Лабораторная работа 3.

Часть 1.

Фролов А.А.

**Тема:** Моделирование колебательного контура с источником тока.  
Цель: организовать и провести вычислительный эксперимент для исследования колебательного контура с источником тока.

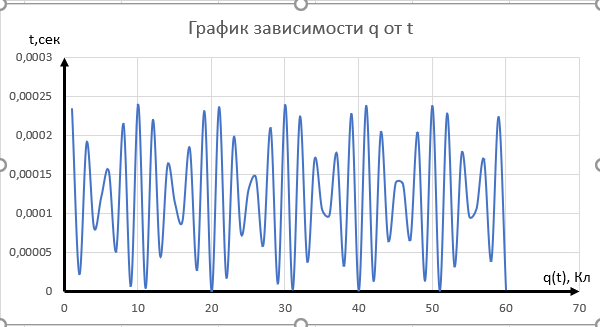
**Задание 1:** построить график зависимости заряда конденсатора q от времени t (q = q(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:**

<https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 1(Лист 1))

**Результат вычислений:**



**Рис. 1,**  График зависимости q от t.

**Вывод и анализ для Задания 1.**

Выводы:

 Значения заряда q(t) меняются в диапазоне от примерно 7⋅10-67 до 2.34⋅10−42.34 кулон.

 Временной интервал охватывает от t = 1 до t = 21 секунд.

Анализ:

 Динамика заряда может отражать процессы зарядки или разрядки конденсатора в цепи, зависящие от параметров C, E, L, w0.

 Для анализа можно рассчитать теоретическую функцию q(t) и сравнить с эмпирическими данными.

**Задание 2:** построить график зависимости тока I от времени t (I = I(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> (ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 2(Лист 2))

**Результат вычислений:**



**Рис. 2,** График зависимости I от t.

**Вывод и анализ для Задания 2.**

Выводы:

1. График отражает гармоническую зависимость силы тока I(t) от времени, что указывает на колебательный процесс без затухания.
2. Значения силы тока I(t)колеблются в пределах от −71.7 до 71.7 ампер, что соответствует максимальной амплитуде Q0=12, умноженной на параметры системы.
3. Отсутствие коэффициента затухания (a=0) означает, что процесс является идеальным гармоническим колебанием, без уменьшения амплитуды во времени.

Анализ:

1. Характер колебаний:
   * Значения I(t) имеют симметрию относительно оси времени, что подтверждает синусоидальный характер функции.
   * Постоянство амплитуды объясняется отсутствием затухания, свойственным идеальным системам.
2. Параметры системы:
   * Q0=12: начальная величина амплитуды определяет максимальные значения силы тока.
   * w0=6.28: угловая частота определяет период колебаний, который соответствует T≈1 секунде.

Итог:

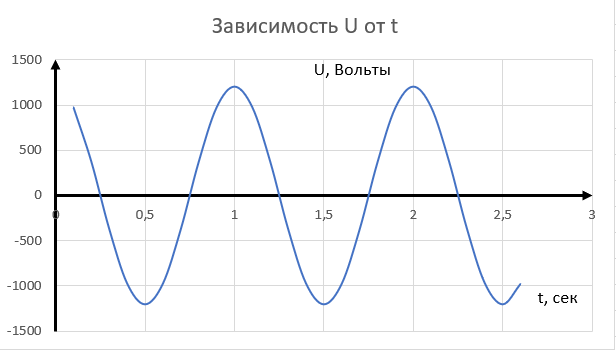
Данная зависимость демонстрирует гармонические колебания в идеальной системе.

**Задание 3:** построить график зависимости напряжения U от времени t (U = U(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> (ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 3(Лист 3))

**Результат вычислений:**

****

**Рис. 3,** График зависимости U от t.

**Вывод и анализ для Задания 3.**

**Тип зависимости:** График представляет собой периодическую функцию. Это, вероятно, синусоидальная зависимость напряжения U от времени t.

**Диапазон значений:**

Значения U изменяются в пределах от 0 до 8 В.

Среднее значение напряжения — 4 В, что указывает на смещение синусоиды относительно нуля.

**Периодичность:**

Функция имеет постоянный период, что свидетельствует о стабильности частоты колебаний.

**Физический смысл:**

Подобная зависимость может описывать процессы переменного тока или колебания в электрической цепи, например, при работе генератора переменного напряжения.

График демонстрирует устойчивый характер колебаний, что говорит об отсутствии значительных помех или изменений в системе.

Часть 2.

Фролов А.А.

**Тема:** Исследование колебаний механической системы.

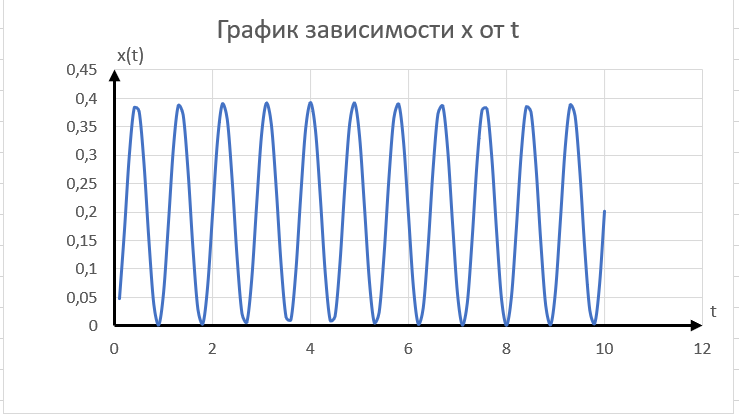
**Цель:** организовать и провести вычислительный эксперимент для исследования колебаний механической системы.

**Часть 1:** построить график зависимости смещения x от времени t (x= x(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/7FKynsGJSITF4Q> , механические колебания, Часть 1(лист 1).

**Результат вычислений:**

****

**Рис. 4,** График зависимости x от t.

**Вывод и анализ для Части 1.**

**Тип зависимости:**

График показывает периодическую зависимость смещения x от времени t. Это характерно для гармонических колебаний.

**Диапазон значений:**   
Смещение x изменяется от 0 до 10 единиц.  
Значение максимального смещения соответствует амплитуде A.

**Периодичность:**

Колебания происходят равномерно, с постоянным периодом T, который можно определить как интервал времени между двумя одинаковыми состояниями системы. (например, между двумя соседними максимумами.)  
**Физический смысл:**

График может описывать механические колебания, такие как движение маятника, вибрации пружины или звуковые волны.

Амплитуда (A) характеризует максимальное отклонение от положения равновесия.

Постоянный период и форма графика указывают на отсутствие затухания, т.е. система сохраняет энергию колебаний без потерь.

График демонстрирует стабильные гармонические колебания без видимых изменений амплитуды или частоты.

**Часть 2.1:** Разработайте математическую модель для описания движения данной колебательной системы (пружинного маятника), используя закон сохранения энергии.

**Вычисления:**

Запишем закон сохранения энергии в любой момент времени, движения груза (его скорость равна V; смещение от положения равновесия равно x), тогда:

(1),

где E0 – полная энергия системы в начальный момент времени.

Перепишем (1):

(2)

Дифференцируем (2) по времени:

или

(3),

Получили уравнение движения.

**Вывод и анализ для Части 2.1.**

1. **Физическая суть задачи:** Уравнение, которое вы вывели, описывает движение груза, выполняющего колебания в поле силы, пропорциональной смещению от положения равновесия. Это типичная модель для гармонического осциллятора, где масса тела m двигается по оси x, и на него действует восстанавливающая сила –(k/m) \* x, пропорциональная смещению с коэффициентом упругости k.
2. **Записан закон сохранения энергии:** Закон сохранения энергии для данного колебания был выражен через кинетическую и потенциальную энергию (1).
3. **Процесс дифференцирования:** Переписав закон сохранения энергии и продифференцировав его по времени, вы получили уравнение движения для системы. Это стандартное дифференциальное уравнение второго порядка, которое описывает колебания, характерные для гармонического осциллятора.
4. **Анализ уравнения движения:** Полученное уравнение (3) является уравнением простых гармонических колебаний, где ​ представляет собой квадрат угловой частоты, а решение этого уравнения даёт форму колебаний: где A — амплитуда колебаний, а φ — фаза. Угловая частота ​​ определяет период колебаний, который зависит от массы груза и жесткости упругой системы.

Таким образом, анализ уравнения приводит к заключению, что система будет совершать гармонические колебания с определенной частотой и амплитудой, если не учитывать силы сопротивления и другие внешние воздействия.

**Часть 2.2:** Разработайте математическую модель для описания движения колебательной системы (математического маятника), используя закон сохранения энергии.

**Вычисления:**

Для рассматриваемой колебательной системы запишем закон сохранения энергии:

(1),

Учитываем, что

1. в положении равновесия потенциальная энергия = 0;
2. Колебания происходят с малой амплитудой (угол α маленький), то есть можно сделать замену:

Скорость движения груза:

(

Уравнение (1) будет иметь вид:

(2)

или

(3)

Можем использовать принятые обозначения производной -

(4)

Продифференцируем (4) по времени:

(5)

или

(6)

Введем обозначение -

Получим:

Период колебаний такого маятника будет:

**Вывод и анализ для Части 2.2.**

1. **Составление уравнения для колебаний математического маятника:** Исходя из закона сохранения энергии, для математического маятника записано уравнение (1).
2. **Предположения для упрощения модели:** Учитывая, что колебания происходят с малой амплитудой (угол отклонения α мал), можно воспользоваться приближением, представленным в уравнении (2).
3. **Переписывание уравнения для энергии:** Подставив приближение для cos(a), уравнение (1) можно переписать в виде уравнения (3). Это уравнение описывает движение маятника как гармонические колебания с малой амплитудой.
4. **Уравнение движения для маятника:** из уравнения (3) можно выразить ускорение и получить дифференциальное уравнение движения, которое записано в уравнении (4). После дифференцирования этого уравнения по времени, вы получаете уравнение (5), которое описывает гармонические колебания маятника.
5. **Период колебаний маятника:** Решение уравнения (5) представляет собой гармонические колебания, и период колебаний можно вычислить по формуле из уравнения (6).

**Заключение:** Математическая модель колебаний маятника позволяет описать его движение как гармоническое с малой амплитудой. Период колебаний маятника, согласно уравнению (6), зависит от его длины и ускорения свободного падения, что позволяет точно предсказать поведение системы для малых углов отклонений.

Лабораторная работа 3.

Часть 1.

Курылев Г.А.

**Тема:** Моделирование колебательного контура с источником тока.  
Цель: организовать и провести вычислительный эксперимент для исследования колебательного контура с источником тока.

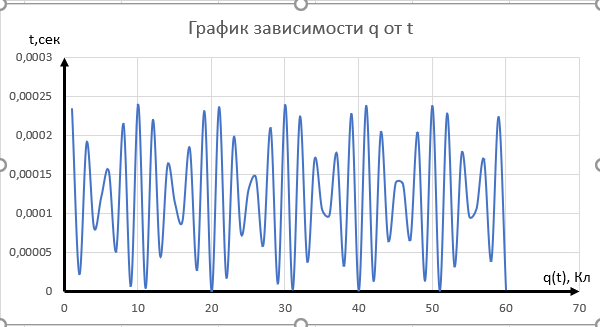
**Задание 1:** построить график зависимости заряда конденсатора q от времени t (q = q(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:**

<https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 1(Лист 1))

**Результат вычислений:**



**Рис. 2,**  График зависимости q от t.

**Вывод и анализ для Задания 1.**

Выводы:

 Значения заряда q(t) меняются в диапазоне от примерно 7⋅10-67 до 2.34⋅10−42.34 кулон.

 Временной интервал охватывает от t = 1 до t = 21 секунд.

Анализ:

 Динамика заряда может отражать процессы зарядки или разрядки конденсатора в цепи, зависящие от параметров C, E, L, w0.

 Для анализа можно рассчитать теоретическую функцию q(t) и сравнить с эмпирическими данными.

**Задание 2:** построить график зависимости тока I от времени t (I = I(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> (ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 2(Лист 2))

**Результат вычислений:**



**Рис. 2,** График зависимости I от t.

**Вывод и анализ для Задания 2.**

Выводы:

1. График отражает гармоническую зависимость силы тока I(t) от времени, что указывает на колебательный процесс без затухания.
2. Значения силы тока I(t)колеблются в пределах от −71.7 до 71.7 ампер, что соответствует максимальной амплитуде Q0=12, умноженной на параметры системы.
3. Отсутствие коэффициента затухания (a=0) означает, что процесс является идеальным гармоническим колебанием, без уменьшения амплитуды во времени.

Анализ:

1. Характер колебаний:
   * Значения I(t) имеют симметрию относительно оси времени, что подтверждает синусоидальный характер функции.
   * Постоянство амплитуды объясняется отсутствием затухания, свойственным идеальным системам.
2. Параметры системы:
   * Q0=12: начальная величина амплитуды определяет максимальные значения силы тока.
   * w0=6.28: угловая частота определяет период колебаний, который соответствует T≈1 секунде.

Итог:

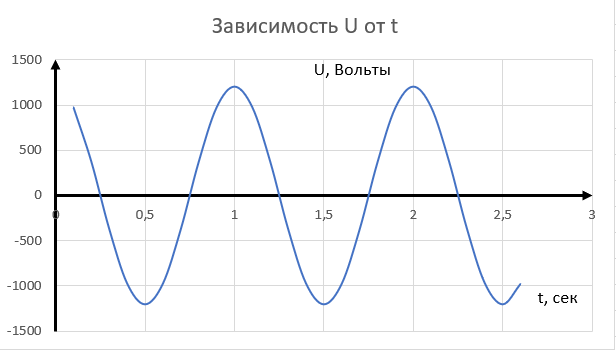
Данная зависимость демонстрирует гармонические колебания в идеальной системе.

**Задание 3:** построить график зависимости напряжения U от времени t (U = U(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> (ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 3(Лист 3))

**Результат вычислений:**

****

**Рис. 3,** График зависимости U от t.

**Вывод и анализ для Задания 3.**

**Тип зависимости:** График представляет собой периодическую функцию. Это, вероятно, синусоидальная зависимость напряжения U от времени t.

**Диапазон значений:**

Значения U изменяются в пределах от 0 до 8 В.

Среднее значение напряжения — 4 В, что указывает на смещение синусоиды относительно нуля.

**Периодичность:**

Функция имеет постоянный период, что свидетельствует о стабильности частоты колебаний.

**Физический смысл:**

Подобная зависимость может описывать процессы переменного тока или колебания в электрической цепи, например, при работе генератора переменного напряжения.

График демонстрирует устойчивый характер колебаний, что говорит об отсутствии значительных помех или изменений в системе.

Часть 2.

Курылев Г.А.

**Тема:** Исследование колебаний механической системы.

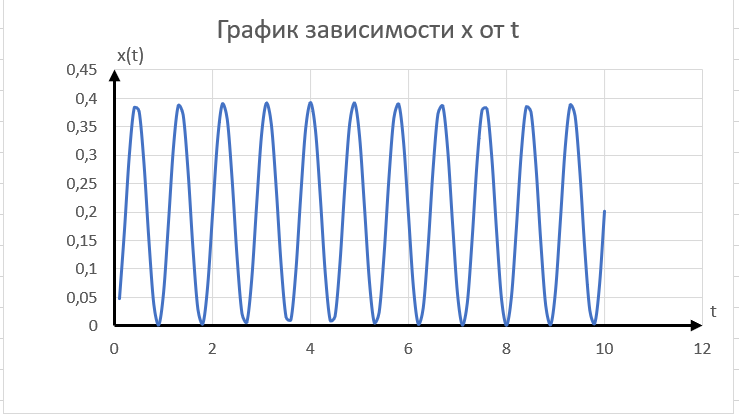
**Цель:** организовать и провести вычислительный эксперимент для исследования колебаний механической системы.

**Часть 1:** построить график зависимости смещения x от времени t (x= x(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/7FKynsGJSITF4Q> , механические колебания, Часть 1(лист 1).

**Результат вычислений:**

****

**Рис. 4,** График зависимости x от t.

**Вывод и анализ для Части 1.**

**Тип зависимости:**

График показывает периодическую зависимость смещения x от времени t. Это характерно для гармонических колебаний.

**Диапазон значений:**   
Смещение x изменяется от 0 до 10 единиц.  
Значение максимального смещения соответствует амплитуде A.

**Периодичность:**

Колебания происходят равномерно, с постоянным периодом T, который можно определить как интервал времени между двумя одинаковыми состояниями системы. (например, между двумя соседними максимумами.)  
**Физический смысл:**

График может описывать механические колебания, такие как движение маятника, вибрации пружины или звуковые волны.

Амплитуда (A) характеризует максимальное отклонение от положения равновесия.

Постоянный период и форма графика указывают на отсутствие затухания, т.е. система сохраняет энергию колебаний без потерь.

График демонстрирует стабильные гармонические колебания без видимых изменений амплитуды или частоты.

**Часть 2.1:** Разработайте математическую модель для описания движения данной колебательной системы (пружинного маятника), используя закон сохранения энергии.

**Вычисления:**

Запишем закон сохранения энергии в любой момент времени, движения груза (его скорость равна V; смещение от положения равновесия равно x), тогда:

(1),

где E0 – полная энергия системы в начальный момент времени.

Перепишем (1):

(2)

Дифференцируем (2) по времени:

или

(3),

Получили уравнение движения.

**Вывод и анализ для Части 2.1.**

1. **Физическая суть задачи:** Уравнение, которое вы вывели, описывает движение груза, выполняющего колебания в поле силы, пропорциональной смещению от положения равновесия. Это типичная модель для гармонического осциллятора, где масса тела m двигается по оси x, и на него действует восстанавливающая сила –(k/m) \* x, пропорциональная смещению с коэффициентом упругости k.
2. **Записан закон сохранения энергии:** Закон сохранения энергии для данного колебания был выражен через кинетическую и потенциальную энергию (1).
3. **Процесс дифференцирования:** Переписав закон сохранения энергии и продифференцировав его по времени, вы получили уравнение движения для системы. Это стандартное дифференциальное уравнение второго порядка, которое описывает колебания, характерные для гармонического осциллятора.
4. **Анализ уравнения движения:** Полученное уравнение (3) является уравнением простых гармонических колебаний, где ​ представляет собой квадрат угловой частоты, а решение этого уравнения даёт форму колебаний: где A — амплитуда колебаний, а φ — фаза. Угловая частота ​​ определяет период колебаний, который зависит от массы груза и жесткости упругой системы.

Таким образом, анализ уравнения приводит к заключению, что система будет совершать гармонические колебания с определенной частотой и амплитудой, если не учитывать силы сопротивления и другие внешние воздействия.

**Часть 2.2:** Разработайте математическую модель для описания движения колебательной системы (математического маятника), используя закон сохранения энергии.

**Вычисления:**

Для рассматриваемой колебательной системы запишем закон сохранения энергии:

(1),

Учитываем, что

1. в положении равновесия потенциальная энергия = 0;
2. Колебания происходят с малой амплитудой (угол α маленький), то есть можно сделать замену:

Скорость движения груза:

(

Уравнение (1) будет иметь вид:

(2)

или

(3)

Можем использовать принятые обозначения производной -

(4)

Продифференцируем (4) по времени:

(5)

или

(6)

Введем обозначение -

Получим:

Период колебаний такого маятника будет:

**Вывод и анализ для Части 2.2.**

1. **Составление уравнения для колебаний математического маятника:** Исходя из закона сохранения энергии, для математического маятника записано уравнение (1).
2. **Предположения для упрощения модели:** Учитывая, что колебания происходят с малой амплитудой (угол отклонения α мал), можно воспользоваться приближением, представленным в уравнении (2).
3. **Переписывание уравнения для энергии:** Подставив приближение для cos(a), уравнение (1) можно переписать в виде уравнения (3). Это уравнение описывает движение маятника как гармонические колебания с малой амплитудой.
4. **Уравнение движения для маятника:** из уравнения (3) можно выразить ускорение и получить дифференциальное уравнение движения, которое записано в уравнении (4). После дифференцирования этого уравнения по времени, вы получаете уравнение (5), которое описывает гармонические колебания маятника.
5. **Период колебаний маятника:** Решение уравнения (5) представляет собой гармонические колебания, и период колебаний можно вычислить по формуле из уравнения (6).

**Заключение:** Математическая модель колебаний маятника позволяет описать его движение как гармоническое с малой амплитудой. Период колебаний маятника, согласно уравнению (6), зависит от его длины и ускорения свободного падения, что позволяет точно предсказать поведение системы для малых углов отклонений.

Лабораторная работа 3.

Часть 1.

Чагин Ф.С.

**Тема:** Моделирование колебательного контура с источником тока.  
Цель: организовать и провести вычислительный эксперимент для исследования колебательного контура с источником тока.

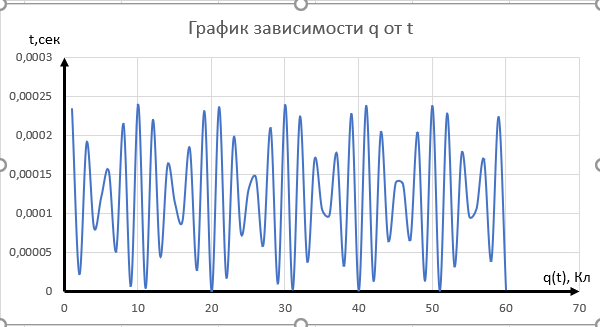
**Задание 1:** построить график зависимости заряда конденсатора q от времени t (q = q(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:**

<https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 1(Лист 1))

**Результат вычислений:**



**Рис. 3,**  График зависимости q от t.

**Вывод и анализ для Задания 1.**

Выводы:

 Значения заряда q(t) меняются в диапазоне от примерно 7⋅10-67 до 2.34⋅10−42.34 кулон.

 Временной интервал охватывает от t = 1 до t = 21 секунд.

Анализ:

 Динамика заряда может отражать процессы зарядки или разрядки конденсатора в цепи, зависящие от параметров C, E, L, w0.

 Для анализа можно рассчитать теоретическую функцию q(t) и сравнить с эмпирическими данными.

**Задание 2:** построить график зависимости тока I от времени t (I = I(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> (ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 2(Лист 2))

**Результат вычислений:**



**Рис. 2,** График зависимости I от t.

**Вывод и анализ для Задания 2.**

Выводы:

1. График отражает гармоническую зависимость силы тока I(t) от времени, что указывает на колебательный процесс без затухания.
2. Значения силы тока I(t)колеблются в пределах от −71.7 до 71.7 ампер, что соответствует максимальной амплитуде Q0=12, умноженной на параметры системы.
3. Отсутствие коэффициента затухания (a=0) означает, что процесс является идеальным гармоническим колебанием, без уменьшения амплитуды во времени.

Анализ:

1. Характер колебаний:
   * Значения I(t) имеют симметрию относительно оси времени, что подтверждает синусоидальный характер функции.
   * Постоянство амплитуды объясняется отсутствием затухания, свойственным идеальным системам.
2. Параметры системы:
   * Q0=12: начальная величина амплитуды определяет максимальные значения силы тока.
   * w0=6.28: угловая частота определяет период колебаний, который соответствует T≈1 секунде.

Итог:

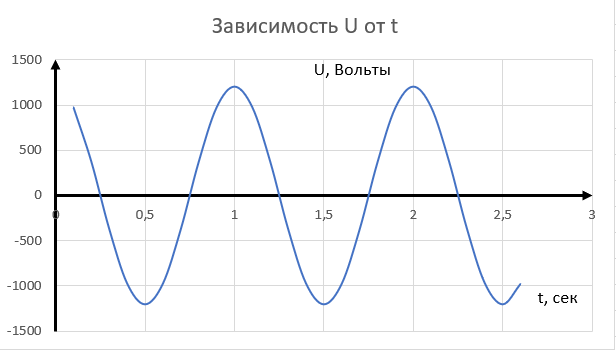
Данная зависимость демонстрирует гармонические колебания в идеальной системе.

**Задание 3:** построить график зависимости напряжения U от времени t (U = U(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> (ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 3(Лист 3))

**Результат вычислений:**

****

**Рис. 3,** График зависимости U от t.

**Вывод и анализ для Задания 3.**

**Тип зависимости:** График представляет собой периодическую функцию. Это, вероятно, синусоидальная зависимость напряжения U от времени t.

**Диапазон значений:**

Значения U изменяются в пределах от 0 до 8 В.

Среднее значение напряжения — 4 В, что указывает на смещение синусоиды относительно нуля.

**Периодичность:**

Функция имеет постоянный период, что свидетельствует о стабильности частоты колебаний.

**Физический смысл:**

Подобная зависимость может описывать процессы переменного тока или колебания в электрической цепи, например, при работе генератора переменного напряжения.

График демонстрирует устойчивый характер колебаний, что говорит об отсутствии значительных помех или изменений в системе.

Часть 2.

Чагин Ф.С.

**Тема:** Исследование колебаний механической системы.

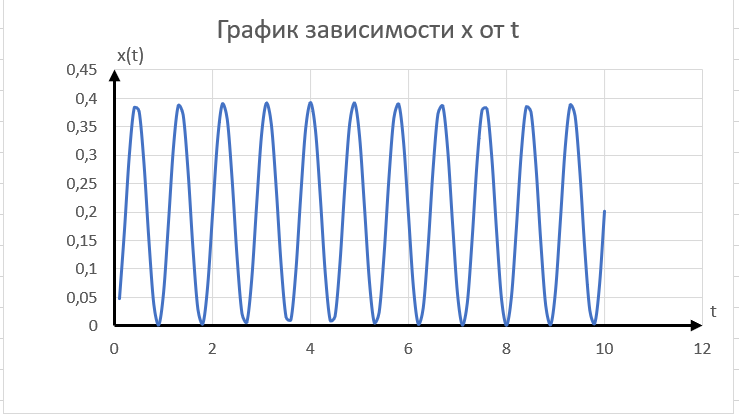
**Цель:** организовать и провести вычислительный эксперимент для исследования колебаний механической системы.

**Часть 1:** построить график зависимости смещения x от времени t (x= x(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/7FKynsGJSITF4Q> , механические колебания, Часть 1(лист 1).

**Результат вычислений:**

****

**Рис. 4,** График зависимости x от t.

**Вывод и анализ для Части 1.**

**Тип зависимости:**

График показывает периодическую зависимость смещения x от времени t. Это характерно для гармонических колебаний.

**Диапазон значений:**   
Смещение x изменяется от 0 до 10 единиц.  
Значение максимального смещения соответствует амплитуде A.

**Периодичность:**

Колебания происходят равномерно, с постоянным периодом T, который можно определить как интервал времени между двумя одинаковыми состояниями системы. (например, между двумя соседними максимумами.)  
**Физический смысл:**

График может описывать механические колебания, такие как движение маятника, вибрации пружины или звуковые волны.

Амплитуда (A) характеризует максимальное отклонение от положения равновесия.

Постоянный период и форма графика указывают на отсутствие затухания, т.е. система сохраняет энергию колебаний без потерь.

График демонстрирует стабильные гармонические колебания без видимых изменений амплитуды или частоты.

**Часть 2.1:** Разработайте математическую модель для описания движения данной колебательной системы (пружинного маятника), используя закон сохранения энергии.

**Вычисления:**

Запишем закон сохранения энергии в любой момент времени, движения груза (его скорость равна V; смещение от положения равновесия равно x), тогда:

(1),

где E0 – полная энергия системы в начальный момент времени.

Перепишем (1):

(2)

Дифференцируем (2) по времени:

или

(3),

Получили уравнение движения.

**Вывод и анализ для Части 2.1.**

1. **Физическая суть задачи:** Уравнение, которое вы вывели, описывает движение груза, выполняющего колебания в поле силы, пропорциональной смещению от положения равновесия. Это типичная модель для гармонического осциллятора, где масса тела m двигается по оси x, и на него действует восстанавливающая сила –(k/m) \* x, пропорциональная смещению с коэффициентом упругости k.
2. **Записан закон сохранения энергии:** Закон сохранения энергии для данного колебания был выражен через кинетическую и потенциальную энергию (1).
3. **Процесс дифференцирования:** Переписав закон сохранения энергии и продифференцировав его по времени, вы получили уравнение движения для системы. Это стандартное дифференциальное уравнение второго порядка, которое описывает колебания, характерные для гармонического осциллятора.
4. **Анализ уравнения движения:** Полученное уравнение (3) является уравнением простых гармонических колебаний, где ​ представляет собой квадрат угловой частоты, а решение этого уравнения даёт форму колебаний: где A — амплитуда колебаний, а φ — фаза. Угловая частота ​​ определяет период колебаний, который зависит от массы груза и жесткости упругой системы.

Таким образом, анализ уравнения приводит к заключению, что система будет совершать гармонические колебания с определенной частотой и амплитудой, если не учитывать силы сопротивления и другие внешние воздействия.

**Часть 2.2:** Разработайте математическую модель для описания движения колебательной системы (математического маятника), используя закон сохранения энергии.

**Вычисления:**

Для рассматриваемой колебательной системы запишем закон сохранения энергии:

(1),

Учитываем, что

1. в положении равновесия потенциальная энергия = 0;
2. Колебания происходят с малой амплитудой (угол α маленький), то есть можно сделать замену:

Скорость движения груза:

(

Уравнение (1) будет иметь вид:

(2)

или

(3)

Можем использовать принятые обозначения производной -

(4)

Продифференцируем (4) по времени:

(5)

или

(6)

Введем обозначение -

Получим:

Период колебаний такого маятника будет:

**Вывод и анализ для Части 2.2.**

1. **Составление уравнения для колебаний математического маятника:** Исходя из закона сохранения энергии, для математического маятника записано уравнение (1).
2. **Предположения для упрощения модели:** Учитывая, что колебания происходят с малой амплитудой (угол отклонения α мал), можно воспользоваться приближением, представленным в уравнении (2).
3. **Переписывание уравнения для энергии:** Подставив приближение для cos(a), уравнение (1) можно переписать в виде уравнения (3). Это уравнение описывает движение маятника как гармонические колебания с малой амплитудой.
4. **Уравнение движения для маятника:** из уравнения (3) можно выразить ускорение и получить дифференциальное уравнение движения, которое записано в уравнении (4). После дифференцирования этого уравнения по времени, вы получаете уравнение (5), которое описывает гармонические колебания маятника.
5. **Период колебаний маятника:** Решение уравнения (5) представляет собой гармонические колебания, и период колебаний можно вычислить по формуле из уравнения (6).

**Заключение:** Математическая модель колебаний маятника позволяет описать его движение как гармоническое с малой амплитудой. Период колебаний маятника, согласно уравнению (6), зависит от его длины и ускорения свободного падения, что позволяет точно предсказать поведение системы для малых углов отклонений.

Лабораторная работа 3.

Часть 1.

Хубларян Э.Г.

**Тема:** Моделирование колебательного контура с источником тока.  
Цель: организовать и провести вычислительный эксперимент для исследования колебательного контура с источником тока.

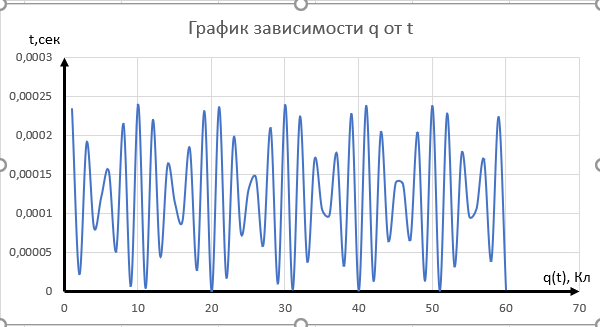
**Задание 1:** построить график зависимости заряда конденсатора q от времени t (q = q(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:**

<https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 1(Лист 1))

**Результат вычислений:**



**Рис. 4,**  График зависимости q от t.

**Вывод и анализ для Задания 1.**

Выводы:

 Значения заряда q(t) меняются в диапазоне от примерно 7⋅10-67 до 2.34⋅10−42.34 кулон.

 Временной интервал охватывает от t = 1 до t = 21 секунд.

Анализ:

 Динамика заряда может отражать процессы зарядки или разрядки конденсатора в цепи, зависящие от параметров C, E, L, w0.

 Для анализа можно рассчитать теоретическую функцию q(t) и сравнить с эмпирическими данными.

**Задание 2:** построить график зависимости тока I от времени t (I = I(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> (ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 2(Лист 2))

**Результат вычислений:**



**Рис. 2,** График зависимости I от t.

**Вывод и анализ для Задания 2.**

Выводы:

1. График отражает гармоническую зависимость силы тока I(t) от времени, что указывает на колебательный процесс без затухания.
2. Значения силы тока I(t)колеблются в пределах от −71.7 до 71.7 ампер, что соответствует максимальной амплитуде Q0=12, умноженной на параметры системы.
3. Отсутствие коэффициента затухания (a=0) означает, что процесс является идеальным гармоническим колебанием, без уменьшения амплитуды во времени.

Анализ:

1. Характер колебаний:
   * Значения I(t) имеют симметрию относительно оси времени, что подтверждает синусоидальный характер функции.
   * Постоянство амплитуды объясняется отсутствием затухания, свойственным идеальным системам.
2. Параметры системы:
   * Q0=12: начальная величина амплитуды определяет максимальные значения силы тока.
   * w0=6.28: угловая частота определяет период колебаний, который соответствует T≈1 секунде.

Итог:

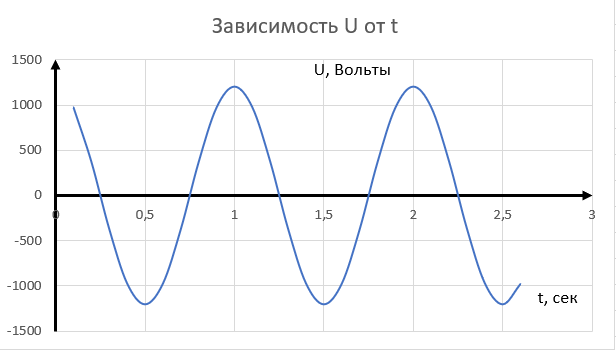
Данная зависимость демонстрирует гармонические колебания в идеальной системе.

**Задание 3:** построить график зависимости напряжения U от времени t (U = U(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/EaHbIoumSM-Dng> (ЛР-4, Колебательный контур.xlsx, Задание 3(Лист 3))

**Результат вычислений:**

****

**Рис. 3,** График зависимости U от t.

**Вывод и анализ для Задания 3.**

**Тип зависимости:** График представляет собой периодическую функцию. Это, вероятно, синусоидальная зависимость напряжения U от времени t.

**Диапазон значений:**

Значения U изменяются в пределах от 0 до 8 В.

Среднее значение напряжения — 4 В, что указывает на смещение синусоиды относительно нуля.

**Периодичность:**

Функция имеет постоянный период, что свидетельствует о стабильности частоты колебаний.

**Физический смысл:**

Подобная зависимость может описывать процессы переменного тока или колебания в электрической цепи, например, при работе генератора переменного напряжения.

График демонстрирует устойчивый характер колебаний, что говорит об отсутствии значительных помех или изменений в системе.

Часть 2.

Хубларян Э.Г.

**Тема:** Исследование колебаний механической системы.

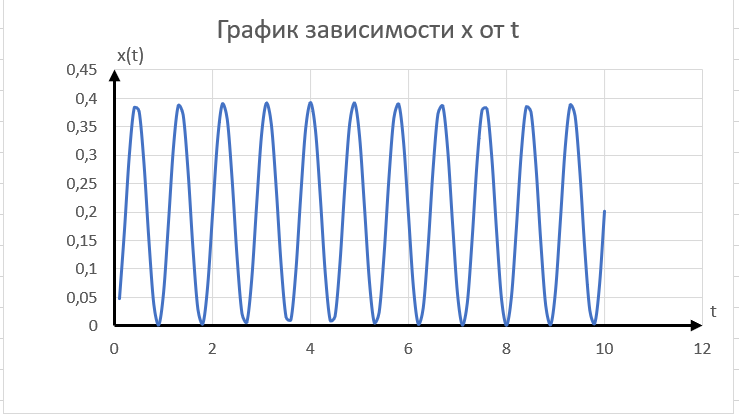
**Цель:** организовать и провести вычислительный эксперимент для исследования колебаний механической системы.

**Часть 1:** построить график зависимости смещения x от времени t (x= x(t)).

**Математическая модель:**

**Документ:** <https://disk.yandex.ru/i/7FKynsGJSITF4Q> , механические колебания, Часть 1(лист 1).

**Результат вычислений:**

****

**Рис. 4,** График зависимости x от t.

**Вывод и анализ для Части 1.**

**Тип зависимости:**

График показывает периодическую зависимость смещения x от времени t. Это характерно для гармонических колебаний.

**Диапазон значений:**   
Смещение x изменяется от 0 до 10 единиц.  
Значение максимального смещения соответствует амплитуде A.

**Периодичность:**

Колебания происходят равномерно, с постоянным периодом T, который можно определить как интервал времени между двумя одинаковыми состояниями системы. (например, между двумя соседними максимумами.)  
**Физический смысл:**

График может описывать механические колебания, такие как движение маятника, вибрации пружины или звуковые волны.

Амплитуда (A) характеризует максимальное отклонение от положения равновесия.

Постоянный период и форма графика указывают на отсутствие затухания, т.е. система сохраняет энергию колебаний без потерь.

График демонстрирует стабильные гармонические колебания без видимых изменений амплитуды или частоты.

**Часть 2.1:** Разработайте математическую модель для описания движения данной колебательной системы (пружинного маятника), используя закон сохранения энергии.

**Вычисления:**

Запишем закон сохранения энергии в любой момент времени, движения груза (его скорость равна V; смещение от положения равновесия равно x), тогда:

(1),

где E0 – полная энергия системы в начальный момент времени.

Перепишем (1):

(2)

Дифференцируем (2) по времени:

или

(3),

Получили уравнение движения.

**Вывод и анализ для Части 2.1.**

1. **Физическая суть задачи:** Уравнение, которое вы вывели, описывает движение груза, выполняющего колебания в поле силы, пропорциональной смещению от положения равновесия. Это типичная модель для гармонического осциллятора, где масса тела m двигается по оси x, и на него действует восстанавливающая сила –(k/m) \* x, пропорциональная смещению с коэффициентом упругости k.
2. **Записан закон сохранения энергии:** Закон сохранения энергии для данного колебания был выражен через кинетическую и потенциальную энергию (1).
3. **Процесс дифференцирования:** Переписав закон сохранения энергии и продифференцировав его по времени, вы получили уравнение движения для системы. Это стандартное дифференциальное уравнение второго порядка, которое описывает колебания, характерные для гармонического осциллятора.
4. **Анализ уравнения движения:** Полученное уравнение (3) является уравнением простых гармонических колебаний, где ​ представляет собой квадрат угловой частоты, а решение этого уравнения даёт форму колебаний: где A — амплитуда колебаний, а φ — фаза. Угловая частота ​​ определяет период колебаний, который зависит от массы груза и жесткости упругой системы.

Таким образом, анализ уравнения приводит к заключению, что система будет совершать гармонические колебания с определенной частотой и амплитудой, если не учитывать силы сопротивления и другие внешние воздействия.

**Часть 2.2:** Разработайте математическую модель для описания движения колебательной системы (математического маятника), используя закон сохранения энергии.

**Вычисления:**

Для рассматриваемой колебательной системы запишем закон сохранения энергии:

(1),

Учитываем, что

1. в положении равновесия потенциальная энергия = 0;
2. Колебания происходят с малой амплитудой (угол α маленький), то есть можно сделать замену:

Скорость движения груза:

(

Уравнение (1) будет иметь вид:

(2)

или

(3)

Можем использовать принятые обозначения производной -

(4)

Продифференцируем (4) по времени:

(5)

или

(6)

Введем обозначение -

Получим:

Период колебаний такого маятника будет:

**Вывод и анализ для Части 2.2.**

1. **Составление уравнения для колебаний математического маятника:** Исходя из закона сохранения энергии, для математического маятника записано уравнение (1).
2. **Предположения для упрощения модели:** Учитывая, что колебания происходят с малой амплитудой (угол отклонения α мал), можно воспользоваться приближением, представленным в уравнении (2).
3. **Переписывание уравнения для энергии:** Подставив приближение для cos(a), уравнение (1) можно переписать в виде уравнения (3). Это уравнение описывает движение маятника как гармонические колебания с малой амплитудой.
4. **Уравнение движения для маятника:** из уравнения (3) можно выразить ускорение и получить дифференциальное уравнение движения, которое записано в уравнении (4). После дифференцирования этого уравнения по времени, вы получаете уравнение (5), которое описывает гармонические колебания маятника.
5. **Период колебаний маятника:** Решение уравнения (5) представляет собой гармонические колебания, и период колебаний можно вычислить по формуле из уравнения (6).

**Заключение:** Математическая модель колебаний маятника позволяет описать его движение как гармоническое с малой амплитудой. Период колебаний маятника, согласно уравнению (6), зависит от его длины и ускорения свободного падения, что позволяет точно предсказать поведение системы для малых углов отклонений.