

Колебания линейной системы с одной степенью свободы.

Авторы Ильин М. М., Пожалостин А. А., Тушева Г. М.

Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана 2002 год.

УСЛОВИЯ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Рассматриваются малые колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Механические системы представляют собой плоские механизмы, расположенные в вертикальной плоскости и состоящие из твердых тел, нитей, демпферов и упругих элементов.

Необходимые числовые данные приведены в таблице и, где это необходимо, на схемах задач. Для всех вариантов на схемах задана обобщенная координата $q(t)$, отсчитываемая от положения равновесия в невозмущенном состоянии, а в таблице - соответствующие ей начальные условия. На всех схемах номерами 1, 2 обозначены звенья, массу которых необходимо учитывать при составлении дифференциального уравнения, номером 3 - упругий элемент, номером 4 - демпфер.

Силы и моменты воздействия упругих элементов на тела пропорциональны удлинению пружин или углу закручивания спиральных пружин.

Демпфер создает силу линейно-вязкого сопротивления $\bar{R} = -\mu_4 \cdot \bar{v}_n$, пропорциональную скорости движения поршня \bar{v}_n , где $\mu_4 > 0$ - коэффициент сопротивления демпфера.

Там, где это необходимо, на схемах вариантов указан радиус инерции звена относительно центральной оси, в остальных вариантах тела вращения принять за однородные сплошные цилиндры. В вариантах 1, 2, 3, 4, 9, 21, 27 характеристики упругих элементов заданы через их статические деформации $\Delta_{ст3}$, (линейные или угловые).

Внешнее воздействие во всех вариантах изменяется во времени по закону $\sin pt$.

При выполнении домашнего задания "Малые колебания - определение параметров колебательного процесса" необходимо:

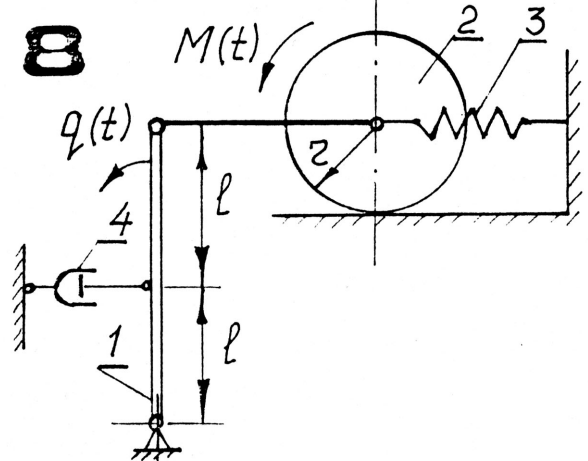
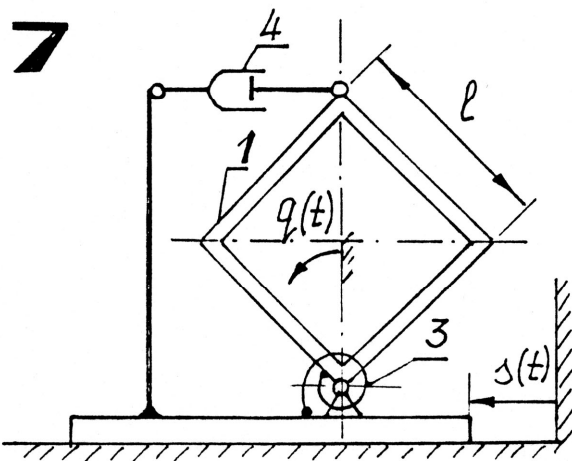
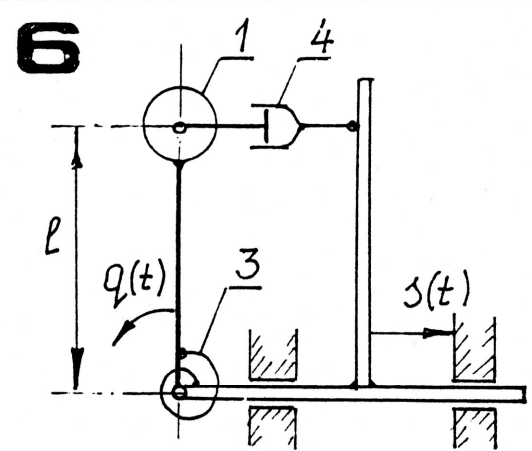
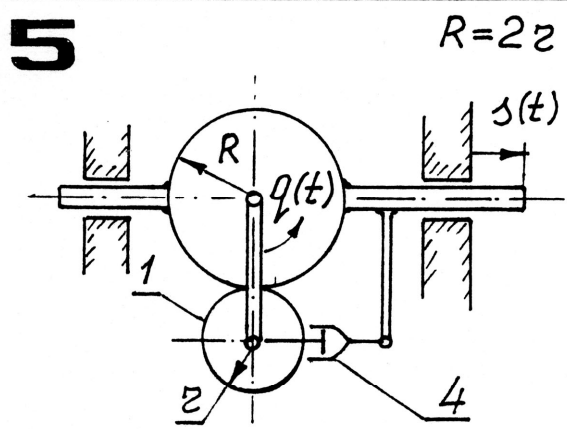
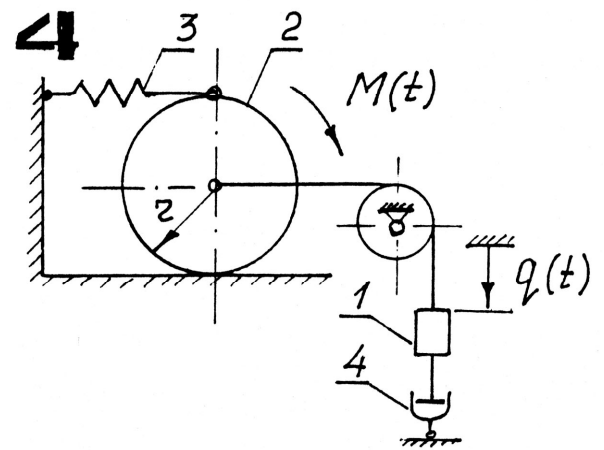
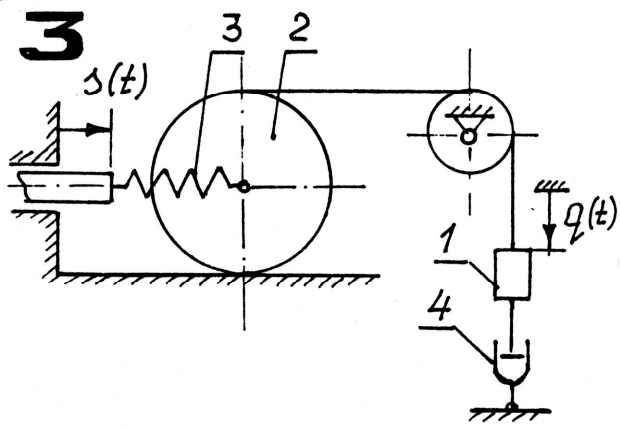
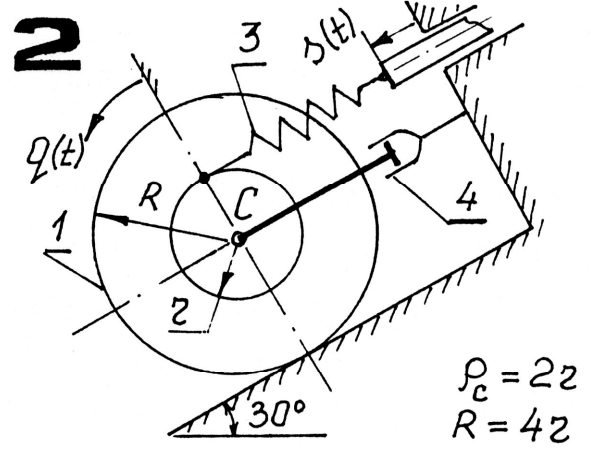
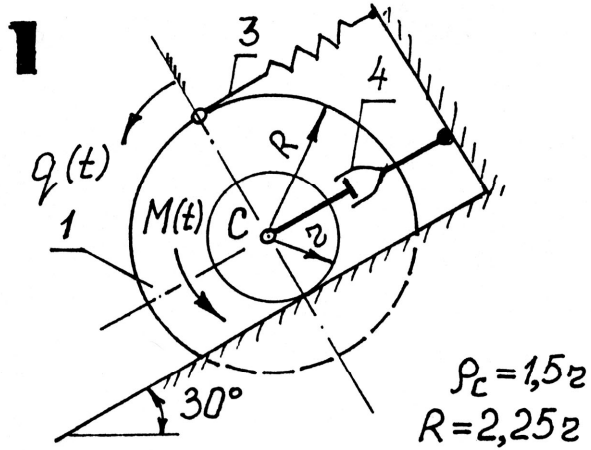
1. Составить дифференциальное уравнение малых колебаний системы.
2. Получить решение этого уравнения и, используя заданные начальные условия, определить постоянные интегрирования.
3. Определить период установившихся вынужденных колебаний T_e и добротность системы D , а для вариантов с малым линейно-вязким сопротивлением ($n < k$) дополнительно: T_l - условный период затухающих колебаний, δ - логарифмический декремент колебаний, τ_0 - постоянную времени затухающих колебаний.

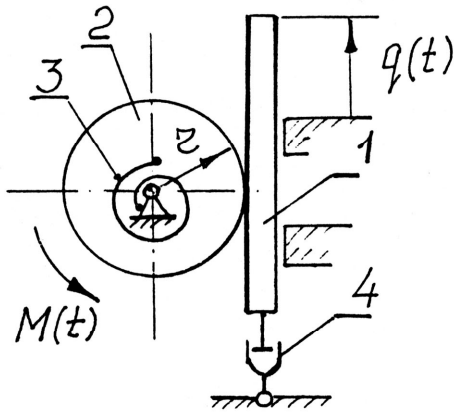
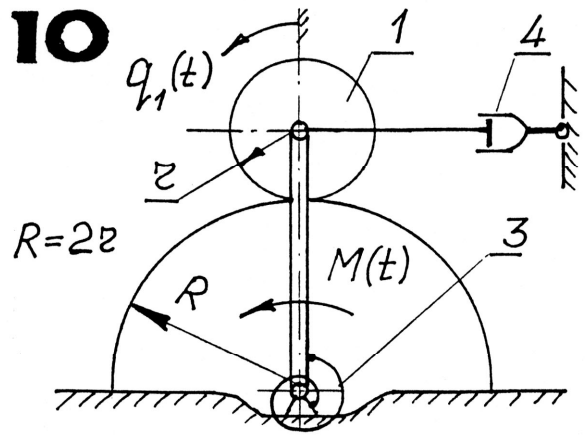
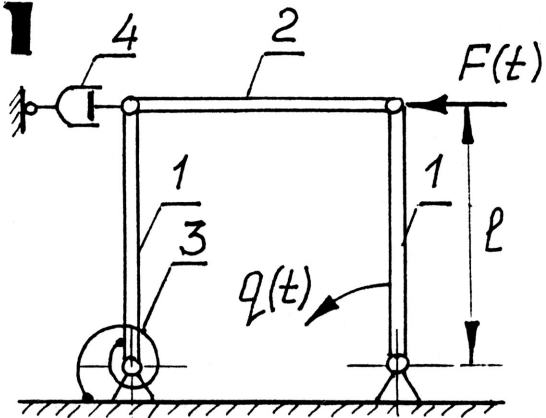
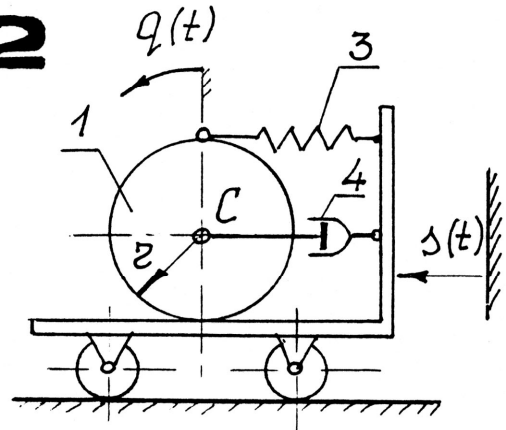
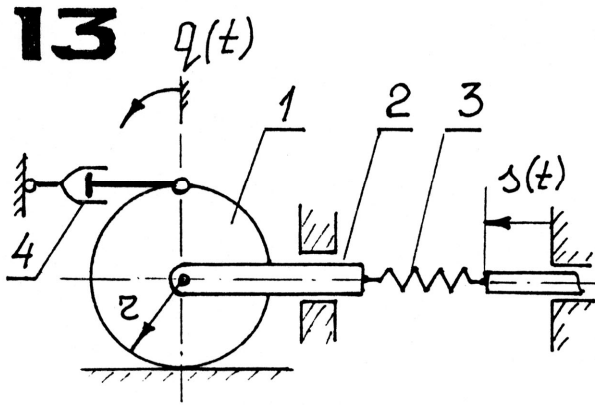
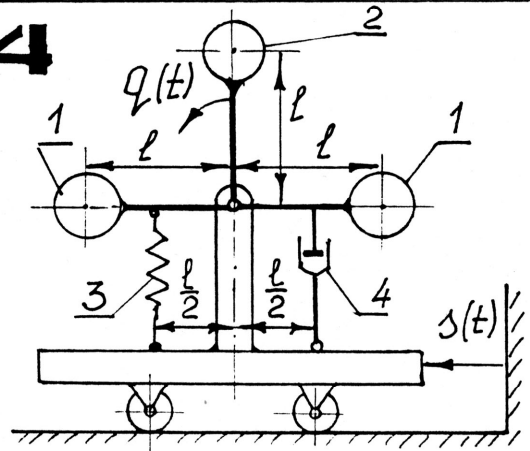
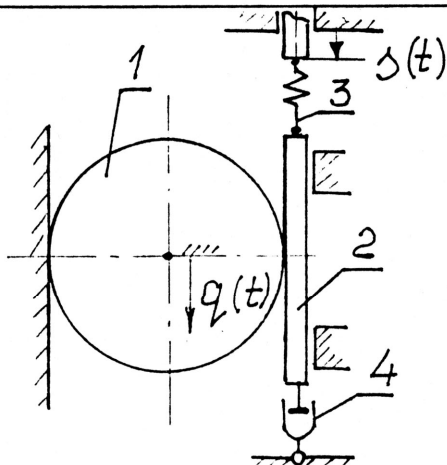
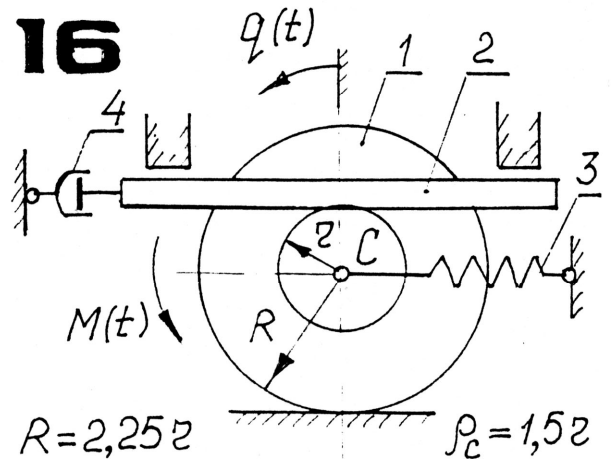
При выполнении домашнего задания "Малые колебания - исследование колебательного процесса" предполагается, что по истечении времени $4T_e + 3/n$ ($4T_e + 3\tau_0$) амплитуда внешнего воздействия увеличивается в два раза, а еще через такой же промежуток времени внешнее воздействие прекращается. Необходимо:

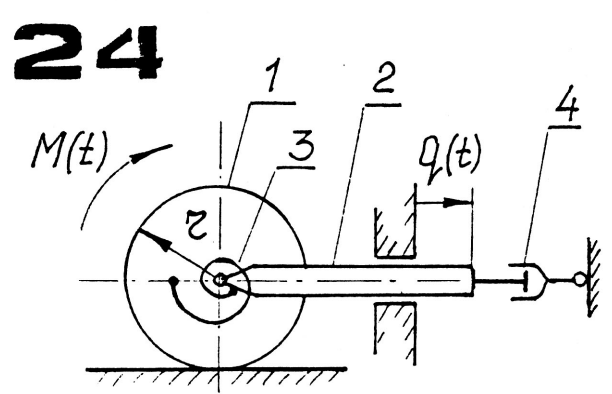
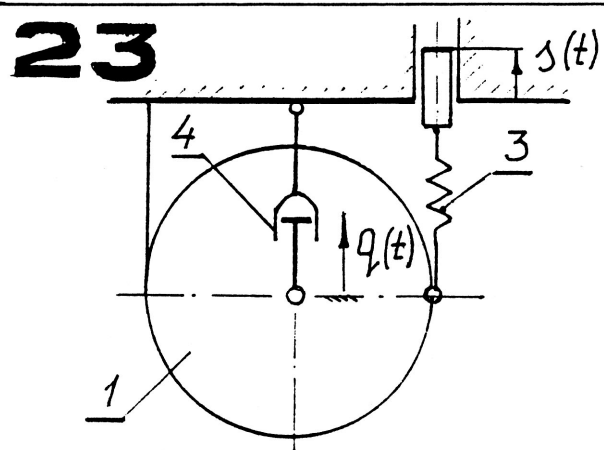
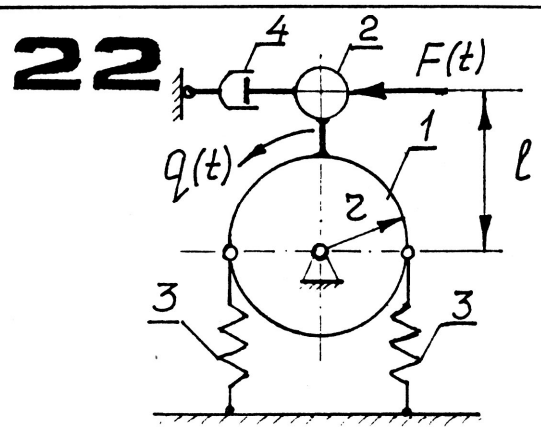
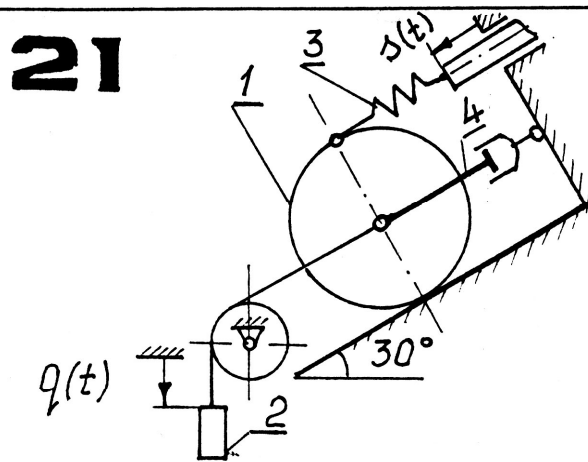
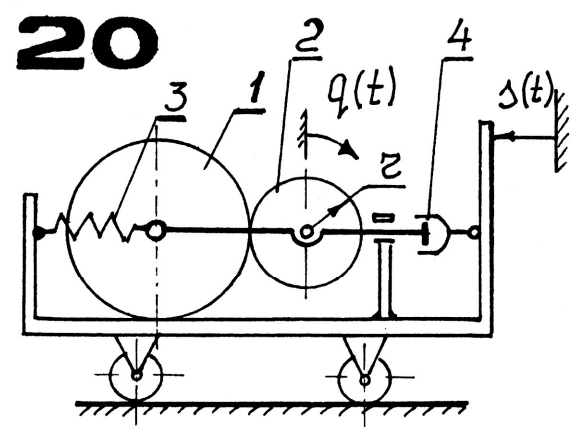
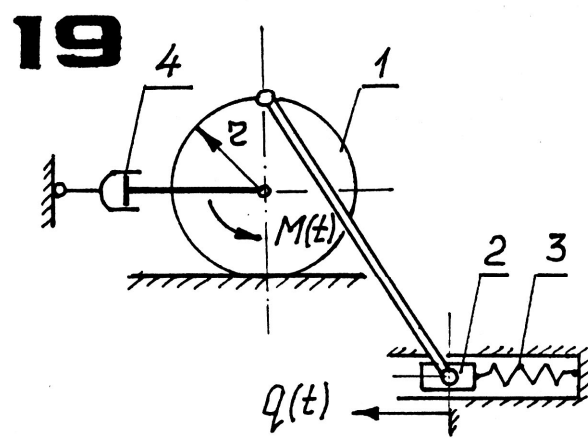
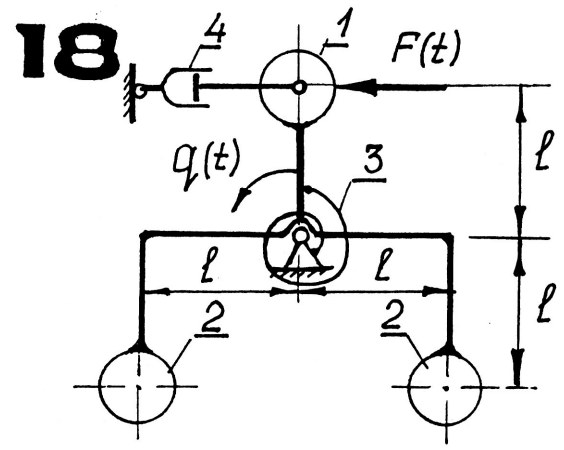
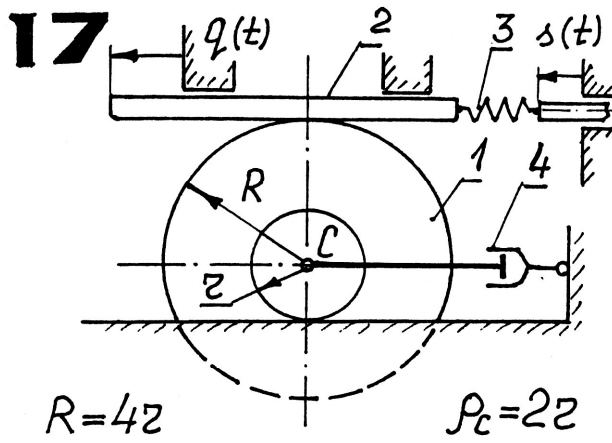
1. Исследовать амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики системы.
2. Исследовать процессы перехода от начального возмущенного состояния к установившимся вынужденным колебаниям, от установившихся вынужденных колебаний при исходной амплитуде внешнего воздействия к установившимся колебаниям при удвоении амплитуды и от последних к состоянию покоя после прекращения внешнего воздействия.
3. Построить график $q(t)$, включающий все переходные процессы.

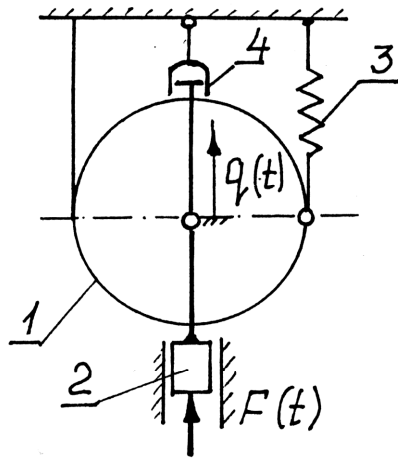
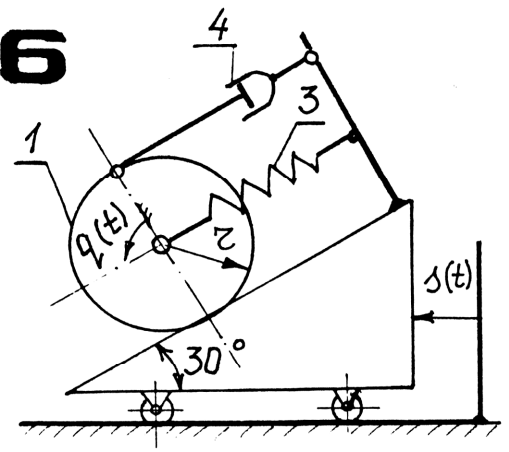
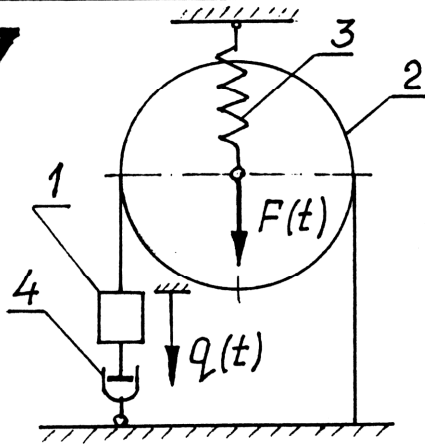
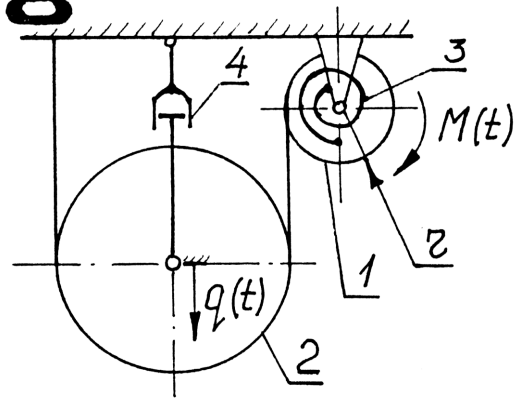
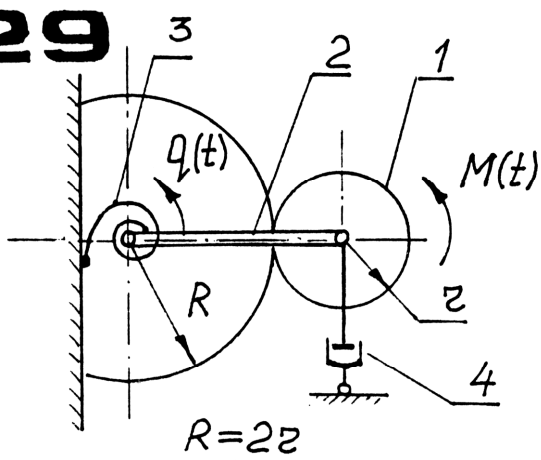
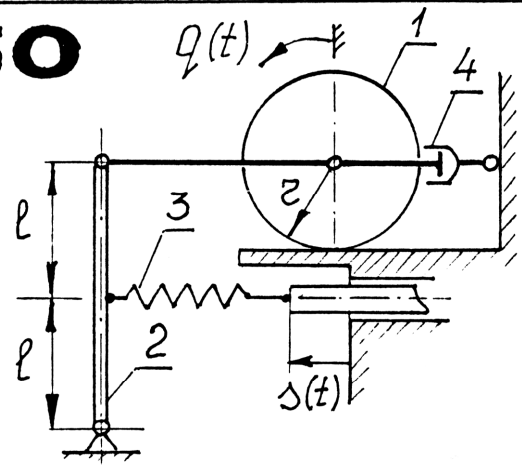
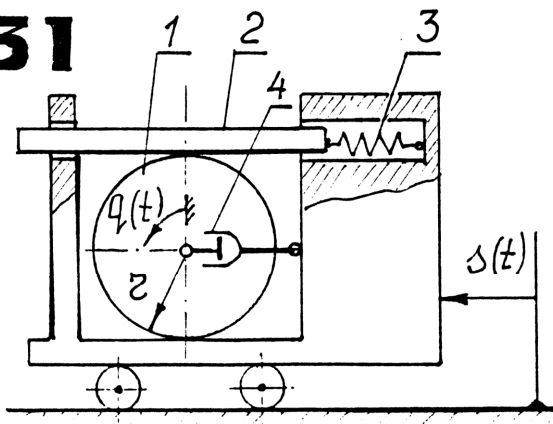
ТАБЛИЦА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.

| № | r | l | m₁ | m₂ | c₃ | Δ_{см₃} | μ₄ | F₀(M₀) | s₀ | p | q(0) | q̇(0) |
|------------|----------|----------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------|---------------|------------------------------|
| <i>вар</i> | <i>м</i> | <i>м</i> | <i>к₂</i> | <i>к₂</i> | $\frac{H}{M}(\frac{H \cdot M}{рад})$ | <i>м</i> (рад) | <i>H·с/м</i> | <i>H·с/м</i> | <i>м</i> | <i>рад/с</i> | <i>м(рад)</i> | $\frac{м}{с}(\frac{рад}{с})$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 0,4 | – | 50 | – | – | 0,1 | 1300 | 100 | – | 5 | -0,2 | 1 |
| 2 | 0,25 | – | 100 | – | – | 0,1 | 500 | – | 0,1 | 10 | 0,1 | -1 |
| 3 | – | – | 6,8 | 8 | – | 0,034 | 196 | – | 0,03 | 11 | 0,05 | -1 |
| 4 | 0,1 | – | 3,8 | 4 | – | 0,019 | 78,4 | 3 | – | 10 | 0,01 | -0,1 |
| 5 | 0,1 | – | 2 | – | – | – | 6 | – | 0,02 | 4 | 0,05 | 0,1 |
| 6 | – | 1 | 1 | – | 45,8 | – | 2 | – | 0,01 | 5 | 0,01 | 0,5 |
| 7 | – | 0,4 | 6 | – | 36,63 | – | 15 | – | 0,03 | 5 | 0,1 | -10 |
| 8 | 0,2 | 0,4 | 12 | 4 | 1073,5 | – | 480 | 10 | – | 9 | 0,02 | -0,5 |
| 9 | 0,1 | – | 2 | 4 | – | 0,25 | 67,2 | 1 | – | 15 | -0,02 | -0,5 |
| 10 | 0,1 | – | 5 | – | 147 | – | 210 | 9 | – | 10 | 0,06 | 0,6 |
| 11 | – | 0,5 | 3 | 6 | 244,1 | – | 96 | 20 | – | 8 | 0,1 | 1 |
| 12 | 0,5 | – | 10 | – | 6000 | – | 150 | – | 0,03 | 50 | 0,1 | -1 |
| 13 | 0,1 | – | 4 | 1 | 700 | – | 21 | – | 0,002 | 10 | 0,02 | 0,5 |
| 14 | – | 0,5 | 0,5 | 1 | 3278,4 | – | 96 | – | 0,05 | 16 | 0,1 | -0,5 |
| 15 | – | – | 4 | 1 | 122,5 | – | 15 | – | 0,2 | 5 | -0,1 | -1 |
| 16 | 0,4 | – | 100 | 50 | 20150 | – | 500 | 200 | – | 10 | 0,1 | -1 |
| 17 | 0,25 | – | 200 | 88 | 512 | – | 1920 | – | 0,01 | 2 | 0,05 | 0,3 |
| 18 | – | 1 | 2 | 1 | 384 | – | 120 | 36 | – | 8 | 0,05 | 0,5 |
| 19 | 0,2 | – | 8 | 2 | 500 | – | 400 | 12 | – | 11 | 0,05 | -2,0 |
| 20 | 0,2 | – | 24 | 6 | 7605 | – | 450 | – | 0,01 | 12 | 0,05 | 0,5 |
| 21 | – | – | 4 | 4 | – | 0,06 | 120 | – | 0,024 | 10 | 0,02 | 0,1 |
| 22 | 0,4 | 0,8 | 4 | 2 | 549 | – | 30 | 20 | – | 20 | 0,02 | -0,5 |
| 23 | – | – | 3 | – | 288 | – | 45 | – | 0,1 | 40 | 0,01 | 0,1 |
| 24 | 0,2 | – | 20 | 10 | 640 | – | 320 | 100 | – | 20 | 0,05 | 0,2 |
| 25 | – | – | 10 | 5 | 4500 | – | 200 | 120 | – | 20 | 0,02 | 0,1 |
| 26 | 0,2 | – | 20 | – | 1080 | – | 15 | – | 0,02 | 5 | 0,1 | 0,5 |
| 27 | – | – | 4 | 16 | – | 0,12 | 20 | 40 | – | 8 | -0,15 | -1 |
| 28 | 0,2 | – | 2 | 4 | 6,4 | – | 40 | 1,5 | – | 6 | 0,1 | -0,5 |
| 29 | 0,1 | – | 6 | 3 | 360 | – | 60 | 10 | – | 30 | 0,1 | 0 |
| 30 | 0,2 | 0,5 | 6 | 3 | 1058,8 | – | 100 | – | 0,02 | 10 | 0,06 | 0,5 |
| 31 | 0,2 | – | 6 | 4 | 625 | – | 300 | – | 0,02 | 19 | 0,05 | -0,5 |
| 32 | 0,2 | – | 18 | 8 | 1600 | – | 500 | 500 | – | 12 | 0,05 | -1 |



9**10****11****12****13****14****15****16**



25**26****27****28****29****30****31****32**