

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Кафедра комп'ютерних наук  
Секція інформаційно-комунікаційних технологій

Пояснювальна записка  
до курсової роботи  
з дисципліни  
«Програмування»

Викладач	Прокопенко В.М
Студент	Шевченко О.С
Група	КН-42/2
Варіант	Варіант №13

## Зміст

1. Постановка задачі .....	3
2. Теоретичний матеріал.....	4
3. Опис структури даних та вимог до них .....	6
4. Алгоритм роботи програми .....	7
5. Опис функції користувача .....	8
6. Опис файлів та їх призначення.....	10
7. Список використаних бібліотек.....	11
8. Інструкція для роботи з програмою .....	12
9. Приклад тестування та результат програми.....	14
10. Графіки .....	15
11. Висновки .....	16
12. Список використаної літератури. ....	17

## 1.Постановка задачі

### Варіант 13

Описати масив структур із 3-х елементів. Кожна структура об'єднує дані для одного варіанту розрахунку. Необхідно для кожного варіанту на відрізку часу від 0 до  $T$  з кроком  $\Delta t$  побудувати графік зміни сили, що діє на заряд в магнітному полі. Величина цієї сили визначаються законом Лоренца. (рис. 1.1)

$$F_x = evB \sin \alpha,$$

де  $e$  – заряд частинки;  
 $v$  – швидкість руху частинки;  
 $\alpha$  – кут між напрямком швидкості та індукцією магнітного поля  $B$ .  
Індукція заряду змінюється в часі.

$$B = \begin{cases} kt & \text{для } t \in [0, T/4] \\ \frac{kT}{4} - k(t - \frac{T}{4}) & \text{для } t \in [T/4, \frac{3T}{4}] \end{cases}$$
$$k = \begin{cases} k_0(1 + \gamma) & \text{для } t \in [0, T/2] \\ k_0(1 - \gamma) & \text{для } t \in [T/2, T] \end{cases}$$
$$e = \begin{cases} e_0(1 + e^{-r}) & \text{для } t \in [0, T/2] \\ e_0(1 + e^{-\frac{r}{2}}) & \text{для } t \in [T/2, T] \end{cases}$$

Тут  $k_0, e_0, \gamma, r$  – задані константи.

Вхідні дані зчитуються з файлу.

Результати обчислень занести в інший файл. Передбачити окремі функції для обчислень  $k, B, e$ .

Вхідні дані:

1.  $T = 1c$ ,  $\Delta t = 0,05c$ ,  $k_0 = 0,01Tл/c$ ,  $\gamma = 0,01$ ,  $e_0 = 1 \cdot 10^{-9}$ ,  
 $r = 0,01$ ,  $v = 1000.м/c$ .

2.  $e_0 = 2 \cdot 10^{-9}$ ,  $r = 0,02$ ,  $v = 1500.м/c$  Решту даних див.  
пункт 1.

3.  $e_0 = 3 \cdot 10^{-9}$ ,  $r = 0,03$ ,  $v = 2000.м/c$  Решту даних див.  
пункт 1.

Рисунок 1.1 – Постановка задачі.

## 2. Теоретичний матеріал

Мова програмування C — це універсальна мова системного програмування, створена для розробки операційних систем, драйверів, а також прикладного програмного забезпечення з високими вимогами до продуктивності. Вона надає потужні засоби роботи з пам'яттю, дозволяє створювати ефективні та керовані програми й широко використовується в інженерних обчисленнях, розробці мікроконтролерів, вбудованих систем і математичному моделюванні.

Основні конструкції, що були використані в програмі

- **struct Variant** — це структура (структурований тип даних), яка об'єднує параметри одного варіанта моделювання, такі як час, заряд, швидкість тощо.
- **Функція calculate\_k(t)** — обчислює коефіцієнт  $k$  залежно від часу  $t$ , використовуючи логіку зміни його значення в першій і другій половині інтервалу.
- **Функція calculate\_B(t)** — визначає індукцію магнітного поля  $B$  як кусочно-задану функцію часу. У різних часових інтервалах індукція або зростає, або спадає, або дорівнює нулю.
- **Функція calculate\_e(t)** — розраховує заряд частинки  $e$  з урахуванням експоненціального затухання, що змінюється в залежності від параметру  $\gamma$ .
- **Функція calculate\_F(t)** — реалізує закон Лоренца для сили:
$$F = e * v * B * \sin(\alpha)$$
де  $\alpha$  — кут, який у даній роботі прирівнюється до  $\pi$ .
- **Масив структур Variant variants[3]** — використовується для зберігання параметрів трьох варіантів вхідних даних.
- **Функція fscanf()** — використовується для зчитування числових значень з вхідного файлу input.txt.
- **Функція fprintf()** — виводить результати обчислень у файл output.txt, зокрема значення сили  $F$  при кожному кроці часу  $t$ .
- **Функція fopen()** — відкриває файли для читання та запису, що дозволяє працювати з вхідними та вихідними даними.

- **Бібліотеки `stdio.h` та `math.h`** — стандартні бібліотеки мови C, які забезпечують введення/виведення та доступ до математичних функцій (наприклад, `sin()`, `exp()`).

- **Умова `if (F != 0)`** — дозволяє виводити лише ненульові значення сили, щоб уникнути надлишкового виводу.

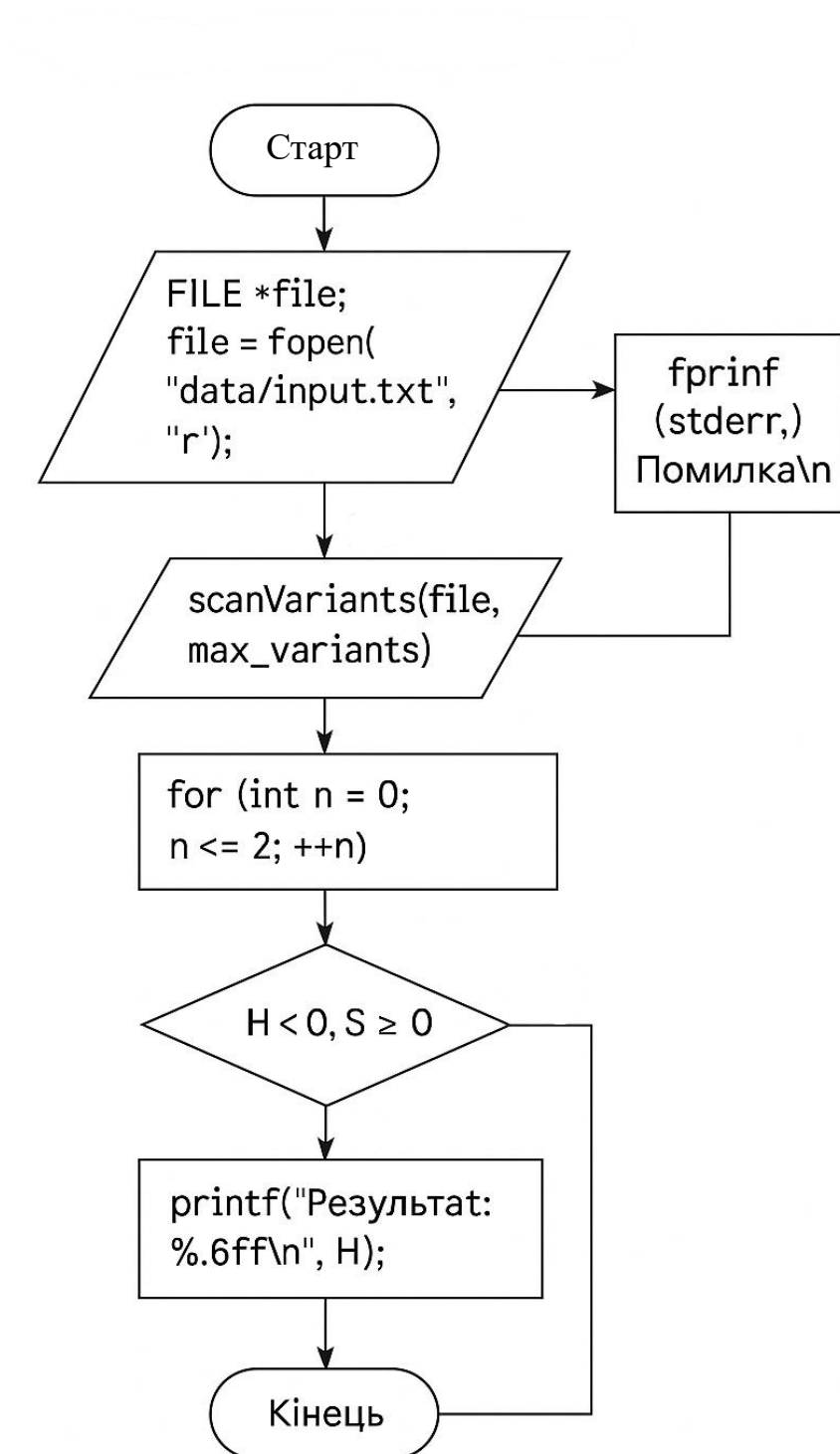
### 3. Опис структури даних та вимог до них

Таблиця опису структури даних (таблиця 3.1).

Ім'я параметра у формулі	Змінна у програмі	Тип змінної	Призначення
t	t	double	Поточний момент часу для обчислень
T	var.T	double	Загальний час моделювання
$\Delta t$	var.dt	double	Крок інтегрування (інтервал між обчисленнями)
$\epsilon_0$	var.e0	double	Початкове значення заряду
$k_0$	var.k0	double	Початкове значення коефіцієнта k
$\gamma$	var.gamma	double	Константа експоненційного загасання
r	var.r	double	Кут $\alpha$ у радіанах, використовується в $\sin(r)$
v	var.v	double	Швидкість частинки
e(t)	e	double	Заряд у момент часу t
k(t)	k	double	Змінний коефіцієнт k(t)
B(t)	B	double	Магнітна індукція у момент часу t
F(t)	F	double	Сила Лоренца: $F = e \cdot v \cdot B \cdot \sin(r)$

Таблиця 3.1 – Опис структури даних.

#### 4. Алгоритм роботи програми



## 5. Опис функції користувача

У процесі виконання курсової роботи було розроблено наступні користувацькі функції:

1. `double calculate_k(double t, double T, double k0, double gamma);`

Призначення:

Обчислює значення коефіцієнта  $k(t)$  залежно від часу, відповідно до умов задачі.

Вхідні параметри:

- $t$  (*double*) – поточний момент часу
- $T$  (*double*) – загальна тривалість процесу
- $k_0$  (*double*) – початкове значення коефіцієнта
- $\gamma$  (*double*) – параметр зміни коефіцієнта

Вихідний параметр:

- Значення коефіцієнта  $k$  у момент часу  $t$

2. `double calculate_B(double t, double T, double k);`

Призначення:

Розраховує значення магнітної індукції  $B(t)$  за кусочною функцією залежно від часу.

Вхідні параметри:

- $t$  (*double*) – поточний момент часу
- $T$  (*double*) – загальна тривалість
- $k$  (*double*) – коефіцієнт, обчислений раніше

Вихідний параметр:

- Значення магнітної індукції  $B$  у момент часу  $t$

3. `double calculate_e(double t, double T, double e0, double gamma);`

Призначення:

Обчислює змінене значення заряду  $e(t)$  залежно від часу та параметра  $\gamma$  (гамма).



Вхідні параметри:

- $t$  (*double*) – поточний момент часу
- $T$  (*double*) – тривалість процесу
- $e_0$  (*double*) – початковий заряд
- $\gamma$  (*double*) – параметр експоненційної залежності

Вихідний параметр:

- Значення заряду  $e(t)$  у поточний момент часу

4. `double calculate_F(double t, Variant var);`

Призначення:

Основна функція для розрахунку сили Лоренца  $F(t)$  у момент часу  $t$  для заданого варіанта.

Вхідні параметри:

- $t$  (*double*) – момент часу
- $var$  (*Variant*) – структура, що містить усі параметри варіанта ( $T$ ,  $dt$ ,  $k_0$ ,  $\gamma$ ,  $e_0$ ,  $r$ ,  $v$ )

Вихідний параметр:

- Обчислене значення сили Лоренца  $F$  у момент часу  $t$

## 6. Опис файлів та їх призначення

### 1. main.c

Це головний файл програми, написаний мовою програмування C. Він містить основну логіку розрахунку сили, що діє на заряд у магнітному полі відповідно до закону Лоренца. У цьому файлі оголошено структуру Variant для зберігання параметрів кожного варіанту, реалізовано користувацькі функції calculate\_k, calculate\_B, calculate\_e, calculate\_F, а також основну функцію main, що виконує читання даних з файлу, розрахунки та запис результатів у вихідний файл.

### 2. input.txt

Це текстовий файл, що містить вхідні параметри для обчислення. Кожен рядок відповідає окремому варіанту та містить такі значення:

T dt k0 gamma e0 r v,

де T — час, dt — крок часу, k0, gamma — константи, e0 — заряд, r — кут, v — швидкість. Усього в файлі три рядки для трьох різних варіантів.

### 3. output.txt

Цей файл містить результати обчислень. Для кожного варіанта у ньому виводиться таблиця значень часу t та відповідної сили  $F(t)$ , обчисленої згідно з заданими параметрами. Результати формуються у зручному для аналізу форматі та зберігаються у вигляді тексту з фіксованою кількістю знаків після коми.

## 7. Список використаних бібліотек

У даній програмі на мові C були використані наступні стандартні бібліотеки:

- **#include <stdio.h>**

Призначення:

Забезпечує роботу з введенням і виведенням інформації, зокрема функції printf, fprintf, fscanf, fopen, fclose використовуються для зчитування та запису у файли.

- **#include <math.h>**

Призначення:

Забезпечує доступ до математичних функцій. У програмі використано функції sin, exp, які застосовуються для обчислення сили Лоренца.

## 8. Інструкція для роботи з програмою

### 8.1. Необхідні ресурси для запуску програми

Файл з вхідними даними: **input.txt** має містити 3 варіанти вхідних даних у форматі (1 рядок = 1 варіант).

Приклад:

1.6e-19 8.85e-12 1e-3 0.01 0.1 3e6

2e-19 9e-12 2e-3 0.02 0.2 2e6

1.8e-19 8e-12 1.5e-3 0.015 0.15 2.5e6

### 8.2. Що необхідно для запуску програми

Якщо це IDE:

Visual Studio Code:

- Відкрити файл main.c.
- Натиснути Ctrl + F5 або зібрати та запустити вручну через плагін.
- Результати будуть збережені у файлі output.txt.

Windows:

- Відкрити файл input.txt у “Блокноті”
- Ввести дані, зберегти файл
- У директорії з кодом відкрити термінал (наприклад, через PowerShell)
- Скомпілювати програму:  
g++ main.c -o run.exe -lm
- Запустити програму:  
./run.exe

### 8.3 Як відповідати на запити програми?

Програма не вимагає ручного введення даних — всі параметри зчитуються з файлу input.txt.

Проте потрібно:

- Перевірити правильність формату (6 чисел у кожному рядку)
- Всі значення повинні бути дійсними числами

- Значення параметрів повинні відповідати фізичному змісту (не нульові, додатні, у допустимих межах)

## 8.4 Перевірка та відловлювання помилок

Програма виконує такі перевірки:

- Якщо файл `input.txt` не існує або порожній — програма виведе повідомлення:  
"Помилка відкриття файлу `input.txt`!"
- Якщо під час обчислень сила  $F(t) = 0$  для певного моменту часу — це значення пропускається.
- Якщо для всього варіанту немає значущих результатів — у `output.txt` буде виведено лише заголовок.

## 9. Приклад тестування та результат програми

Вхідні дані (input.txt):

1.0 0.05 0.01 0.01 1e-9 0.01 1000

1.0 0.05 0.01 0.01 2e-9 0.02 1500

1.0 0.05 0.01 0.01 3e-9 0.03 2000

Результат роботи програми (output.txt) (рисунок 9.1):

```
1  Варіант 1:
2  Час (t) Сила (F)
3  0.05 1.004958e-011
4  0.10 2.009917e-011
5  0.15 3.014875e-011
6  0.20 4.019834e-011
7  0.25 5.024792e-011
8  0.30 4.019834e-011
9  0.35 3.014875e-011
10 0.40 2.009917e-011
11 0.45 1.004958e-011
12 0.50 1.115874e-026
13 0.55 -9.875147e-012
14 0.60 -1.975029e-011
15 0.65 -2.962544e-011
16 0.70 -3.950059e-011
17
18 Варіант 2:
19 Час (t) Сила (F)
20 0.05 6.029449e-011
21 0.10 1.205890e-010
22 0.15 1.808835e-010
23 0.20 2.411780e-010
24 0.25 3.014725e-010
25 0.30 2.411780e-010
26 0.35 1.808835e-010
27 0.40 1.205890e-010
28 0.45 6.029449e-011
29 0.50 6.694907e-026
30 0.55 -5.924792e-011
31 0.60 -1.184958e-010
32 0.65 -1.777438e-010
33 0.70 -2.369917e-010
34
35 Варіант 3:
36 Час (t) Сила (F)
37 0.05 1.808684e-010
38 0.10 3.617368e-010
39 0.15 5.426052e-010
40 0.20 7.234736e-010
41 0.25 9.043420e-010
42 0.30 7.234736e-010
43 0.35 5.426052e-010
44 0.40 3.617368e-010
45 0.45 1.808684e-010
46 0.50 2.008305e-025
47 0.55 -1.777289e-010
48 0.60 -3.554579e-010
49 0.65 -5.331868e-010
50 0.70 -7.109158e-010
51
52
```

Рисунок 9.1. – результат роботи програми.

## 10. Графіки

Нижче представлений графік, де зображено різницю усіх трьох варіантів. (Перший варіант: синій; Другий варіант: червоний; Третій варіант: зелений.)

Вхідні дані:

1.0 0.05 0.01 0.01 1e-9 0.01 1000

1.0 0.05 0.01 0.01 2e-9 0.02 1500

1.0 0.05 0.01 0.01 3e-9 0.03 2000

Графік (Рис. 10.1)

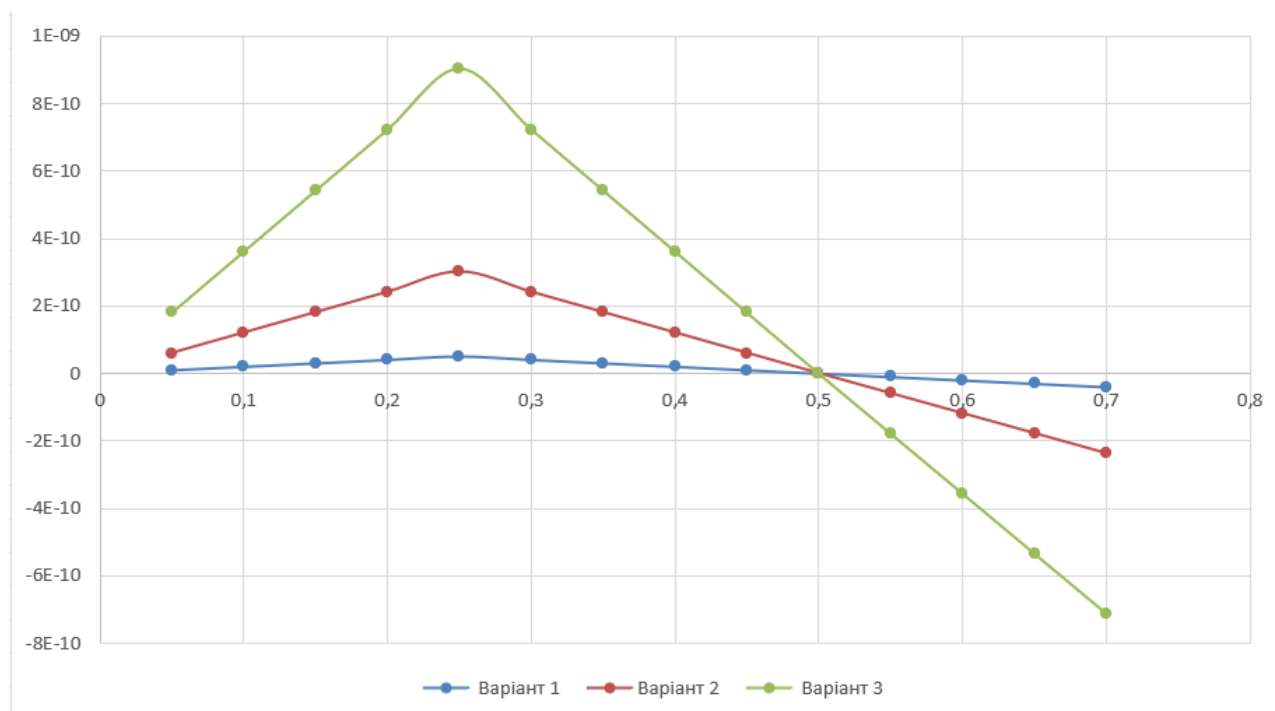


Рисунок 10.1 – Графік до результатів програми.

## 11. Висновки

У ході виконання курсової роботи було створено програму мовою С, яка обчислює силу, що діє на заряд у магнітному полі відповідно до закону Лоренца. Основна мета полягала в аналізі фізичної моделі, реалізації обчислень для трьох варіантів вхідних даних та побудові графіка залежності сили від часу.

Під час розробки програми було проаналізовано формули, які описують взаємодію заряду з магнітним полем, реалізовано функції для обчислення сили, організовано зчитування даних з вхідного файлу та обробку помилок. Програма враховує потенційні критичні ситуації, зокрема ділення на нуль або від'ємні підкореневі вирази. Результати виводяться як у консоль, так і зберігаються у файл для подальшого аналізу.

Було використано мову С та стандартні бібліотеки, що забезпечило високу швидкість виконання програми. Графіки залежності сили від часу побудовано на основі результатів у середовищі Excel, що дозволило наочно відобразити характер змін сили у часі.

Отже, поставлене завдання виконано повністю. Отримані результати підтверджують коректність реалізованої математичної моделі та ефективність обраних методів програмування.



## 12. Список використаної літератури.

1. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Програмування» / уклад.: В. В. Авраменко, В. О. Боровик, Н. В. Тиркусова. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 43 с.  
<https://lecturedsumdu.blob.core.windows.net/nodes/6338/90273e8c-cbf8-11ee-99fa-81ae961fb068/5028-1.pdf>
2. Авраменко В. В. Програмування [Електронний ресурс] : навчальний курс / Віктор Васильович Авраменко. – Режим доступу:  
<https://mix.sumdu.edu.ua/textbooks/104505/index.html>