

**ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДО**  
**РГР з курсу «Обчислювальна математика»**

**2021 / 2022 н.р.**

# 1. МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ

Знайти струми у всіх гілках схеми. Складену систему лінійних алгебраїчних рівнянь розв'язати двома методами:

- для парних номерів варіантів – методом Гауса-Зейделя (програмно) і методом Крамера (в табличному процесорі Excel);
- для непарних номерів варіантів – методом Якобі (в табличному процесорі Excel) і методом Крамера (програмно).

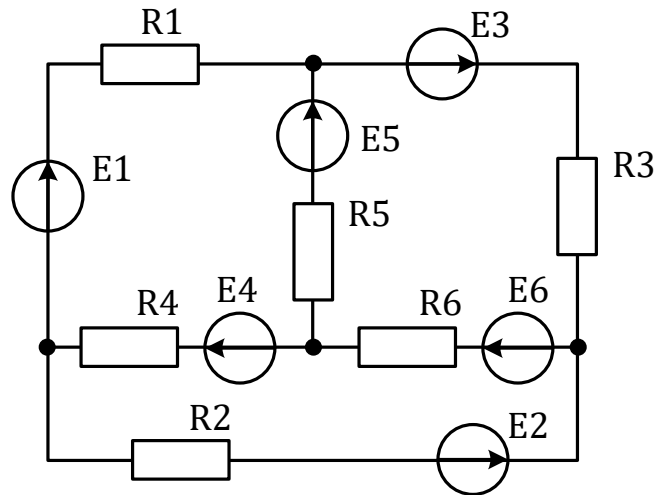


Рисунок 1

Параметри елементів схеми обрати з табл. 1. Номер варіанту визначити за датою народження (наприклад: 05.01.04 – варіант =  $05+01+04 = 10$ ).

Правильність розв'язання СЛАР необхідно обов'язково перевірити, підставивши знайдені значення струмів у СЛАР.

## 2. МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ

Розв'язати квадратне рівняння  $ax^2 + bx + c = 0$ . Коефіцієнти  $a, b, c$  обрати з табл. 2. Номер варіанту визначити за датою народження (наприклад: 05.01.04 – варіант =  $05+01+04 = 10$ ).

Виконати ізоляцію коренів графічним методом в пакеті MathCad. Уточнити перший корінь методом дихотомії, другий – комбінованим методом хорд і дотичних. Уточнення проводити з похибкою  $\varepsilon = \frac{1}{N}$ , де  $N$  – чотири цифри року народження (наприклад:  $N = 2004$ ).

Виконати перевірку отриманих коренів рівняння.

## 3. МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ РІВНЯНЬ

Скласти в пакеті MathCad програму для моделювання роботи перетворювача.

Навести графік вихідної напруги випрямляча та напруги на навантаженні для схем 1, 2 та графіки вхідної напруги та струму навантаження для схеми 3.

Диференційне рівняння розв'язати:

- для парних номерів варіантів – простим та модифікованим методами Ейлера;

- для непарних номерів варіантів – простим методом Ейлера та методом Рунге-Кутти;

Крок інтегрування обрати довільно, забезпечивши стабільність роботи методів. Індивідуальне завдання обрати з табл. 3. Номер варіанта (табл. 3) визначається останньою цифрою дати народження (наприклад, 15 січня – варіант 5)

## 4. ЧИСЕЛЬНЕ ІНТЕГРУВАННЯ

Визначити програмним шляхом основні параметри сигналу (період, діюче, середньовипрямлене та амплітудне значення), що змінюється за законом:

$$u = A_1 \cdot \sin(\omega \cdot t) + A_2 \cdot \sin(2 \cdot \omega \cdot t) + A_3 \cdot \sin(3 \cdot \omega \cdot t) + A_4 \cdot \sin(4 \cdot \omega \cdot t), \quad (1)$$

Сигнал представлено таблично із частотою дискретизації  $f_s = 32 \cdot f$ .

Діюче значення напруги визначається за формулою:

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t)^2 dt} \quad (2)$$

Середньовипрямлене значення напруги:

$$U_{|AV|} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T |u(t)| dt \quad (3)$$

Амплітудне значення напруги:

$$U_m = \max|u(t)| \quad (4)$$

Завдання виконати у табличному процесорі Excel. Для цього необхідно:

1. Побудувати таблицю миттєвих значень напруги за формулою 1;
2. Визначити за отриманою таблицею період зміни напруги;
3. Обчислити  $U_{RMS}$  та  $U_{|AV|}$  за (2, 3), виконавши інтегрування миттєвих значень напруги:
  - для парних номерів варіантів – методом трапецій і лівих прямокутників;
  - для непарних номерів варіантів – методом трапецій і правих прямокутників;
4. Обчислити аналітичні значення  $U_{RMS}$ ,  $U_{|AV|}$  за (2, 3) в пакеті MathCad;
5. Визначити абсолютну та відносну похибку двох обчислень, виконаних різними методами інтегрування.
6. Амплітудне значення напруги визначити вбудованою функцією Excel.

## 5. АПРОКСИМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Виконати апроксимацію добових вимірів температури методом найменших квадратів. Апроксимацію виконати функцією  $Y = k \cdot x + b$ . Експериментальні дані взяти з архіву вимірів температури зовнішнього середовища:

<https://goo.gl/a1TpnA>

Індивідуальний варіант – обрати будь-який з наявних файлів, ім'я якого збігається з датою вашого народження.

Перед обробкою даних слід переконатися що обраний файл містить не менш ніж 30 вимірів. Архів температури у файлі представлено у форматі:

$t, ^\circ C$	Дата виміру	Час виміру
---------------	-------------	------------

Завдання виконати у табличному процесорі Excel.

**Необхідно:**

1. Побудувати графік зміни температури впродовж доби;
2. Додати до реального графік, що отриманий лінеаризацією;
3. Виконати лінеаризацією вбудованим засобом MS Excel.

Таблиця 1. – Індивідуальні завдання до змістовного модуля 1

Вар.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
00	10	12	14	2	3	9	0	18	3	0	0	0
01	71	2	5	20	23	90	10	17	1	20	0	11
02	45	8	8	2	25	96	16	22	5	11	4	20
03	55	8	8	2	47	60	18	22	8	19	9	12
04	92	4	9	4	51	15	10	6	3	23	8	16
05	46	2	9	2	14	19	16	3	1	3	24	15
06	96	6	1	3	91	28	10	10	25	17	21	6
07	88	13	8	1	93	41	8	15	20	6	2	24
08	93	9	6	7	57	59	20	3	16	21	19	9
09	81	3	8	8	73	27	18	3	4	4	10	25
10	99	12	3	12	41	47	15	7	25	4	17	16
11	60	14	5	10	49	50	2	22	16	25	23	25
12	55	5	8	4	23	50	7	19	0	16	11	22
13	55	12	5	1	63	88	15	25	16	25	22	14
14	98	8	4	12	38	44	13	10	6	5	0	3
15	75	1	6	11	53	47	7	18	0	22	2	7
16	66	7	1	0	46	30	7	21	4	10	23	14
17	96	6	6	12	47	70	22	13	15	4	22	16
18	67	8	8	3	48	86	24	13	22	9	2	13
19	77	12	2	4	33	47	8	4	9	13	14	17
20	93	12	8	2	61	55	9	11	7	24	3	24
21	75	11	6	10	21	72	25	8	17	18	0	14
22	95	2	7	4	56	26	24	20	10	7	12	11
23	94	2	2	8	12	71	0	20	7	13	12	7
24	87	7	2	12	63	95	19	17	3	23	0	22
25	97	5	8	7	55	21	10	23	22	12	17	21
26	82	15	9	0	84	26	10	20	13	13	18	3
27	68	6	9	4	14	81	15	1	14	19	23	0
28	85	15	5	6	14	35	22	8	23	25	10	13

Вар.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
29	87	5	1	8	37	21	13	3	6	2	12	15
30	58	1	5	5	50	85	25	5	3	8	10	14
31	92	5	5	7	80	12	13	3	16	0	6	9
32	85	14	1	3	32	36	14	8	16	17	2	13
33	68	10	8	7	74	37	4	9	10	8	11	5
34	55	14	4	7	59	69	10	16	15	22	11	13
35	52	7	7	12	44	15	8	9	20	13	1	23
36	75	12	5	8	79	44	12	3	23	0	5	24
37	77	5	3	7	16	38	17	3	25	4	24	6
38	46	11	5	0	45	62	3	8	20	14	21	8
39	89	15	2	9	24	38	2	15	24	6	12	18
40	90	15	6	6	12	34	21	7	2	25	17	13
41	61	15	6	2	66	46	14	23	16	19	18	11
42	93	7	2	5	28	23	17	6	2	12	10	20
43	89	13	8	7	78	45	21	3	8	8	3	5
44	99	14	2	5	25	98	19	3	7	2	12	20
45	86	14	8	11	61	92	18	19	10	6	11	6
46	56	6	4	8	41	83	25	12	15	10	25	23
47	87	13	3	12	28	49	24	22	14	7	1	16
48	68	4	8	3	17	79	16	15	24	4	18	20
49	71	10	8	0	80	53	18	14	9	7	3	20
50	78	13	7	8	42	18	17	21	11	0	21	1
51	87	10	9	4	95	19	6	20	4	25	22	5
52	75	7	1	5	33	52	20	12	16	0	18	20
53	98	8	5	1	95	55	19	14	14	11	14	22
54	94	1	1	10	24	68	4	16	11	25	4	24
55	82	7	5	4	21	17	5	24	15	3	22	20
56	88	4	9	6	85	15	24	17	13	11	4	22
57	72	11	9	1	47	77	16	21	0	11	24	7

Вар.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
58	58	8	9	10	52	17	16	22	25	1	22	4
59	79	6	5	5	68	81	16	8	12	6	4	13
60	75	3	5	3	42	98	11	23	25	6	4	4
61	76	15	4	0	22	31	8	6	6	16	1	2
62	64	4	7	4	37	82	20	23	15	9	7	8
63	89	10	4	8	35	51	15	3	23	4	4	1
64	72	9	4	1	72	20	14	6	22	9	8	9
65	95	10	1	11	54	41	15	4	10	24	19	24
66	76	13	9	10	74	85	15	22	10	7	3	24
67	92	13	9	6	19	84	19	3	5	2	10	1
68	59	5	6	3	58	73	17	11	11	10	13	8
69	62	13	7	0	60	76	21	23	3	0	10	5
70	46	3	8	8	39	34	5	1	22	1	2	19
71	64	11	7	11	36	93	4	11	25	12	25	18
72	68	4	7	2	25	51	4	24	21	16	7	3
73	86	10	3	8	58	44	11	18	10	24	6	4
74	60	2	8	11	50	19	23	15	3	22	14	3
75	62	10	8	2	15	96	7	4	1	17	14	8
76	76	8	7	10	16	89	16	16	20	17	14	17
77	80	14	6	8	64	31	0	22	11	16	20	15
78	52	4	4	8	24	75	9	16	14	14	17	3

Вар.	R1	R2	R3	R4	R5	R6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
79	88	5	2	2	83	97	16	14	9	13	20	15
80	57	2	2	12	45	43	21	22	25	22	25	14
81	71	10	6	10	34	18	6	19	18	20	19	11
82	85	15	1	6	61	72	3	9	7	24	17	11
83	61	4	5	1	23	66	10	6	10	4	1	1
84	49	12	1	5	20	33	14	22	9	16	1	19
85	70	5	2	12	48	65	16	3	18	11	0	10
86	54	11	4	3	53	47	15	5	2	3	14	1
87	93	12	5	3	77	57	21	25	13	4	8	11
88	76	12	3	4	29	76	19	17	25	6	7	0
89	52	9	4	0	39	79	5	9	11	3	12	5
90	98	2	9	10	17	38	5	21	22	20	16	23
91	73	2	6	5	64	47	13	13	17	8	6	3
92	88	1	9	6	33	41	12	1	11	7	3	8
93	49	1	2	0	22	17	12	14	7	25	25	11
94	48	11	5	7	47	84	19	0	17	6	10	2
95	88	8	1	5	18	58	14	21	17	13	9	25
96	63	13	1	11	40	24	4	5	9	3	25	4
97	85	1	9	0	60	72	5	19	14	21	22	20
98	81	10	1	0	55	48	4	9	7	22	18	17
99	74	9	9	2	25	34	22	0	24	1	5	14

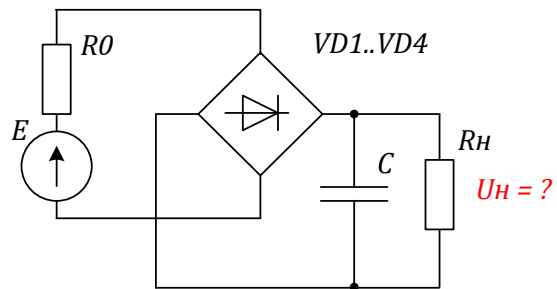


Схема 1

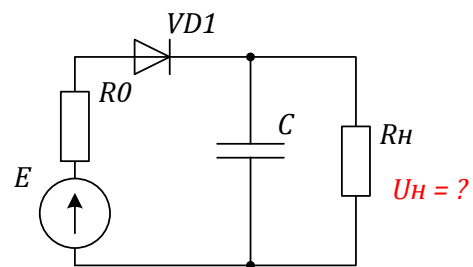


Схема 2

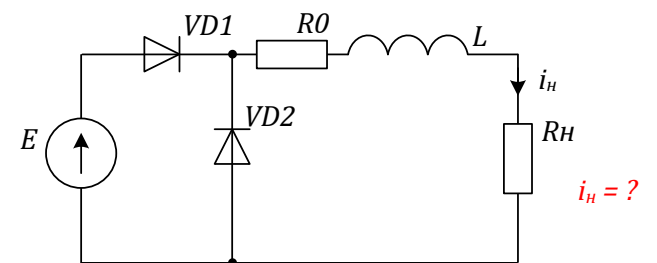


Схема 3

Таблиця 2. – Індивідуальні завдання до змістовного модуля 2

ВАР.	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	R1	R2
00	10	73	-39	-18	2
01	9	73	-30	-19	1
02	7	66	-50	-20	0
03	8	66	-43	-19	1
04	-2	71	68	-11	9
05	-7	68	31	-10	10
06	-6	61	68	-11	9
07	10	64	-30	-17	3
08	-1	71	45	-11	9
09	8	56	-65	-18	2
10	6	75	21	-22	-2
11	-2	69	34	-10	10
12	1	72	66	-81	-61
13	-1	70	-12	-10	10
14	4	63	-52	-27	-7
15	2	73	72	-45	-25
16	-6	74	-42	-9	11
17	-10	50	48	-11	9
18	-3	65	13	-10	10
19	7	56	-37	-19	1
20	7	63	-6	-19	1
21	3	68	41	-32	-12
22	-6	56	40	-11	9
23	10	47	-44	-16	5
24	3	65	26	-31	-11
25	-2	66	-57	-9	11
26	8	56	-13	-17	3
27	-10	35	58	-11	9
28	2	59	-5	-40	-20
29	-2	63	-68	-9	11

ВАР.	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	R1	R2
30	2	57	-9	-39	-19
31	8	66	34	-18	2
32	3	51	-54	-28	-8
33	-6	68	-59	-9	11
34	-8	28	74	-12	8
35	10	44	-30	-15	5
36	3	53	-27	-28	-8
37	10	41	-35	-15	5
38	7	49	-21	-17	3
39	-1	52	62	-11	9
40	-7	-29	75	-16	4
41	-3	58	-39	-9	11
42	7	28	-73	-16	4
43	-8	56	-10	-10	10
44	-8	61	-29	-9	11
45	6	32	-73	-17	3
46	4	47	-35	-22	-2
47	7	-25	-73	-12	8
48	-7	64	-51	-9	11
49	8	37	-39	-16	4
50	5	47	-19	-20	0
51	-10	50	2	-10	10
52	-8	37	37	-11	9
53	-8	44	18	-10	10
54	9	-12	-65	-12	8
55	-10	15	56	-12	8
56	-10	6	60	-12	8
57	-7	54	-19	-10	10
58	8	63	53	-17	3
59	-5	37	43	-11	9



<b>BAP.</b>	<b><i>a</i></b>	<b><i>b</i></b>	<b><i>c</i></b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
60	-7	55	-29	-9	11
61	2	43	-42	-32	-12
62	5	50	16	-20	0
63	-10	25	38	-11	9
64	-4	40	34	-11	9
65	-5	39	27	-11	9
66	6	20	-69	-15	5
67	-8	64	-64	-9	11
68	8	-16	-55	-12	8
69	-10	27	32	-11	9
70	5	43	-8	-19	1
71	-6	-19	68	-15	5
72	1	43	-30	-54	-34
73	6	51	27	-18	2
74	-7	46	-6	-10	10
75	7	2	-69	-13	7
76	6	-19	-63	-12	8
77	-3	47	-31	-9	11
78	-8	-10	54	-13	7
79	8	21	-43	-14	6

<b>BAP.</b>	<b><i>a</i></b>	<b><i>b</i></b>	<b><i>c</i></b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
80	-3	45	-18	-10	10
81	5	-22	-63	-12	8
82	-7	57	-54	-9	11
83	5	23	-60	-16	4
84	6	49	28	-18	2
85	-7	-21	45	-14	6
86	-4	33	38	-11	9
87	9	-30	-21	-11	9
88	6	10	-62	-14	6
89	4	-20	-74	-12	8
90	-9	60	-56	-9	11
91	-5	44	-18	-10	10
92	-1	41	-37	-9	11
93	3	32	-42	-22	-2
94	-5	42	-15	-10	10
95	-4	51	-72	-8	12
96	8	54	47	-16	4
97	-5	26	36	-11	9
98	-2	37	-2	-10	10
99	-5	-5	61	-14	6

**Таблиця 3. – Індивідуальні завдання до змістовного модуля 3**

<b>Варіант</b>	<b>Схема</b>	<b><math>U_d</math>, В</b>	<b><math>f</math>, Гц</b>	<b><math>R0</math>, Ом</b>	<b><math>R_n</math>, Ом</b>	<b><math>C</math>, мкФ</b>	<b><math>L</math>, мГн</b>	<b><math>U_{vd}</math>, В</b>	<b><math>t_{max}</math></b>
0	2	220	100	1	100	680	-	2	T*5
1	3	36	1000	0,01	1,2	-	10	2	T*25
2	1	220	50	0,1	10	6800	-	1	T*3
3	2	127	100	0,1	10	10000	-	2,5	T*5
4	2	12	50	0,01	100	470	-	1	T*3
5	1	220	50	1	100	680	-	1	T*10
6	3	36	2000	0,01	1 (5)	-	5	0,5	T*100
7	1	127	60	2	30	6800	-	1	T*5
8	3	12	100	0,01	3	-	500	0,7	T*150
9	1	127	50	0,05	30	680	-	1	T*4

**Примітки:**

$U_d$  – діюче значення напруги джерела живлення;

$f$  – частота зміни струму в джерелі;

$R0$  – параметр, що враховує внутрішній опір джерела живлення та паразитний опір елементів схеми;

$R_n$  – опір навантаження;

$C, L$  – номінали реактивних елементів схеми;

$U_{vd}$  – пряме падіння напруги на випрямному діоді;

$t_{max}$  – кінцеве значення часу інтегрування.

**Для схем 1, 2** форма напруги джерела живлення – синусоїдальна; **для схеми 3** – прямокутна з коефіцієнтом заповнення 50%.

**Для варіантів, де  $R_n$  вказано в форматі R (R1) виконати моделювання зі стрибкоподібною зміною опору. Зміну з R на R1 виконати при досягненні сталого режиму роботи схеми.**

## Приклади реалізації модулів рішення диференційних рівнянь:

$$\begin{array}{l}
 E(f, x_0, y_0, x_n, h) := \left\{ \begin{array}{l}
 x_0 \leftarrow x_0 \\
 y_0 \leftarrow y_0 \\
 N \leftarrow \frac{x_n - x_0}{h} \\
 \text{for } i \in 0..N - 1 \\
 \left\{ \begin{array}{l}
 x_{i+1} \leftarrow x_i + h \\
 y_{i+1} \leftarrow y_i + f(x_i, y_i) \cdot h
 \end{array} \right. \\
 z \leftarrow \text{augment}(x, y)
 \end{array} \right. \\
 \\
 MME(f, x_0, y_0, x_n, h) := \left\{ \begin{array}{l}
 x_0 \leftarrow x_0 \\
 y_0 \leftarrow y_0 \\
 N \leftarrow \frac{x_n - x_0}{h} \\
 \text{for } i \in 0..N - 1 \\
 \left\{ \begin{array}{l}
 y_2 \leftarrow y_i + \frac{h}{2} \cdot f(x_i, y_i) \\
 x_{i+1}^1 \leftarrow x_i + \frac{h}{2} \\
 y_{i+1}^1 \leftarrow f(x_{i+1}^1, y_2) \\
 x_{i+1} \leftarrow x_i + h \\
 y_{i+1} \leftarrow y_i + h \cdot y_{i+1}^1
 \end{array} \right. \\
 z \leftarrow \text{augment}(x, y)
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{runge}(f, x_0, y_0, x_n, h) := \left\{ \begin{array}{l}
 x_0 \leftarrow x_0 \\
 y_0 \leftarrow y_0 \\
 N \leftarrow \frac{x_n - x_0}{h} \\
 \text{for } i \in 0..N - 1 \\
 \left\{ \begin{array}{l}
 k_1 \leftarrow f(x_i, y_i) \\
 k_2 \leftarrow f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + h \cdot \frac{k_1}{2}\right) \\
 k_3 \leftarrow f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + h \cdot \frac{k_2}{2}\right) \\
 k_4 \leftarrow f(x_i + h, y_i + h \cdot k_3) \\
 x_{i+1} \leftarrow x_i + h \\
 y_{i+1} \leftarrow y_i + \frac{h}{6} \cdot (k_1 + 2 \cdot k_2 + 2 \cdot k_3 + k_4)
 \end{array} \right. \\
 z \leftarrow \text{augment}(x, y)
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

**Таблиця 4. - Індивідуальні завдання до змістовного модуля 4**

Вар.	A1	A2	A3	A4	f1
00	16,97	1	6	0	50
01	33,94	1	16	2	60
02	50,91	3	20	1	100
03	59,4	3	26	2	400
04	179,61	11	78	10	1000
05	311,13	10	153	6	50
06	537,4	19	254	2	60
07	16,97	0	7	1	100
08	33,94	1	15	2	400
09	50,91	1	23	3	1000
10	59,4	3	29	0	50
11	179,61	2	82	3	60
12	311,13	15	143	8	100
13	537,4	18	207	10	400
14	16,97	1	8	1	1000
15	33,94	1	16	1	50
16	50,91	0	19	1	60
17	59,4	1	20	3	100
18	179,61	1	71	4	400
19	311,13	16	106	15	1000
20	537,4	1	207	3	50
21	16,97	0	7	0	60
22	33,94	2	12	1	100
23	50,91	0	17	3	400
24	59,4	3	28	1	1000
25	179,61	4	79	8	50
26	311,13	6	134	1	60
27	537,4	8	195	6	100
28	16,97	0	8	0	400
29	33,94	0	16	1	1000
30	50,91	0	18	0	50
31	59,4	3	29	0	60
32	179,61	11	66	3	100
33	311,13	13	139	13	400
34	537,4	20	198	16	1000
35	16,97	0	6	1	50
36	33,94	0	14	2	60

Вар.	A1	A2	A3	A4	f1
45	59,4	2	27	3	50
46	179,61	4	64	3	60
47	311,13	13	132	16	100
48	537,4	17	220	17	400
49	16,97	1	6	0	1000
50	33,94	0	12	2	50
51	50,91	2	23	0	60
52	59,4	3	25	0	100
53	179,61	7	67	6	400
54	311,13	5	143	2	1000
55	537,4	5	247	1	50
56	16,97	0	7	1	60
57	33,94	0	12	1	100
58	50,91	0	25	3	400
59	59,4	2	20	0	1000
60	179,61	8	89	6	50
61	311,13	11	117	19	60
62	537,4	25	197	34	100
63	16,97	1	7	1	400
64	33,94	2	12	0	1000
65	50,91	3	17	0	50
66	59,4	2	25	2	60
67	179,61	4	71	0	100
68	311,13	9	119	15	400
69	537,4	7	196	4	1000
70	16,97	1	8	0	50
71	33,94	0	16	1	60
72	50,91	2	20	1	100
73	59,4	0	23	1	400
74	179,61	8	72	8	1000
75	311,13	8	153	5	50
76	537,4	2	180	16	60
77	16,97	0	7	0	100
78	33,94	0	13	2	400
79	50,91	3	22	2	1000
80	59,4	0	29	2	50
81	179,61	5	72	5	60

Вар.	A1	A2	A3	A4	f1
37	50,91	3	21	1	100
38	59,4	1	21	3	400
39	179,61	4	67	1	1000
40	311,13	4	126	13	50
41	537,4	4	239	29	60
42	16,97	1	8	1	100
43	33,94	1	14	0	400
44	50,91	0	23	3	1000
90	537,4	31	262	33	50
91	16,97	1	7	0	60
92	33,94	1	13	0	100
93	50,91	2	19	2	400
94	59,4	2	26	2	1000

Вар.	A1	A2	A3	A4	f1
82	311,13	6	144	2	100
83	537,4	25	258	0	400
84	16,97	1	8	1	1000
85	33,94	2	13	2	50
86	50,91	3	18	2	60
87	59,4	0	29	2	100
88	179,61	3	85	7	400
89	311,13	9	124	19	1000
95	179,61	1	80	10	50
96	311,13	1	131	5	60
97	537,4	31	219	32	100
98	16,97	0	7	0	400
99	33,94	2	13	2	1000

*Дата видачі завдання: 28.03.2022*