

**Вариант 1.**

1. На осциллятор массы  $m$  без затухания с собственной частотой  $\omega_0$  действует вынуждающая сила по закону  $F = F_0 \cos \omega t$ . При каких начальных условиях  $(x_0, \dot{x}_0)$  с самого начала будут происходить только вынужденные колебания? Найти закон  $x(t)$  в этом случае.
2. Тело массой  $m$ , подвешенное на пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой  $A$  и частотой  $\omega$ . Собственная частота равна  $\omega_0$ . Найти среднюю за период механическую энергию колебаний данного осциллятора.
3. Период собственных колебаний пружинного маятника равен  $0,27$ с. В вязкой среде период того же маятника равен  $0,33$ с. Определить резонансную частоту колебаний.

## Вариант 2

1. Шарик массы  $m$  может совершать незатухающие колебания около точки  $x=0$  с собственной частотой  $\omega_0$ . В момент  $t=0$ , когда шарик находился в состоянии равновесия, к нему приложена вынуждающая сила  $F_x = F_0 \cos \omega t$ , совпадающая с осью  $x$ . Найти закон вынужденных колебаний.
2. Найти разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота  $\omega_0=50 \text{ с}^{-1}$  и коэффициент затухания  $\beta=5,2 \text{ с}^{-1}$ .
3. При неизменной амплитуде вынуждающей силы, амплитуда вынужденных колебаний при частотах  $\omega_1 = 100\text{с}^{-1}$  и  $\omega_2 = 300\text{с}^{-1}$  оказалась одинаковой. Найти резонансную частоту.

### Вариант 3

1. Шарик массы  $m$  может совершать незатухающие колебания около точки  $x=0$  с собственной частотой  $\omega_0$ . В момент  $t=0$ , когда шарик находился в состоянии равновесия, к нему приложена вынуждающая сила  $F_x = F_0 \cos \omega t$ , совпадающая с осью  $x$ . Найти закон вынужденных колебаний, если частота вынуждающей силы равна собственной частоте колебаний маятника.
2. Оценить, через сколько времени установятся колебания в системе с добротностью  $Q=1 \cdot 10^6$  и собственной частотой  $\omega_0=5000 \text{ с}^{-1}$  при резонансном воздействии на эту систему вынуждающей гармонической силы.
3. Железный стержень подвешенный к пружине, совершает свободные колебания с частотой  $\omega' = 20 \text{ с}^{-1}$  причём амплитуда колебаний уменьшилась в 2 раза за время  $\tau = 1,11 \text{ с}$ . Снизу помещена катушка, питаемая током с частотой  $\omega = 11 \text{ с}^{-1}$ . Стержень колеблется с амплитудой 1,5мм. При какой частоте тока в катушке наблюдается резонанс? Чему равна амплитуда при резонансе? (Учесь что частота вынуждающей силы равна удвоенной частоте тока в катушке.) ( $\omega_{\text{рез}} = \frac{1}{2} \sqrt{\omega'^2 - (\ln \eta / \tau)^2} = \frac{1}{2} \omega' = 10 \text{ с}^{-1}$ ,  $a_{\text{рез}} = 7 \text{ мм}$ )

### Вариант 4

1. На осциллятор массы  $m$  без затухания с собственной частотой  $\omega_0$  действует вынуждающая сила по закону  $F = F_0 \cos \omega t$ . При каких начальных условиях  $(x_0, \dot{x}_0)$  с самого начала будут происходить только вынужденные колебания? Найти закон  $x(t)$  в этом случае.
2. Тело массой  $m$ , подвешенное на пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой  $A$  и частотой  $\omega$ . Собственная частота равна  $\omega_0$ . Найти среднюю за период механическую энергию колебаний данного осциллятора.
3. При частотах вынуждающей гармонической силы  $\omega_1$  и  $\omega_2$  амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти частоту, соответствующую резонансу, коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний частицы. ( $\omega_{\text{рез}} = \sqrt{\{\omega_1 \omega_2\}}$ ;  $\beta = [(\omega_2 - \omega_1) / (\sqrt{12})]$ ;  
 $\omega = \sqrt{\{\omega_1 \omega_2 - (\omega_2 - \omega_1)^2 / 12\}}$ )

### Вариант 5

1. Частица массы  $m$  может совершать незатухающие гармонические колебания под действием упругой силы с коэффициентом  $k$ . Когда частица находилась в состоянии равновесия, к ней приложили постоянную силу  $F$ , которая действовала в течение  $\tau$  секунд. Найти амплитуду колебаний частицы после окончания действия этой силы.
2. Найти добротность осциллятора, у которого отношение резонансной частоты к частоте затухающих колебаний равно  $0,97$ .
3. Шарик массой  $50\text{г}$  подвешен на невесомой пружине жёсткостью  $20\text{Н/м}$ . Под действием вынуждающей гармонической силы с частотой  $25\text{рад/с}$  шарик совершает установившиеся колебания с амплитудой  $a = 1,3\text{см}$ . При этом смещение шарика отстаёт от вынуждающей силы на  $\varphi = 3\pi/4$ . Определить работу вынуждающей силы за один период колебания в мДж.  
( $A = ma\pi(\omega_0^2 - \omega^2)tg \varphi = 6\text{мДж}$ )

### Вариант 6

1. Шарик массы  $m$ , подвешенный к пружине, удлиняет ее на  $\Delta l$ . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по гармоническому закону с амплитудой  $F_0$ , шарик совершает вынужденные колебания. Логарифмический декремент затухания  $\lambda$ . Пренебрегая массой пружинки, найти частоту вынуждающей силы, при которой амплитуда смещения шарика максимальна. Чему равна максимальная амплитуда колебаний.
2. Амплитуда смещения вынужденных колебания при частотах  $\omega_1=40 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_2=60 \text{ с}^{-1}$  равны между собой. Найти частоту, при которой амплитуда максимальна.
3. Маятник длиной 62см с грузом 240г совершает колебания под воздействием вынуждающей силы, амплитуда которых 0,07м и силы сопротивления пропорциональной скорости  $F = -0,275v$ . Определить добротность системы. Округлить до сотых. (3,43)

## Вариант 7

1. Осциллятор массы  $m$  движется по закону  $x = A \sin \omega t$  под действием вынуждающей силы  $F_x = F_0 \cos \omega t$ . Найти коэффициент затухания осциллятора.
2. Некоторая резонансная кривая соответствует осциллятору с логарифмическим декрементом затухания  $\lambda=1,6$ . Найти для этой кривой отношение максимальной амплитуды смещения к амплитуде смещения при очень малой частоте.
3. Тело массой 20г совершает вынужденные колебания под действием вынуждающей силы  $f = 5 \cos \pi t$ . Система совершает установившиеся колебания по закону  $x = 120 \sin(\pi t - \pi/6)$ . Определить работу вынуждающей силы за один период колебаний. (5кДж)

### Вариант 8

1. Найти выражение для вынуждающей силы, под действием которой осциллятор массы  $m$  с коэффициентом затухания  $\beta$  испытывает колебания по закону  $x = A \sin(\omega_0 t - \varphi)$ , где  $\omega_0$  – собственная частота осциллятора.
2. Тело массы  $m$ , подвешенное к пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой  $A$  и частотой  $\omega$ . Собственная частота колебаний  $\omega_0$ . Найти среднюю за период механическую энергию данного осциллятора.
3. Шарик массой 50г подвешен на невесомой пружине жёсткостью 20Н/м. Под действием вынуждающей вертикальной силы с частотой  $\omega = 25$  рад/с шарик совершает установившиеся колебания с амплитудой  $a = 1,3$  см. При этом смещение шарика отстает по фазе от вынуждающей силы на  $\varphi = 3\pi/4$ . Найти добротность системы. ( $Q = 0,35$ )

## Вариант 9

1. Найти максимальное значение амплитуды смещения осциллятора, совершающего установившиеся колебания под действием вынуждающей гармонической силы с амплитудой  $F_0=2,5$  Н, если частота затухающих колебаний данного осциллятора  $100 \text{ с}^{-1}$  и коэффициент сопротивления  $0,5$  кг/с.
2. При частотах вынуждающей силы  $\omega_1=20 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_2=80 \text{ с}^{-1}$  амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти частоту, соответствующую резонансу.
3. Под действием внешней вертикальной силы  $F = F_0 \cos \omega t$ , тело, подвешенное на пружине, совершает установившиеся вынужденные колебания по закону  $x = a \sin(\omega t - \varphi)$ . Найти работу силы за период.

### Вариант 10

1. Под действием момента сил  $N_z = N_0 \cos \omega t$  тело совершает вынужденные крутильные колебания по закону  $\varphi = \varphi_0 \cos(\omega t - \alpha)$ . Найти работу сил трения, действующих на тело, за период колебаний.
2. Тело массой 10 г совершает затухающие колебания с максимальной амплитудой  $A_{\max} = 7$  см, начальной фазой  $\phi_0 = 0$  и коэффициентом затухания  $\beta = 1,6 \text{ с}^{-1}$ . На это тело начала действовать внешняя периодическая сила  $F$ , под действием которой установились вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний имеет вид  $x = 5 \sin(10\pi t - 3\pi/4)$  см. Найти (с числовыми коэффициентами) уравнение собственных колебаний и уравнение внешней периодической силы.
3. Определить амплитуду вынужденных колебаний груза массой 19г, подвешенного на пружине жесткостью 19н/м, если действует вынуждающая сила с амплитудой 1Н и частотой в 2 раза большей собственной частоты, а коэффициент затухания равен  $9\text{с}^{-1}$ . Ответ дать в мм и округлить до сотых. (0,26мм)

## Вариант 11

1. Осциллятор массы  $m$  движется по закону  $x = A \sin \omega t$  под действием вынуждающей силы  $F_{\tau} = F_0 \cos(\omega t)$ . Найти коэффициент затухания  $\beta$  осциллятора.
2. При частотах вынуждающей силы  $\omega_1 = 20 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_2 = 80 \text{ с}^{-1}$  амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний.
3. Частота свободных колебаний некоторой системы  $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$ , Резонансная частота  $\omega_{\text{рез}} = 99 \text{ с}^{-1}$ . Определить добротность системы. (4)

## Вариант 12

1. Гири́ массой 200 г, висящая на вертикальной пружине совершает затухающие колебания с коэффициентом затухания  $0,75 \text{ с}^{-1}$ . Жесткость пружины  $0,5 \text{ кН/м}$ . Начертите зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты внешней периодической силы. Максимальное значение внешней силы  $0,98 \text{ Н}$ . (Для построения графика найдите значения амплитуды для частот:  $\omega=0$ ,  $\omega=0.5\omega_0$ ,  $\omega=0.75\omega_0$ ,  $\omega=\omega_0$ ,  $\omega=1.5\omega_0$ ,  $\omega=2\omega_0$ , где  $\omega_0$  – собственная частота колебаний подвешенной гири).
2. Найти среднюю мощность гармонической вынуждающей силы, если коэффициент затухания осциллятора равен  $\beta$ , а полная энергия его установившихся колебаний не зависит от времени и равна  $E$ .
3. Шарик массой 50г подвешен на невесомой пружине жёсткостью  $20\text{Н/м}$ . Под действием вынуждающей гармонической вертикальной силы с частотой  $\omega = 25\text{рад/с}$  шарик совершает установившиеся колебания с амплитудой  $a = 1,3\text{см}$ . При этом смещение шарика отстаёт по фазе от вынуждающей силы на  $\varphi = 3\pi/4$ . Найти добротность системы. ( $Q = 0,35$ )

### Вариант 13

1. Шарик массы  $m$ , подвешенный на невесомой пружине, может совершать вертикальные колебания с коэффициентом затухания  $\beta$ . Собственная частота колебаний  $\omega_0$ . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по закону  $F_x = F_0 \cos \omega t$ , шарик совершает установившиеся гармонические колебания. Найти среднюю за период колебаний мощность силы  $F$ .
2. При частотах вынуждающей силы  $\omega_1=20 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_2=80 \text{ с}^{-1}$  амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний.
3. Маятник, состоящий из легкой нити длиной 82см с грузом 126г на конце, совершает колебания под воздействием вынуждающей силы, амплитудное значение которой 0,073Н и силы сопротивления пропорциональной скорости  $F = -0,113v$ . Определить добротность системы и округлить до сотых. (3,84)

## Вариант 14

1. Шарик массы  $m$ , подвешенный на невесомой пружине, может совершать вертикальные колебания с коэффициентом затухания  $\beta$ . Собственная частота колебаний  $\omega_0$ . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по закону  $F_x = F_0 \cos \omega t$ , шарик совершает установившиеся гармонические колебания. Найти частоту вынуждающей силы, при которой средняя мощность максимальна.
2. Найти разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота  $100 \text{ с}^{-1}$  и коэффициент затухания  $\beta=3,4 \text{ с}^{-1}$ .
3. В колебательной системе совершаются вынужденные колебания с частотой  $13 \text{ Гц}$ . При увеличении частоты вынуждающей силы в 9 раз, амплитуда колебаний не изменилась. Найти собственную частоту колебаний системы, пренебрегая коэффициентом затухания. (3,82)

### Вариант 15

1. На осциллятор массы  $m$  без затухания с собственной частотой  $\omega_0$  действует вынуждающая сила по закону  $F = F_0 \cos \omega t$ . При каких начальных условиях  $(x_0, \dot{x}_0)$  с самого начала будут происходить только вынужденные колебания? Найти закон  $x(t)$  в этом случае.
2. Тело массой  $m$ , подвешенное на пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой  $A$  и частотой  $\omega$ . Собственная частота равна  $\omega_0$ . Найти среднюю за период механическую энергию колебаний данного осциллятора.
3. Амплитуда вынужденных гармонических колебаний при частотах  $\omega_1 = 400 \text{ рад/с}$  и  $\omega_2 = 600 \text{ рад/с}$  равны между собой. Найти частоту, при которой амплитуда максимальна.

### Вариант 16

1. Шарик массы  $m$  может совершать незатухающие колебания около точки  $x=0$  с собственной частотой  $\omega_0$ . В момент  $t=0$ , когда шарик находился в состоянии равновесия, к нему приложена вынуждающая сила  $F_x = F_0 \cos \omega t$ , совпадающая с осью  $x$ . Найти закон вынужденных колебаний.
2. Найти разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота  $\omega_0=50 \text{ с}^{-1}$  и коэффициент затухания  $\beta=5,2 \text{ с}^{-1}$ .
3. Определить амплитуду вынужденных колебаний груза массой 123г, подвешенного к пружине жесткостью 9Н/м, если действует вынуждающая сила с амплитудой 9Н и частотой в 2 раза больше собственной частоты системы. Коэффициент затухания равен 1с. Ответ округлить до тысячных (0,329)

## Вариант 17

1. Шарик массы  $m$  может совершать незатухающие колебания около точки  $x=0$  с собственной частотой  $\omega_0$ . В момент  $t=0$ , когда шарик находился в состоянии равновесия, к нему приложена вынуждающая сила  $F_x = F_0 \cos \omega t$ , совпадающая с осью  $x$ . Найти закон вынужденных колебаний, если частота вынуждающей силы равна собственной частоте колебаний маятника.
2. Оценить, через сколько времени установятся колебания в системе с добротностью  $Q=1 \cdot 10^6$  и собственной частотой  $\omega_0=5000 \text{ с}^{-1}$  при резонансном воздействии на эту систему вынуждающей гармонической силы.
3. Шарик массой 50г подвешен на невесомой пружине жёсткостью 20Н/м. Под действием вынуждающей гармонической вертикальной силы с частотой  $\omega = 25 \text{ рад/с}$  шарик совершает установившиеся колебания с амплитудой  $a = 1,3 \text{ см}$ . При этом смещение шарика отстаёт по фазе от вынуждающей силы на  $\varphi = 3\pi/4$ . Определить работу вынуждающей силы за период. ( $A = m a \omega (\omega_0^2 - \omega^2) \text{tg } \varphi = 6 \text{ мДж}$ )

## Вариант 18

1. Частица массы  $m$  может совершать незатухающие гармонические колебания под действием упругой силы с коэффициентом  $k$ . Когда частица находилась в состоянии равновесия, к ней приложили постоянную силу  $F$ , которая действовала в течение  $\tau$  секунд. Найти амплитуду колебаний частицы после окончания действия этой силы.
2. Найти добротность осциллятора, у которого отношение резонансной частоты к частоте затухающих колебаний равно  $0,97$ .
3. Тело совершает вынужденные колебания в среде с сопротивлением  $r = 0,2 \text{ г/с}$ . Определить амплитудное значение вынуждающей силы, если резонансная амплитуда  $2 \text{ см}$ , а собственная частота  $10 \text{ Гц}$ .

### Вариант 19

1. Шарик массы  $m$ , подвешенный к пружине, удлиняет ее на  $\Delta l$ . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по гармоническому закону с амплитудой  $F_0$ , шарик совершает вынужденные колебания. Логарифмический декремент затухания  $\lambda$ . Пренебрегая массой пружинки, найти частоту вынуждающей силы, при которой амплитуда смещения шарика максимальна. Чему равна максимальная амплитуда колебаний.
2. Амплитуда смещения вынужденных колебания при частотах  $\omega_1=40 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_2=60 \text{ с}^{-1}$  равны между собой. Найти частоту, при которой амплитуда максимальна.
3. Под действием внешней вертикальной силы  $F = F_0 \cos \omega t$ , тело, подвешенное на пружине, совершает установившиеся вынужденные колебания по закону  $x = a \sin(\omega t - \varphi)$ . Найти работу силы за период. ( $A = F_0 a \lambda \sin \varphi$ )

## Вариант 20

1. Осциллятор массы  $m$  движется по закону  $x = A \sin \omega t$  под действием вынуждающей силы  $F_x = F_0 \cos \omega t$ . Найти коэффициент затухания осциллятора.
2. Некоторая резонансная кривая соответствует осциллятору с логарифмическим декрементом затухания  $\lambda=1,6$ . Найти для этой кривой отношение максимальной амплитуды смещения к амплитуде смещения при очень малой частоте.
3. Пружинный маятник (массой 100г, жёсткость пружины 10Н/м) совершает вынужденные колебания в вязкой среде с коэффициентом сопротивления  $r = 0,02\text{кг/с}$ . Определить коэффициент затухания и резонансную амплитуду колебаний, если амплитудное значение вынуждающей силы равно 10мН.

## Вариант 21

1. При неизменной амплитуде вынуждающей силы амплитуда скорости при частотах  $\omega_1 = 100\text{с}^{-1}$  и  $\omega_2 = 300\text{с}^{-1}$  оказалась одинаковой. Найти частоту, при которой амплитуда скорости минимальна.
2. Найти выражение для вынуждающей силы, под действием которой осциллятор массы  $m$  с коэффициентом затухания  $\beta$  испытывает колебания по закону  $x = A\sin(\omega_0 t - \varphi)$ , где  $\omega_0$  – собственная частота осциллятора.
3. Тело массы  $m$ , подвешенное к пружине, совершает вынужденные колебания с амплитудой  $A$  и частотой  $\omega$ . Собственная частота колебаний  $\omega_0$ . Найти среднюю за период механическую энергию данного осциллятора

## Вариант 22

1. Под действием момента сил  $N_z = N_0 \cos \omega t$  тело совершает вынужденные крутильные колебания по закону  $\varphi = \varphi_0 \cos(\omega t - \alpha)$ . Найти работу сил трения, действующих на тело, за период колебаний.
2. Тело массой 10 г совершает затухающие колебания с максимальной амплитудой  $A_{\max} = 7$  см, начальной фазой  $\phi_0 = 0$  и коэффициентом затухания  $\beta = 1,6 \text{ с}^{-1}$ . На это тело начала действовать внешняя периодическая сила  $F$ , под действием которой установились вынужденные колебания. Уравнение вынужденных колебаний имеет вид  $x = 5 \sin(10\pi t - 3\pi/4)$  см. Найти (с числовыми коэффициентами) уравнение собственных колебаний и уравнение внешней периодической силы.
3. При частотах вынуждающей силы  $\omega_1 = 100 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_2 = 400 \text{ с}^{-1}$  амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту, при которой амплитуда скорости максимальна.

### Вариант 23

1. Осциллятор массы  $m$  движется по закону  $x = A \sin \omega t$  под действием вынуждающей силы  $F_{\tau} = F_0 \cos(\omega t)$ . Найти коэффициент затухания  $\beta$  осциллятора.
2. При частотах вынуждающей силы  $\omega_1 = 20 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_2 = 80 \text{ с}^{-1}$  амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний.
3. Определить амплитуду вынужденных колебаний груза массой 230г, подвешенного на пружине жесткостью 40Н/м, если действует вынуждающая сила с амплитудой 8Н и частотой в 2 раза большей собственной частоты. Коэффициент затухания  $3 \text{ с}^{-1}$ . (510м)

## Вариант 24

1. Гири массой 200 г, висящая на вертикальной пружине совершает затухающие колебания с коэффициентом затухания  $0,75 \text{ с}^{-1}$ . Жесткость пружины  $0,5 \text{ кН/м}$ . Начертите зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты внешней периодической силы. Максимальное значение внешней силы  $0,98 \text{ Н}$ . (Для построения графика найдите значения амплитуды для частот:  $\omega=0$ ,  $\omega=0.5\omega_0$ ,  $\omega=0.75\omega_0$ ,  $\omega=\omega_0$ ,  $\omega=1.5\omega_0$ ,  $\omega=2\omega_0$ , где  $\omega_0$  – собственная частота колебаний подвешенной гири).
2. Найти среднюю мощность гармонической вынуждающей силы, если коэффициент затухания осциллятора равен  $\beta$ , а полная энергия его установившихся колебаний не зависит от времени и равна  $E$ .
3. Во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний будет меньше резонансной амплитуды, если частота изменения вынуждающей силы в 2 раза больше резонансной частоты? Коэффициент затухания равен  $0,1\omega_0$  ( $\omega_0$  – собственная частота).

## Вариант 25

1. Шарик массы  $m$ , подвешенный на невесомой пружине, может совершать вертикальные колебания с коэффициентом затухания  $\beta$ . Собственная частота колебаний  $\omega_0$ . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по закону  $F_x = F_0 \cos \omega t$ , шарик совершает установившиеся гармонические колебания. Найти среднюю за период колебаний мощность силы  $F$ .
2. При частотах вынуждающей силы  $\omega_1=20 \text{ с}^{-1}$  и  $\omega_2=80 \text{ с}^{-1}$  амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний.
3. Грузик массой  $10\text{г}$  подвесили к пружине с коэффициентом жёсткости  $5\text{Н/м}$  и поместили в среду с коэффициентом сопротивления  $0,3\text{кг/с}$ . Определить резонансную амплитуду, если вынуждающая сила меняется по закону  $F = 0,02\sin(\omega t + \varphi_0)$ .

## Вариант 26

1. Шарик массы  $m$ , подвешенный на невесомой пружине, может совершать вертикальные колебания с коэффициентом затухания  $\beta$ . Собственная частота колебаний  $\omega_0$ . Под действием внешней вертикальной силы, меняющейся по закону  $F_x = F_0 \cos \omega t$ , шарик совершает установившиеся гармонические колебания. Найти частоту вынуждающей силы, при которой средняя мощность максимальна.
2. Найти разность фаз между смещением и вынуждающей силой при резонансе смещения, если собственная частота  $100 \text{ с}^{-1}$  и коэффициент затухания  $\beta=3,4 \text{ с}^{-1}$
3. Тело массой 20г совершает вынужденные колебания под действием вынуждающей силы  $F = 5 \cos \pi t$ . Система совершает установившиеся колебания по закону  $x = 120 \sin(\pi t - \pi/6)$ . Определить работу вынуждающей силы в кДж за один период колебаний. (15кДж)