

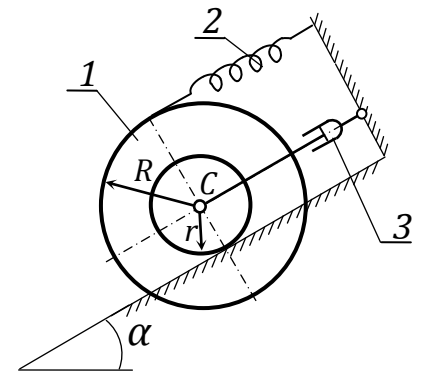
Колебания линейной системы с одной степенью свободы.

Авторы Саратов Ю. С., Русанов П. Г., Тушева Г. М.

Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана 1985 год. Отредактировано в 2019 году.

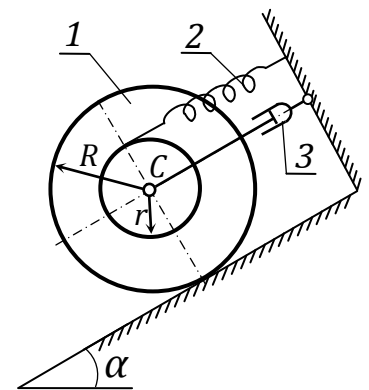
Вариант 1. Двухступенчатый каток 1 с радиусами ступеней R и r может катиться без проскальзывания по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. На ступень радиуса R намотан трос, конец троса связан с пружиной 2, статическая деформация которой $\Delta = 0,1$ м. Ось катка присоединена к демпферу 3, коэффициент сопротивления которого μ .

Составить дифференциальное уравнение движения катка, найти собственную частоту и логарифмический декремент колебаний катка, если его масса $m = 50$ кг, радиус инерции $\rho_{Cz} = \sqrt{R \cdot r}$, $R = 2r$, $\mu = 1260$ Н с/м.

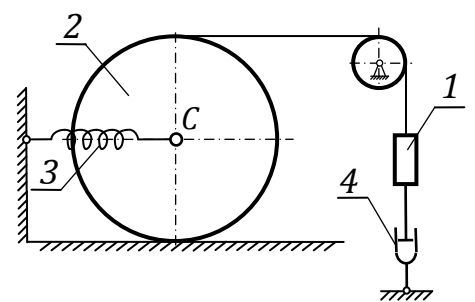


Вариант 2. Двухступенчатый каток 1 с радиусами ступеней R и r может катиться без проскальзывания по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. На ступень радиуса r намотан трос, конец троса связан с пружиной 2, статическая деформация которой $\Delta = 0,025$ м. Ось катка присоединена к демпферу 3, коэффициент сопротивления которого μ .

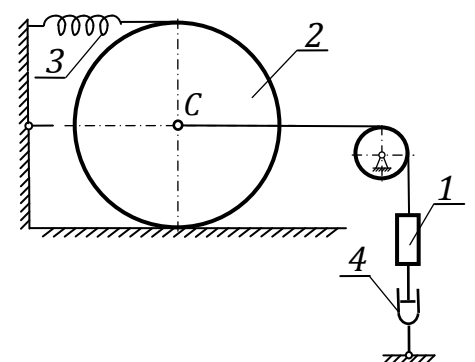
Составить дифференциальное уравнение движения катка, найти собственную частоту колебаний катка без учёта демпфирования, а также критическое значение коэффициента сопротивления $\mu_{кр}$ демпфера, если его масса $m = 10$ кг, радиус инерции $\rho_{Cz} = \sqrt{R \cdot r}$, $R = 2r$.



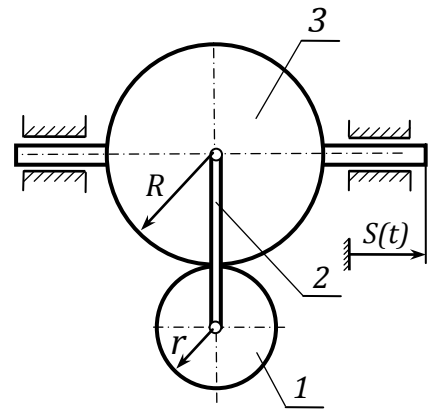
Вариант 3. Груз 1 подвешен на нити, намотанной на однородный цилиндрический каток 2, который может катиться по горизонтальной плоскости без проскальзывания. С грузом связан демпфер 4, с осью катка - пружина 3, статическое удлинение которой $\Delta = 0,034$ м. Составить дифференциальное уравнение движения системы, найти собственную частоту колебаний без учета демпфирования и критическое значение коэффициента сопротивления $\mu_{кр}$ демпфера. Масса груза $m_1 = 6,8$ кг, масса катка $m_2 = 8$ кг.



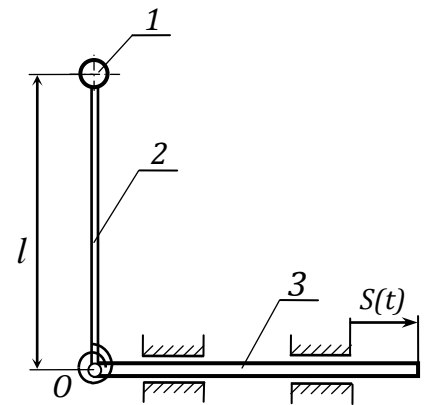
Вариант 4. Груз 1 подвешен на нити, прикрепленной к оси однородного цилиндрического катка 2, который может катиться по горизонтальной плоскости без проскальзывания. К грузу присоединен демпфер 4, с ободом катка связана пружина 3, статическое удлинение которой $\Delta = 0,019$ м. Составить дифференциальное уравнение движения системы, найти собственную частоту колебаний без учета демпфирования и критическое значение коэффициента сопротивления демпфера $\mu_{кр}$. Масса груза $m_1 = 3,8$ кг, масса катка $m_2 = 4$ кг.



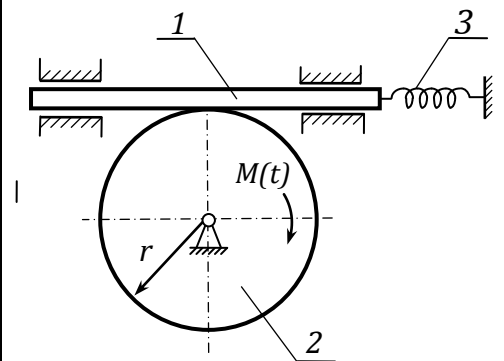
Вариант 5. В планетарном механизме, расположенном в вертикальной плоскости, шестерня 1 связана водилом 2 с осью зубчатого колеса 3, которое движется в горизонтальных направляющих по закону $S(t) = S_0 \cdot \sin pt$. Составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных угловых колебаний водила, если $R = 2r = 0,2 \text{ м}$, $S_0 = 0,02 \text{ м}$, $p = 4 \text{ рад/с}$. Шестерню 1 считать однородным диском, массой водила пренебречь.



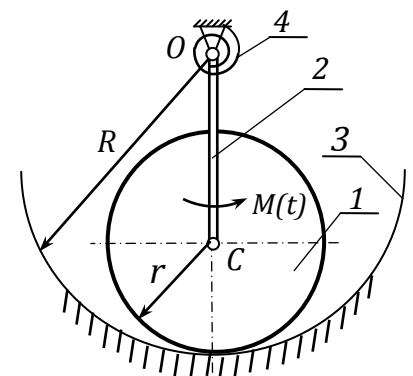
Вариант 6. Груз 1 массы m укреплен на конце невесомого жесткого стержня 2, ось O которого приводится в движение штоком 3 по закону $S(t) = S_0 \cdot \sin pt$. При вертикальном положении стержня спиральная пружина 4 не деформирована. Полагая груз материальной точкой, составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных угловых колебаний стержня, если коэффициент жесткости пружины $c_n = 10mgl$, $l = 0,98 \text{ м}$, $S_0 = 0,01 \text{ м}$, $p = 20 \text{ рад/с}$.



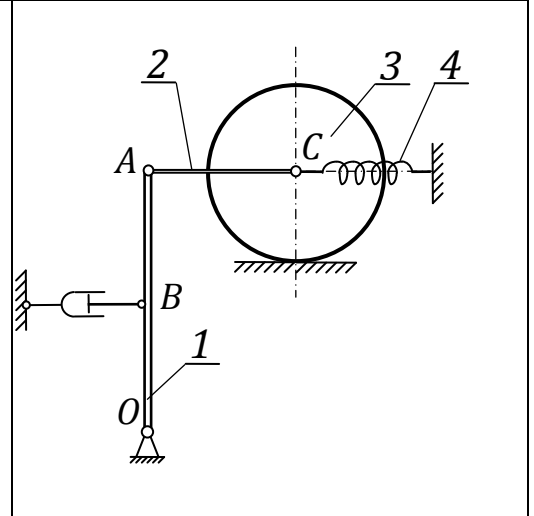
Вариант 7. Зубчатая рейка 1 массы m_1 может двигаться в горизонтальных направляющих и находится в зацеплении с шестерней 2 массы m_2 . Полагая шестерню однородным диском, составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных колебаний рейки, возбуждаемых парой сил, приложенных к шестерне, с моментом $M(t) = M_0 \cdot \sin pt$, если $m_1 = m_2 = 2 \text{ кг}$, коэффициент жесткости пружины 3 $c_n = 1200 \text{ Н/м}$, $r = 0,1 \text{ м}$, $M_0 = 3 \text{ Н м}$, $p = 30 \text{ рад/с}$.



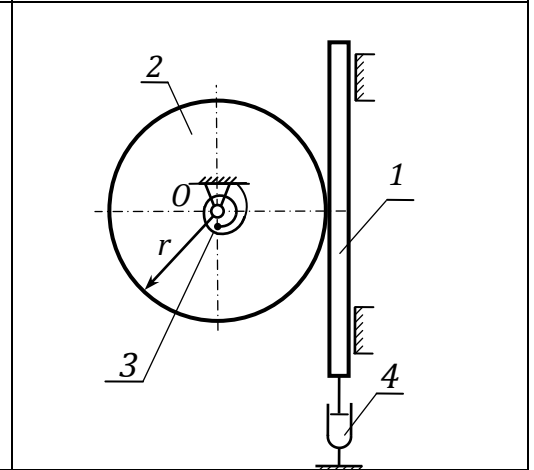
Вариант 8. В планетарном механизме, расположенном в горизонтальной плоскости, шестерня 1 массы m связана водилом 2 с осью неподвижного зубчатого колеса 3. Полагая шестерню однородным диском, составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных угловых колебаний водила, возбуждаемых парой сил с моментом $M(t) = M_0 \cdot \sin pt$, если $m = 2 \text{ кг}$, $R = 3r = 0,3 \text{ м}$, коэффициент жесткости спиральной пружины 4 $c_n = 300 \text{ Н м/рад}$, $M_0 = 9 \text{ Н м}$, $p = 40 \text{ рад/с}$. Массой водила пренебречь.



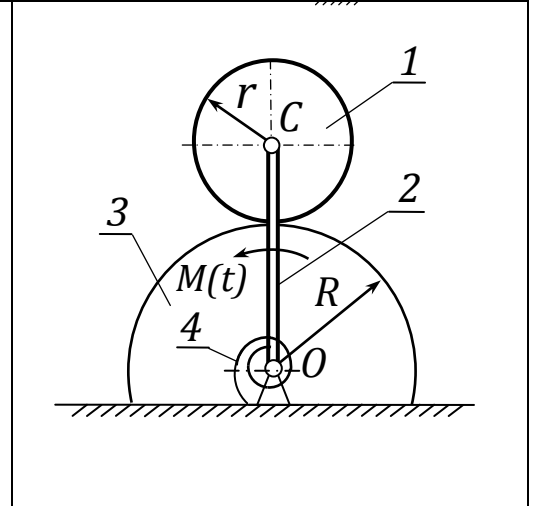
Вариант 9. Однородный стержень 1 массой m_1 невесомой жёсткой тягой 2 связан с осью однородного диска 3 массы m_3 , катящегося без проскальзывания по горизонтальной плоскости. При вертикальном положении стержня пружина 4 не деформирована. Составить дифференциальное уравнение движения системы, найти собственную частоту и логарифмический декремент колебаний, если $m_1 = 12$ кг, $m_2 = 4$ кг, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 1073,5$ Н/м, коэффициент сопротивления демпфера 5 $\mu = 180$ Н·с/м, $OA = 2OB = 0,8$ м.



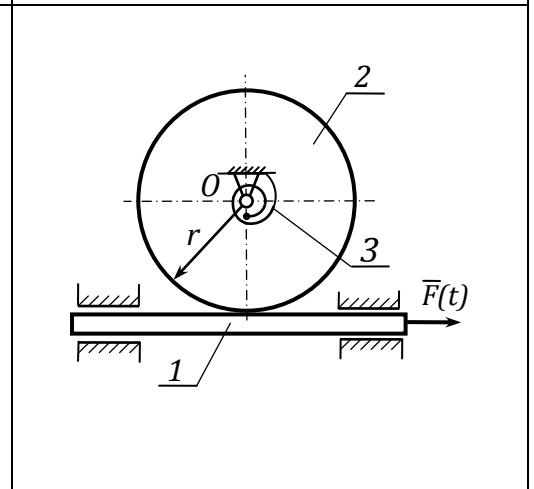
Вариант 10. Система расположена в вертикальной плоскости и состоит из зубчатой рейки 1 массы m_1 , шестерни 2 массы m_2 , пружины 3 и демпфера 4. Полагая шестерню однородным диском, составить дифференциальное уравнение движения системы, найти собственную частоту и логарифмический декремент колебаний, если $m_1 = 2$ кг, $m_2 = 4$ кг, статическая деформация спиральной пружины $\beta = 0,25$ рад, коэффициент сопротивления демпфера $\mu = 67,2$ Нс/м, $r = 0,1$ м.



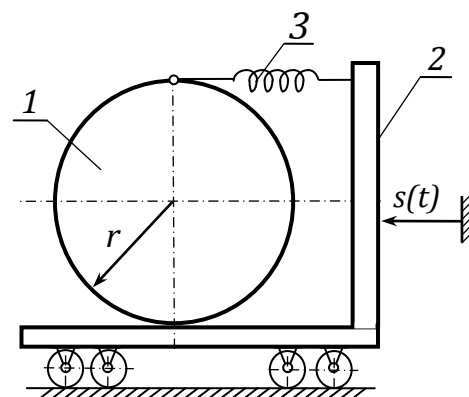
Вариант 11. В планетарном механизме шестерня 1 связана водилом 2 с осью неподвижного зубчатого колеса 3. При вертикальном положении водила спиральная пружина 4 не деформирована. Полагая шестерню однородным диском, составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных угловых колебаний водила, возбуждаемых парой сил с моментом $M(t) = M_0 \sin pt$, масса шестерни $m = 5$ кг, $R = 2r = 0,2$ м, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 147$ Н м/рад, $M_0 = 9$ Н·м, $p = 10$ рад/с. Массой водила пренебречь.



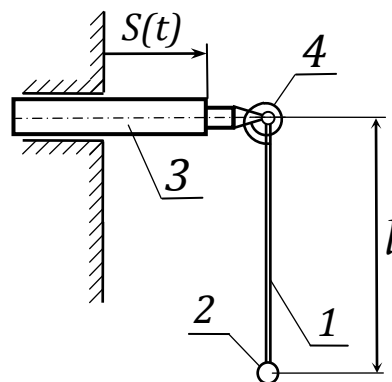
Вариант 12. Зубчатая рейка 1 массы m_1 может двигаться в горизонтальных направляющих и находится в зацеплении с шестерней 2. Составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных колебаний рейки, возбуждаемых силой $F(t) = F_0 \sin pt$, если $m = 11$ кг, момент инерции шестерни $J_0 = 0,81$ кг·м², $r = 0,3$ м, коэффициент жёсткости спиральной пружины 3 $c_n = 180$ Н м/рад, $F_0 = 35$ Н, $p = 15$ рад/с.



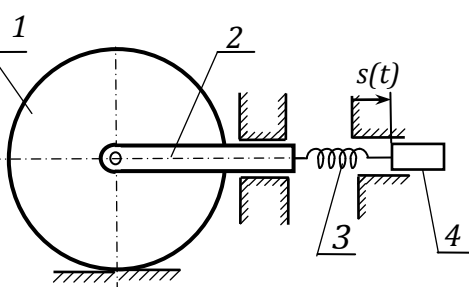
Вариант 13. Однородный цилиндрический каток 1 массы m может катиться без проскальзывания по платформе 2, перемещение которой $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$. Составить дифференциальное уравнение движения катка относительно платформы и найти амплитуду вынужденных колебаний его оси, если $m = 10$ кг, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 6000$ Н/м, $s_0 = 2,7$ см, $p = 50$ рад/с.



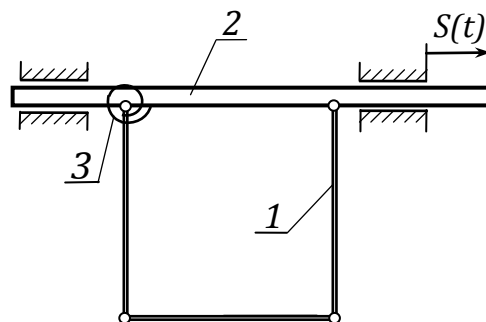
Вариант 14. Жёсткий невесомый стержень 1, несущий на конце груз 2 массы m , соединён шарниром со штоком 3, перемещение которого $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$. В вертикальном положении спиральная стержня пружина 4 не деформирована. Составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных угловых колебаний стержня, если $m = 1$ кг, $l = 0,4$ м, коэффициент жесткости пружины $c_n = 60$ Н·м/рад, $s_0 = 4$ см, $p = 30$ рад/с. Принять $g = 10$ м/с².



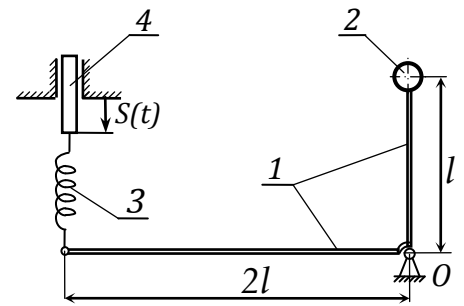
Вариант 15. Однородный цилиндрический каток 1 массы m_1 , соединённый шарниром со штоком 2 массы m_2 может катиться без проскальзывания по горизонтальной плоскости. Составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных колебаний штока, возбуждаемых движением ползуна 4 по закону $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$, если $m_1 = 4$ кг, $m_2 = 1$ кг, коэффициент жёсткости пружины 3 $c_n = 1372$ Н/м, $s_0 = 0,6$ см, $p = 10$ рад/с.



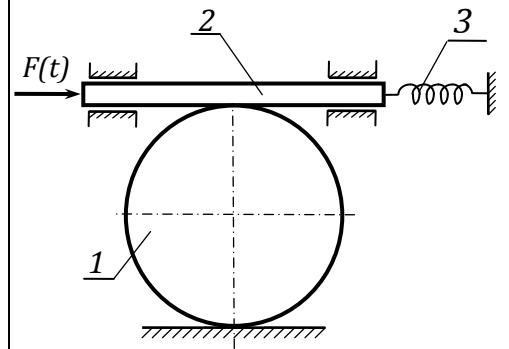
Вариант 16. Три однородных стержня 1 массы m и длиной l каждый соединены между собой и с горизонтальной рейкой 2 шарнирами. При вертикальном положении боковых стержней спиральная пружина 3 не деформирована. Составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных угловых колебаний стержней, возбуждаемых движением рейки 2 по закону $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$, если $m = 3$ кг, $l = 0,4$ м, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 56,5$ Н м/рад, $s_0 = 1,6$ см, $p = 8$ рад/с.



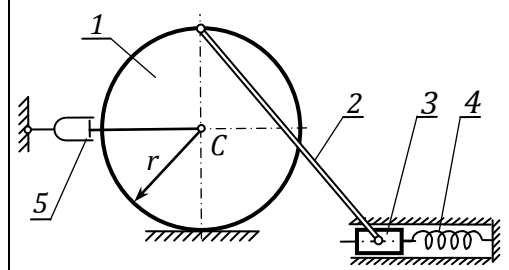
Вариант 17. На одном конце невесомого Г-образного стержня 1 закреплён груз 2 массы m , другой конец пружиной 3 связан с подвижным штоком 4. В положении, когда груз 2 располагается на одной вертикали с осью $O(z)$ и $s = 0$ пружина не деформирована. Составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных угловых колебаний стержня, возбуждаемых движением штока 4 по закону $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$, если $m = 1$ кг, $l = 10$ см, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 100$ Н/м, $s_0 = 0,75$ см, $p = 10$ рад/с, принять $g = 10$ м/с²



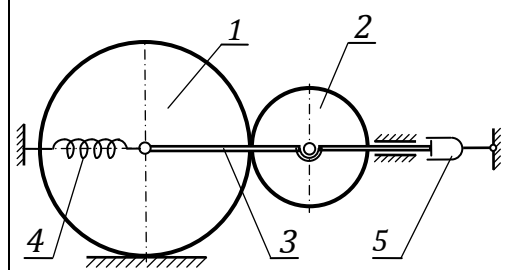
Вариант 18. Шестерня 1 массы m_1 , может катиться по неподвижной зубчатой рейке, перемещая поступательно рейку 2 массы m_2 . Составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных колебаний рейки 2, возбуждаемых силой $F(t) = F_0 \cdot \sin pt$, если $m_1 = 8$ кг, $m_2 = 6,8$ кг, коэффициент жёсткости пружины 3 $c_n = 2205$ Н/м, $F_0 = 98$ Н, $p = 5$ рад/с. Шестерню принять однородным диском.



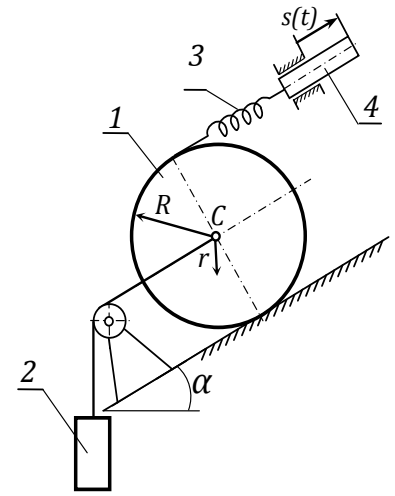
Вариант 19. Однородный диск 1 может катиться без проскальзывания по горизонтальной плоскости. Диск связан невесомым стержнем 2 с ползуном 3, который движется в гладких горизонтальных направляющих. В положении, показанном на чертеже, пружина 4 не деформирована. Составить дифференциальное уравнение движения системы, найти собственную частоту колебаний без учета сопротивления и критическое значение коэффициента $\mu_{кр}$ сопротивления демпфера 5, если масса диска $m_1 = 8$ кг, масса ползуна $m_2 = 2$ кг, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 500$ Н/м.



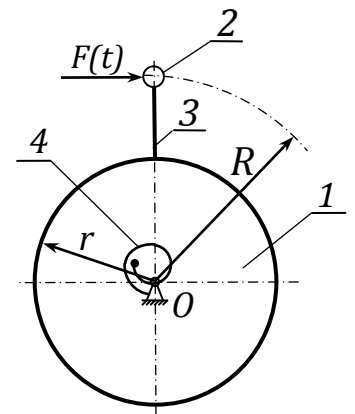
Вариант 20. Система состоит из двух однородных дисков 1 к 2 массы m_1 и m_2 соответственно, невесомой штанги 3, пружины 4 и демпфера 5. Проскальзывание между дисками, а также между диском 1 с горизонтальной плоскостью отсутствует. Составить дифференциальное уравнение движения, найти собственную частоту и логарифмический декремент колебаний системы, если $m_1 = m_2 = 30$ кг, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 2$ кН/м, коэффициент сопротивления демпфера $\mu = 480$ Н·с/м.



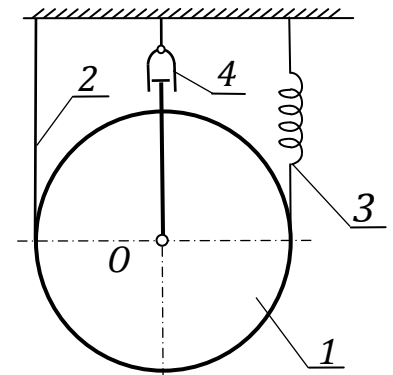
Вариант 21. Однородный диск 1 массы m_1 может катиться без скольжения по плоскости, наклонённой к горизонту под углом $\alpha = 30$ град. С осью диска нерастяжимой нитью связан груз 2 массы m_2 , с ободом - пружина 3, статическая деформация которой $\Delta = 6$ см. Составить дифференциальное уравнение движения системы и найти амплитуду вынужденных колебаний груза, возбуждаемых перемещением штока 4 по закону $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$, если $m_1 = m_2 = 4$ кг, $s_0 = 2,4$ см, $p = 10$ рад/с.



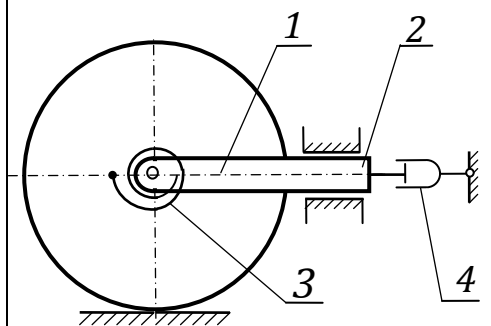
Вариант 22. С однородным диском 1 массы m_1 невесомым стержнем 3 связан груз 2 массы m_2 . При вертикальном положении стержня 3 спиральная пружина 4 не деформирована. Составить дифференциальное уравнение движения системы и найти амплитуду вынужденных угловых колебаний стержня, возбуждаемых силой $F(t) = F_0 \cdot \sin pt$, приложенной к грузу, если $m_1 = 4$ кг, $m_2 = 2$ кг, $R = 2r = 0,2$ м, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 12m_2gr$, $F_0 = 2$ Н, $p = 10$ рад/с.



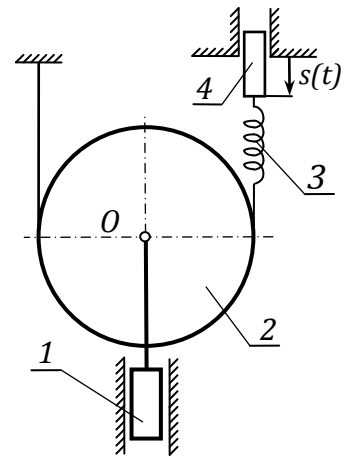
Вариант 23. Однородный диск 1 массы m подвешен на нерастяжимой нити 2, конец которой связан с пружиной 3. Составить дифференциальное уравнение движения диска, найти собственную частоту (без учета демпфирования) и критическое значение $\mu_{кр}$ коэффициента сопротивления демпфера 4, если $m = 3$ кг, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 288$ Н/м.



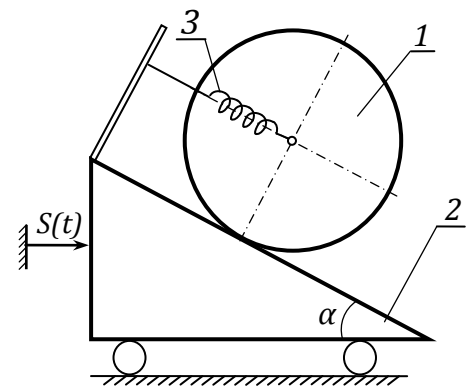
Вариант 24. Однородный диск 1 массы m_1 может катиться по плоскости без скольжения. Спиральной пружиной 3 диск связан со штоком 2 массы m_2 , движущимся поступательно в направляющих. Составить дифференциальное уравнение движения системы, найти собственную частоту (без учета демпфирования) и критическое значение $\mu_{кр}$ коэффициента сопротивления демпфера 4, если $m_1 = 2m_2 = 20$ кг, $r = 0,2$ м, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 40$ Н·м/рад



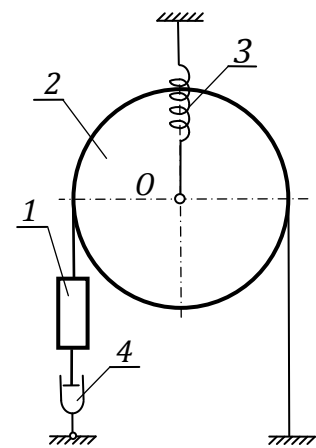
Вариант 25. Груз 1 массы m_1 соединён с осью однородного диска 2 массы m_2 , подвешенного на нерастяжимой нити и пружине 3, статическая деформация которой $\Delta = 7,5$ см. Составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных колебаний груза, возбуждаемых перемещением штока 4 по закон $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$, если $m_2 = 2m_1 = 10$ кг, $s_0 = 4,8$ см, $p = 10$ рад/с.



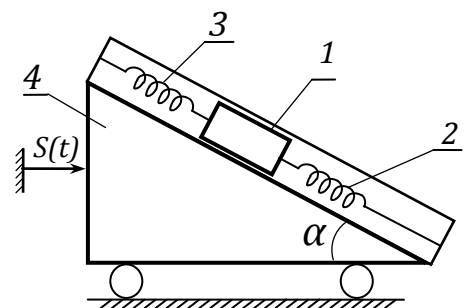
Вариант 26. Однородный диск 1 массы m может катиться без проскальзывания по наклонной плоскости призмы 2. Составить дифференциальное уравнение движения катка относительно призмы и найти амплитуду вынужденных колебаний его оси, возбуждаемых перемещением призмы по закону $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$, если $\alpha = 30$ град, $m = 20$ кг, коэффициент жёсткости пружины 3 $c_n = 1,08$ кН/м, $s_0 = 2$ см, $p = 5$ рад/с.



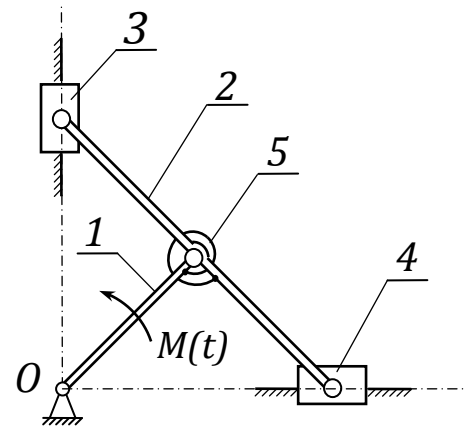
Вариант 27. Груз 1 массы m_1 , прикреплен к концу нерастяжимой нити, перекинутой через блок 2 массы m_2 , ось которого подвешена на пружине 3. Полагая блок однородным диском, составить дифференциальное уравнение движения, найти собственную частоту и логарифмический декремент колебаний системы, если $m_2 = 2m_1 = 20$ кг, статическая деформация пружины $\Delta = 4$ см, коэффициент сопротивления демпфера 4 $\mu = 140$ Н с/м.



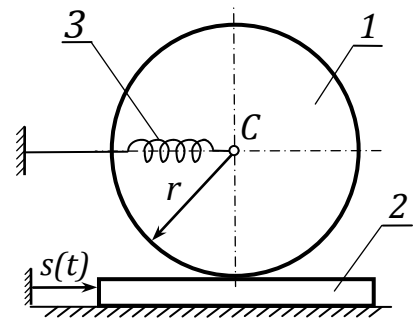
Вариант 28. Груз 1 массы m находится внутри наклонного гладкого канала подвижной призмы 4 и подкреплён двумя одинаковыми пружинами 2 и 3. Составить дифференциальное уравнение движения груза относительно призмы и определить амплитуду его вынужденных колебаний, возбуждаемых перемещением призмы по закону $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$, если $m = 2$ кг, коэффициент жёсткости одной пружины $c_n = 900$ Н/м, $\alpha = 30$ град, $s_0 = 2,2$ см, $p = 25$ рад/с.



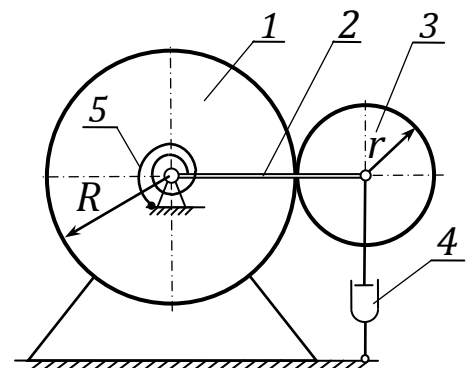
Вариант 29. Механизм эллипсографа расположен в горизонтальной плоскости и состоит из кривошипа 1, линейки 2, ползунов 3, 4 и спиральной пружины 5. В положении, когда кривошип перпендикулярен линейке, пружина не деформирована. Пренебрегая массами кривошипа и ползунов и принимая линейку однородным стержнем, составить дифференциальное уравнение движения системы и найти амплитуду угловых колебаний кривошипа, возбуждаемых приложенной к нему парой сил с моментом $M(t) = M_0 \cdot \sin pt$, если масса линейки $m = 3$ кг, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 4$ Нм/рад, $OC = AC = BC = l = 0,2$ м, $M_0 = 1$ Н·м, $p = 15$ рад/с.



Вариант 30. Зубчатое колесо 1 находится в зацеплении с подвижной рейкой 2. Полагая колесо однородным диском, составить дифференциальное уравнение движения и найти амплитуду вынужденных колебаний оси C колеса, возбуждаемых перемещением рейки по закону $s(t) = s_0 \cdot \sin pt$, если $m = 100$ кг, коэффициент жёсткости пружины 3 $c_n = 600$ Н/м, $s_0 = 5$ см, $p = 3$ рад/с.



Вариант 31. В планетарном механизме, расположенном в вертикальной плоскости, ось неподвижной шестерни 1 радиуса R связана невесомым водилом 2 с осью подвижной шестерни 3 радиуса r . В положении равновесия системы, когда водило горизонтально, ему сообщили угловую скорость $\omega_0 = 0,173$ рад/с. Составить дифференциальное уравнение движения системы, найти зависимость угла поворота водила от времени и определить логарифмический декремент колебаний, если $R = 2r = 0,2$ м, масса шестерни 3 $m = 1$ кг, коэффициент сопротивления демпфера $\mu = 30$ Н·с/м, коэффициент жёсткости пружины 5 $c_n = 54$ Н·м/рад. Шестерню 3 считать однородным диском.



Вариант 32. Маховик 1, представляющий собой однородный диск, связан шатуном 2 с ползуном 3, который движется в гладких горизонтальных направляющих. Пружина 4 не деформирована, когда шарнир В находится на одной вертикали с осью маховика. Составить дифференциальное уравнение движения системы и определить амплитуду вынужденных колебаний ползуна, возбуждаемых при действии на маховик пары сил с моментом $M(t) = M_0 \cdot \sin pt$. Масса диска $m_1 = 19$ кг, масса шатуна $m_2 = 10$ кг, масса ползуна $m_3 = 5$ кг, коэффициент жёсткости пружины $c_n = 430$ Н/м, $r = 0,2$ м, $M_0 = 0,558$ Н·м, $p = 4$ рад/с.

