–	20	15	30
24	10	40	40	15	8	8	–	6	–	–
25	24	100	160	60	24	16	–	24	15	–

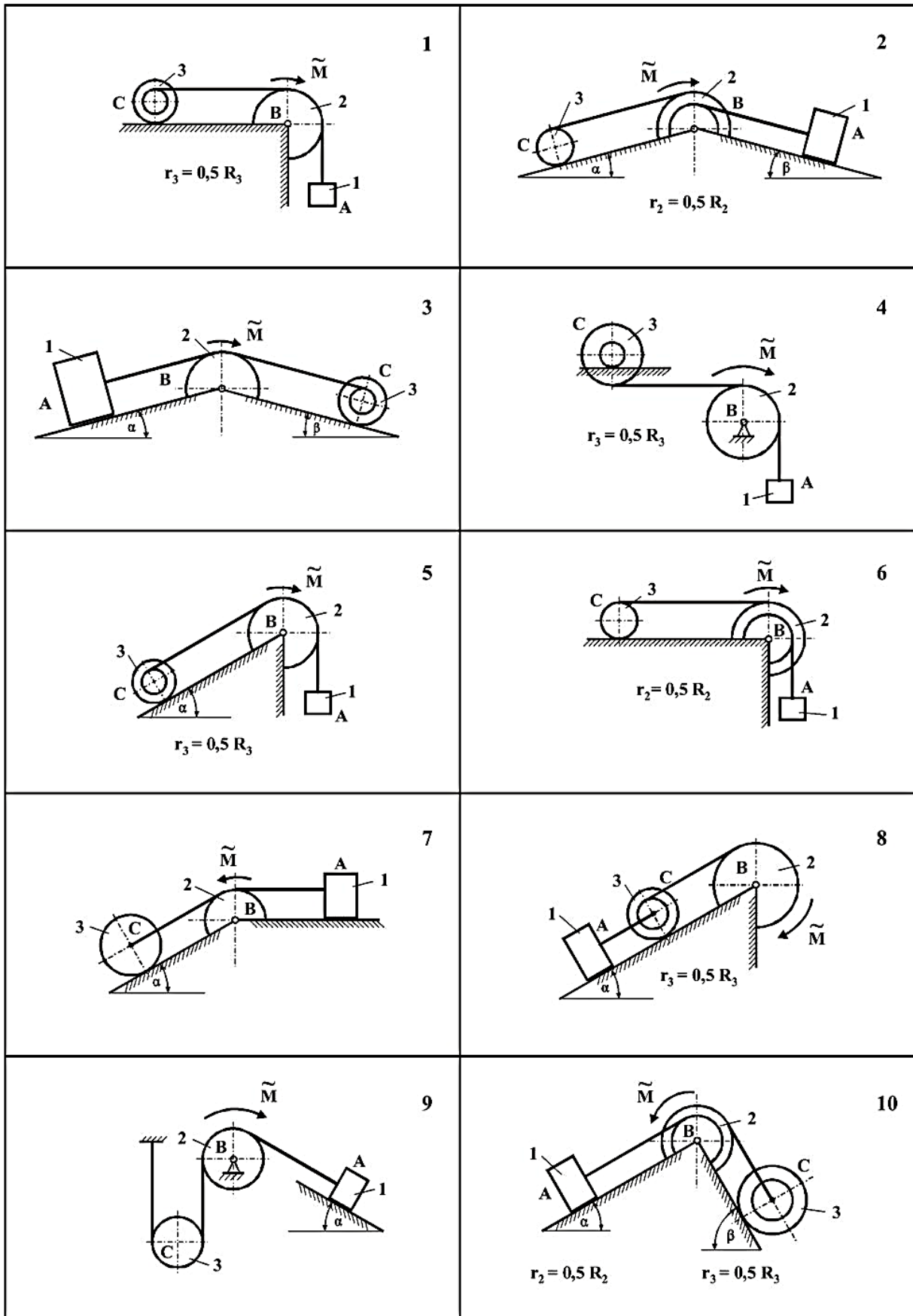


Рис. 3