

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізики кристалів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор  
з науково-педагогічної роботи

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

### Робоча програма навчальної дисципліни

### Використання ПК у наукових дослідженнях

(шифр і назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
галузь знань 0402 – природничі науки  
(шифр і назва)  
напрямок підготовки 6.040203 – фізика  
(шифр і назва)  
освітня програма фізика  
(шифр і назва)  
спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
вид дисципліни обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)  
факультет фізичний

2020/ 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету  
“21” червня 2020 року, протокол № 6

Розробники програми:

Мацокін Дмитро Вадимович, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізики  
кристалів

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики кристалів  
Протокол № 7 від “20” червня 2020 р.

Завідувач кафедрою кафедри фізики кристалів

\_\_\_\_\_ (Гриньов Б.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету

---

Протокол № 6 від. “20” червня 2020 р.

Голова \_\_\_\_\_ (Макаровський М.О.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## Вступ

Програма навчальної дисципліни “Використання ПК у наукових дослідженнях” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалавра

напряму 6.040203 - фізика

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є методи, засоби та прийоми використання обчислювальної техніки у наукових дослідженнях на етапах планування, виконання теоретичних досліджень, проведення експерименту, і обробки експериментальних даних.

### 1. Опис навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є: вдосконалити навички студентів у застосуванні комп'ютерів у наукових дослідженнях, використанні засобів візуалізації експериментальних даних, розумінні основ комп'ютерної графіки, сучасної криптографії та алгоритмів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

**знати:** основні способи застосування комп'ютерів у наукових дослідженнях, основні алгоритмами стискання даних, принципи функціонування механізму електронного цифрового підпису.

**вміти:** застосовувати спеціалізовані програмні пакети для візуалізації експериментальних результатів, правильно використовувати переваги растрової та векторної графіки.

Кількість кредитів – 4.

Загальна кількість годин – 120.

Характеристика навчальної дисципліни	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	-й
Семестр	
7-й	-й
Лекції	
год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
48 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
72 год.	год.
Індивідуальні завдання	
курсова робота	

Форма контролю – залік.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Тема 1. Апроксимація експериментальних даних.

Методи апроксимації аналітичними залежностями. Похибка апроксимації. Випадки можливості та неможливості аналітичного визначення параметрів апроксимації.

### Тема 2. Програмні пакети візуалізації експериментальних даних Grapher та Origin.

Операції з даними. Оформлення результату. Важливість коректного вибору стартових параметрів апроксимації. Апроксимація функцією, заданою власноруч.

### Тема 3. Методи побудови тривимірних поверхонь на основі регулярних та довільних експериментальних даних. Способи інтерполяції та екстраполяції даних для побудови поверхонь. Програмні пакети Surfer, Origin.

### Тема 4. Основи комп'ютерної графіки.

Растрові та векторні зображення. Моделі представлення кольору (RGB, CMY, LAB, YUV, HSV). Взаємне перетворення моделей.

### Тема 5. Методи стискання даних.

Стискання без втрат. Алгоритми RLE, LZV, Хаффмана. Алгоритми JPEG, wavelet. Стискання відеоматеріалів.

### Тема 6. Основи сучасної криптографії.

Симетричні та асиметричні криптосистеми. Алгоритми Ель Гамалія та RSA. Електронний цифровий підпис. Криптовалюти.

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма						Заочна форма						
	Усього	у тому числі					Усьо	у тому числі					
		л	п	лаб	інд	ср		го	л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Тема 1.	10		4			6							
Тема 2.	32		16			16							
Тема 3.	22		8		12	14							
Тема 4.	22		4			18							
Тема 5.	14		10			4							
Тема 6.	20		6			14							
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>		<b>48</b>			<b>72</b>							

## 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

1	Апроксимація експериментальних даних. Методи апроксимації аналітичними залежностями. Похибка апроксимації. Вибір апроксимуючої функції	2
2	Програмні пакети візуалізації експериментальних даних. Grapher, Origin.	10
3	Методи побудови тривимірних поверхонь на основі регулярних та довільних експериментальних даних. Програмні пакети Surfer, Origin.	6
4	Основи комп'ютерної графіки. Растрові та векторні зображення. Моделі представлення кольору (RGB, CMY, LAB, YUV). Взаємне перетворення моделей.	2
5	Методи стискання даних. Стискання без втрат. Алгоритми RLE, LZV, Хаффмана. Алгоритми JPEG, wavelet. Стискання відеоматеріалів	6
6	Основи сучасної криптографії. Симетричні та асиметричні криптосистеми. Алгоритми Ель Гамала та RSA. Електронний цифровий підпис.	6
	Разом	32

### 5. Завдання для самостійної роботи

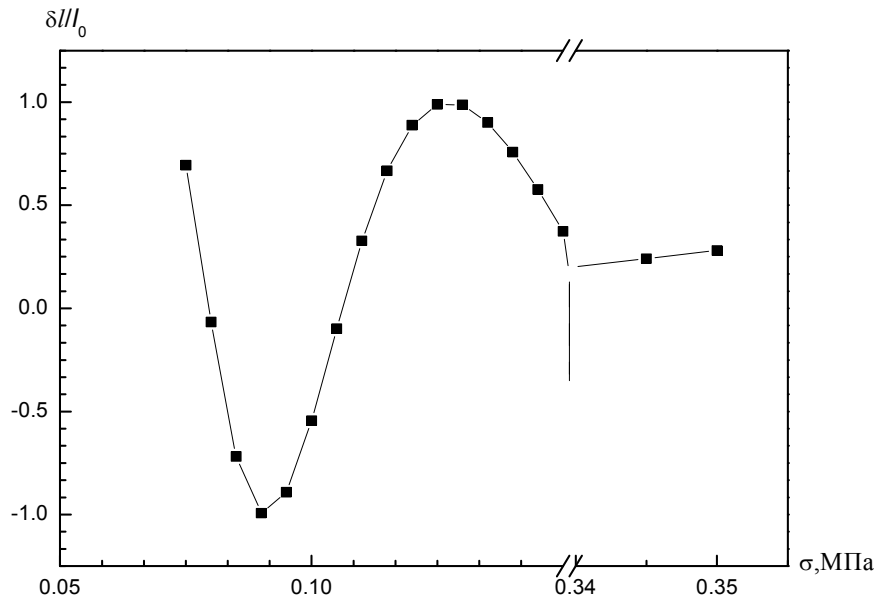
№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Історичне підґрунтя сучасних тенденцій у обчислювальній техніці: багатозадачності та багатоядерності	2
2	Проблема вибору апроксимуючої функції за “зовнішнім виглядом” та за мінімумом середньоквадратичного відхилення	4
3	Апроксимація функціями, описаними власноруч	8
4	Алгоритми інтерполяції тривимірних даних	8
5	Проблеми масштабування зображень. Алгоритми роботи з растровими зображеннями. Інтерполяція інформації в растрових зображеннях.	8
6	Робота алгоритмів LZ, LZW, Хаффмана на прикладі невеликого вірша	2
7	Алгоритми стискання даних із втратами. Оцінка припустимого порогу втрат.	2
8	Стійкість класичних криптографічних систем. Можливості підбору ключа.	4
9	Криптовалюти	2
	Разом	40

## 6.Завдання для курсових робіт

### ЗАВДАННЯ 1

$\delta l/l_0$	$\sigma$ , МПа
0.075	0.69
0.08	-0.06
0.085	-0.71
0.09	-0.99
0.095	-0.899
0.1	-0.54
0.105	-0.09
0.11	0.32
0.115	0.66
0.12	0.88
0.125	0.98
0.13	0.98
0.135	0.90
0.14	0.75
0.145	0.57
0.15	
0.37	
0.155	0.16
0.16	-0.03
0.165	-0.22
0.17	-0.39
0.285	-0.35
0.335	0.15
0.340	0.19
0.345	0.24
0.350	0.28

Побудувати графік  $\delta l/l_0(\sigma)$ .  
Зробити розрив осі від 0.15 до 0.34.



240	4
250	4.5
260	5
270	5.5
280	5.8
290	6
300	6.2
320	6.9
330	7.1
340	7.2
350	7.5
360	7.8
370	8
380	8.1
390	8.3
400	8.5
410	8.8
420	9.1
430	9.3
440	9.5
450	9.8
460	10
470	10.2
480	10.3
55	1

T, °C	R	$\delta g$
210	1	0
0.12	2	0
20		
240.3	2	0.1
230		
250	1	0.2
260	0	0.3
270	2	0.5
280	5	0.8
290	7	1.5
300	9	1.2
310	10	0.9
320	11	0.6
330	10	0.3
340	9	0.2
350	8	0.2
360	6	0.2
370	4	0.1
380	3	0.1
390	4	0.1
400	5	0
410	5	0
420	6	0
430	6	0
440	7	0

### ЗАВДАННЯ 2

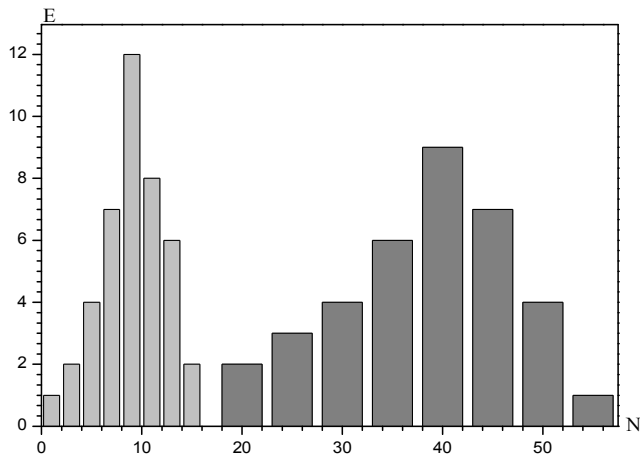
Побудувати графіки  $R(T)$  и  $\delta g(T)$ .  
Залежність  $\delta g(T)$  усереднити кривою Лоренца.

### ЗАВДАННЯ 3

Побудувати графік  $\epsilon(T)$ .  
Вказати похибку 10%.  
Порівняти із теоретичною кривою  $\epsilon = 1.6 \ln(T - 200)$

### ЗАВДАННЯ 4

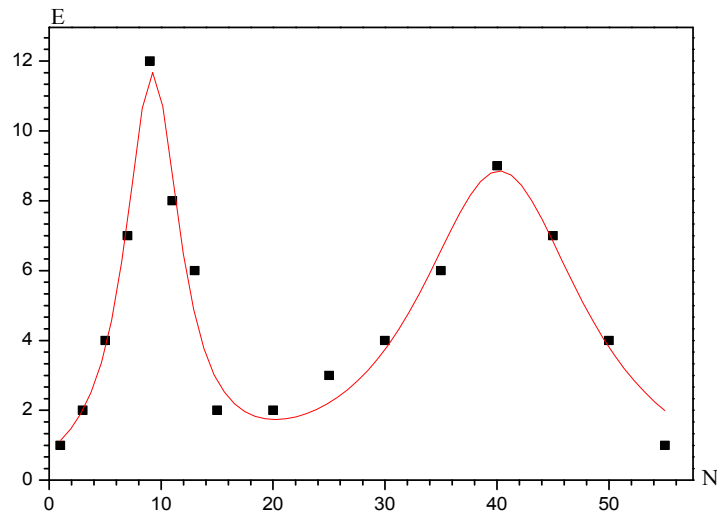
Побудувати гістограму  $E(N)$ .



### ЗАВДАННЯ 5

$N$	$E$
1	1
3	2
5	4
7	7
9	12
11	8
13	6
15	2
20	2
25	3
30	4
35	6
40	9
45	7
50	4
55	1

Побудувати графік  $E(N)$ .  
Усереднити сумою двох кривих Лоренца



T	N	N



310	12	8
320	14	9
330	16	14
340	19	16
350	22	20
360	29	28
3737 0	35	32
3904 0 380	44	55
400	49	65
410	56	75
420	65	90
430	88	95
440	92	100
450	95	120
460	97	140
470	112	150
480	123	180
490	125	190
500	140	195

### ЗАВДАННЯ 6

Побудувати графік  $n(T)$ .

Вказати похибку  $\Delta n = 8$ .

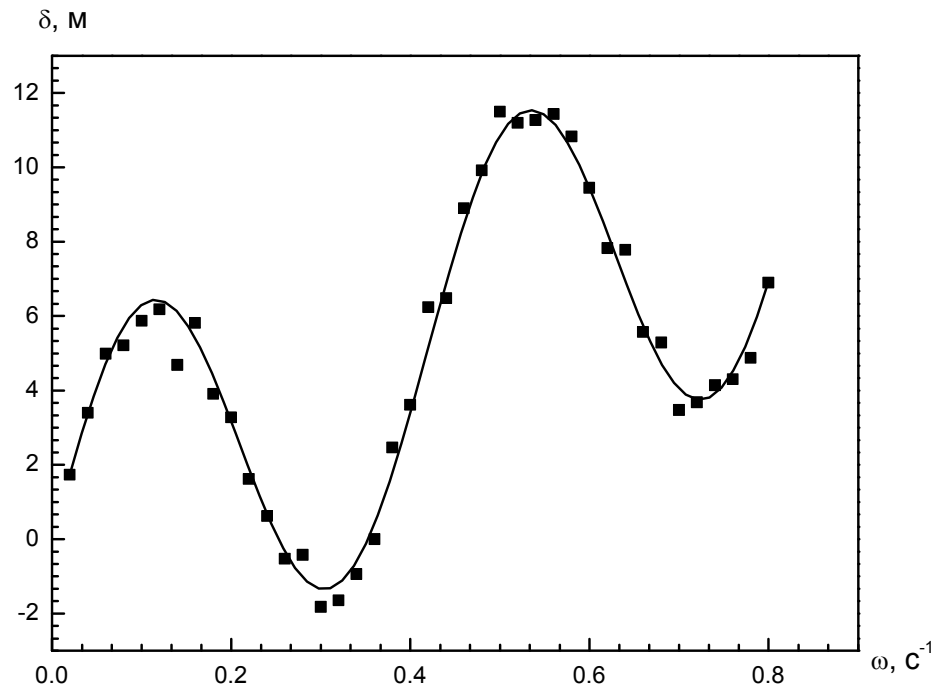
Обидві залежності усереднити параболою. Знайти точку перетину парабол.

### ЗАВДАННЯ 7

Побудувати графік  $\delta(\omega)$ .

Усреднити функцією  $\delta = a \sin(b\omega) + c\omega$

$\omega, \text{с}^{-1}$	$\delta, \text{м}$
0.02	1.73
0.04	3.39
0.06	4.98
0.08	5.21
0.1	5.87
0.12	6.18
0.14	4.68
0.16	5.82
0.18	3.91
0.2	3.27
0.22	1.62
0.24	0.62
0.26	-0.52
0.28	-0.42
0.32	-1.64
1.82	
0.3	
0.34	-0.94
0.36	0.00
0.38	2.47
0.4	3.61
0.42	6.23
0.44	6.48
0.46	8.89
0.48	9.92
0.5	11.50
0.52	11.19
0.54	11.27
0.56	11.43
0.58	10.82
0.6	9.45
0.62	7.82
0.64	7.78
0.66	5.57
0.68	5.29
0.7	3.47
0.72	3.68
0.74	4.14
0.76	4.30
0.78	4.87
0.8	6.89

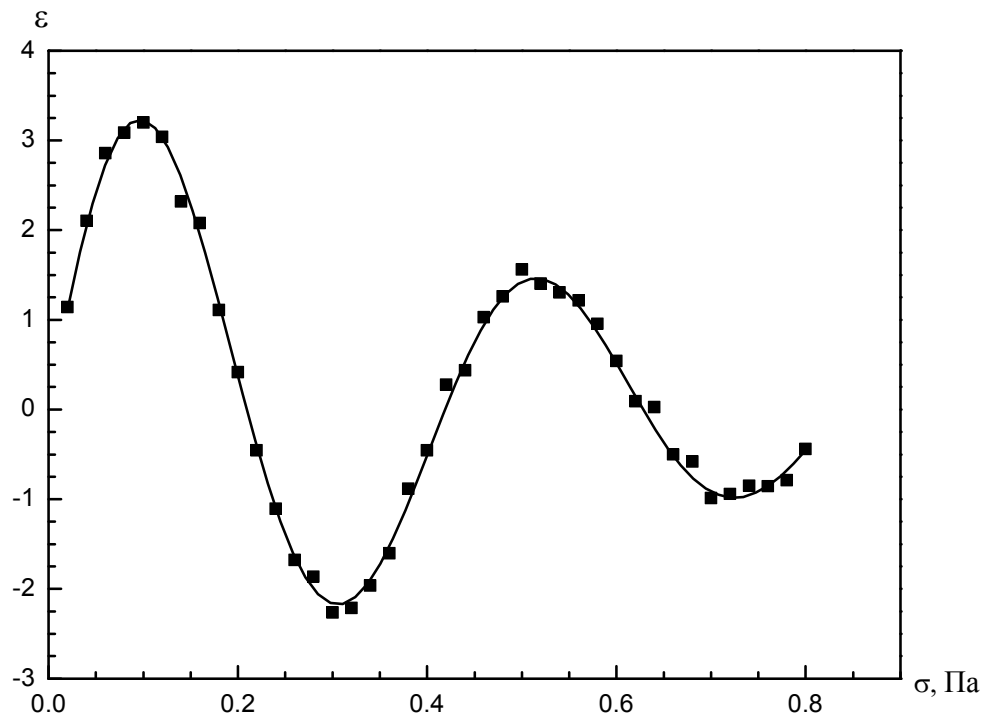


### ЗАВДАННЯ 8

Побудувати графік  $\varepsilon(\sigma)$ .

Усереднити функцією  $\varepsilon = a \sin(b\sigma)e^{-c\sigma}$

$\sigma$ , Па	$\varepsilon$
0.02	1.14
0.04	2.10
0.06	2.86
0.08	3.09
0.1	3.20
0.12	3.04
0.14	2.32
0.16	2.08
0.18	1.11
0.2	0.42
0.22	-0.46
0.24	-1.11
0.26	-1.68
0.28	-1.86
0.3	-2.26
0.32	-2.21
0.34	-1.96
0.36	-1.60
0.38	-0.88
0.4	-0.46
0.42	0.28
0.44	0.44
0.481.	1.26
03	
0.46	
0.5	1.56
0.52	1.40
0.54	1.30
0.56	1.21
0.58	0.95
0.6	0.54
0.62	0.09
0.64	0.02
0.66	-0.50
0.68	-0.58
0.7	-0.99
0.72	-0.94
0.74	-0.85
0.76	-0.85
0.78	-0.79
0.8	-0.44

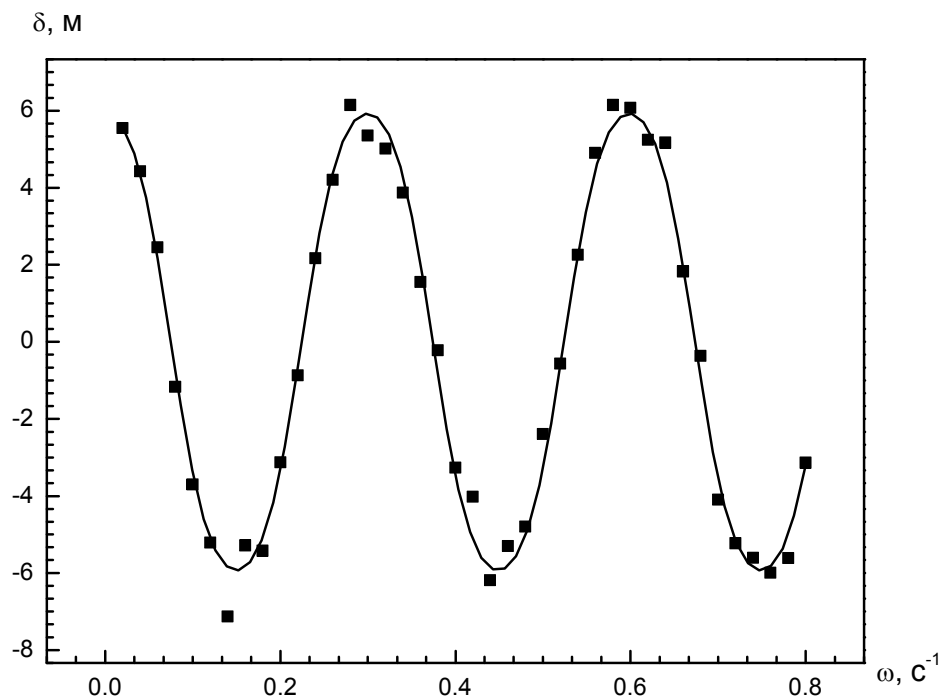


### ЗАВДАННЯ 9

Побудувати графік  $\delta(\omega)$ .

Усреднити функцією  $\delta = a \sin(\cos(b\omega))$

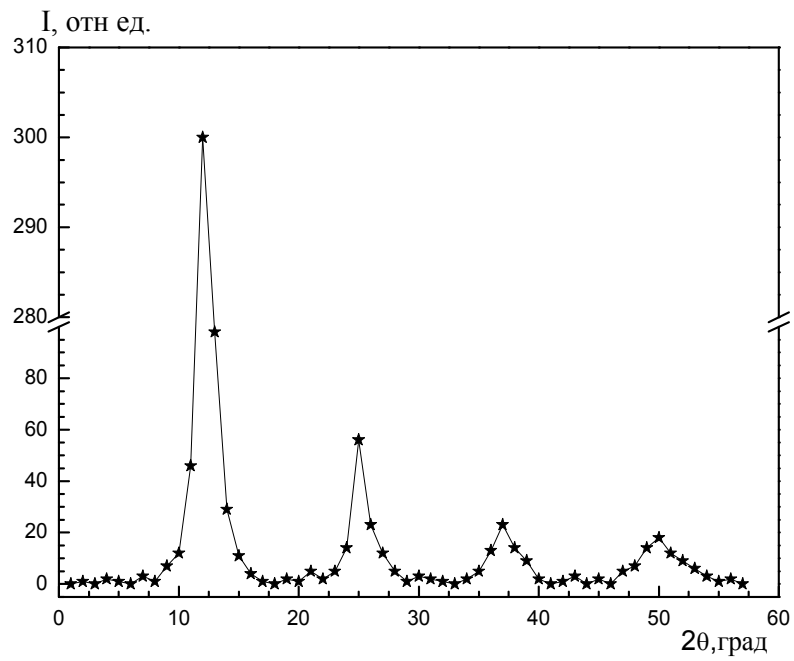
$\omega, \text{с}^{-1}$	$\delta, \text{м}$
0.02	5.55
0.04	4.42
0.06	2.45
0.08	-1.17
0.1	-3.70
0.12	-5.21
0.14	-7.13
0.16	-5.28
0.18	-5.43
0.2	-3.13
0.22	-0.88
0.24	2.17
0.26	4.20
0.28	6.14
0.3	5.36
0.32	5.01
0.34	3.87
0.36	1.55
0.38	-0.22
0.4	-3.26
0.42	-4.02
0.44	-6.18
0.46	-5.30
0.48	-4.80
0.5	-2.40
0.52	-0.57
0.54	2.26
0.56	4.90
0.58	6.14
0.6	6.07
0.62	5.24
0.64	5.17
0.66	1.83
0.68	-0.37
0.7	-4.09
0.72	-5.23
0.74	-5.60
0.76	-5.99
0.78	-5.62
0.8	-3.13



$2\theta$	$I$
1	0
2	1
3	0
4	2
5	1
6	0
7	3
8	1
9	7
10	12
11	46
12	300
13	98
14	29
15	11
16	4
17	1
18	0
19	2
20	1
21	5
22	2
23	5
24	14
25	56
26	23
27	12
28	5
29	1
30	3
31	2
32	1
33	0
34	2
35	5
36	13
37	23
38	14
39	9
40	2
41	0
42	1
43	3
44	0
45	2
46	0
47	5
48	7
49	14
50	18
51	12
52	9
53	6
54	3
55	1
56	2
57	0

## ЗАВДАННЯ 10

Побудувати графік  $I(2\theta)$ .  
Зробити розрив вертикальної осі від 100 до 280.

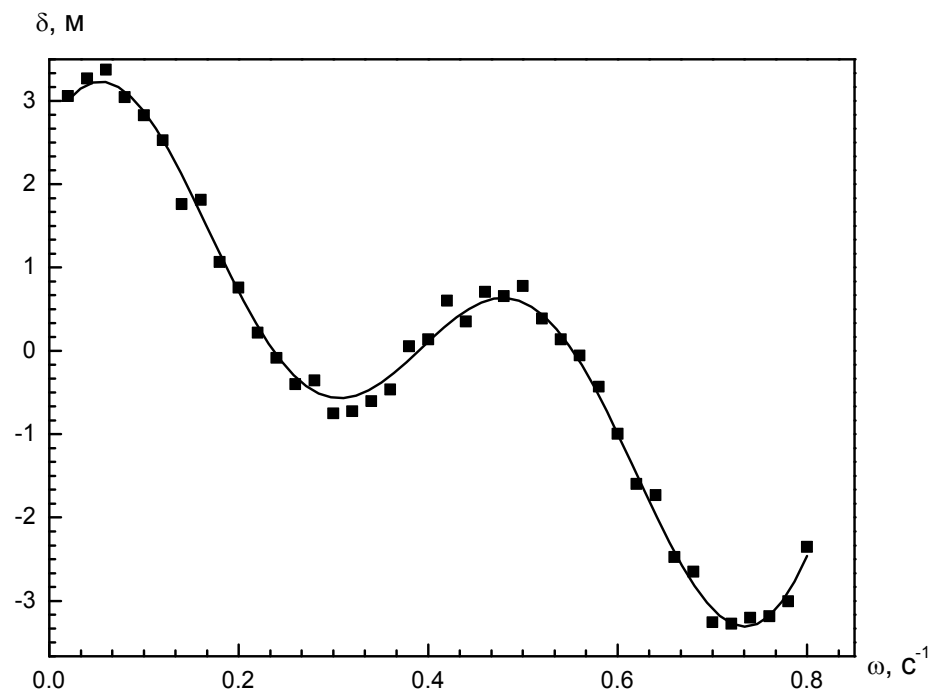


## ЗАВДАННЯ 11

$\omega, \text{с}^{-1}$	$\delta, \text{м}$
0.02	3.06
0.04	3.27
0.06	3.38
0.08	3.04
0.1	2.82
0.12	2.53
0.14	1.76
0.16	1.81
0.18	1.07
0.2	0.76
0.22	0.22
0.24	-0.08
0.26	-0.40
0.28	-0.35
0.3	-0.75
0.32	-0.73
0.34	-0.60
0.36	-0.46
0.38	0.05
0.4	0.14
0.42	0.60
0.44	0.35
0.46	0.70
0.48	0.66
0.5	0.78
0.52	0.39
0.54	0.14
0.56	-0.06
0.58	-0.43
0.6	-0.99
0.62	-1.60
0.64	-1.73
0.66	-2.47
0.68	-2.65
0.7	-3.26
0.72	-3.27
0.74	-3.20
0.76	-3.18
0.78	-3.01
0.8	-2.35

Побудувати графік  $\delta(\omega)$ .

Усереднити функцією  $\delta = a[\sin(b\omega) + \cos(c\omega)]$

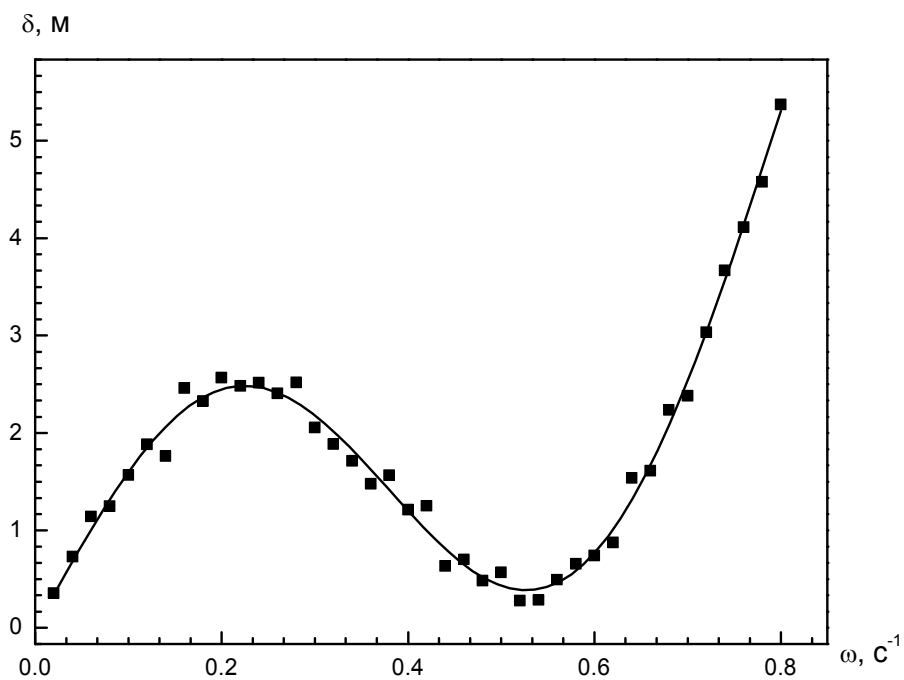


## ЗАВДАННЯ 12

Побудувати графік  $\delta(\omega)$ .

Усереднити функцією  $\delta = a \sin(b\omega) + c\omega^2$

$\omega, \text{c}^{-1}$	$\delta, \text{м}$
0.02	0.36
0.04	0.73
0.06	1.14
0.08	1.25
0.1	1.57
0.12	1.88
0.14	1.76
0.16	2.46
0.18	2.33
0.2	2.57
0.22	2.48
0.24	2.51
0.26	2.40
0.28	2.52
0.3	2.05
0.32	1.88
0.34	1.71
0.36	1.48
0.38	1.57
0.4	1.21
0.42	1.25
0.44	0.63
0.46	0.70
0.48	0.48
0.5	0.57
0.52	0.28
0.54	0.28
0.56	0.49
0.58	0.65
0.6	0.74
0.62	0.87
0.64	1.54
0.66	1.61
0.68	2.24
0.7	2.38
0.72	3.03
0.74	3.67
0.76	4.11
0.78	4.58
0.8	5.37



### ЗАВДАННЯ 13

Побудувати графік  $l(\sigma)$

Окремо (у вставці) намалювати ділянку  $3 \leq \sigma \leq 3,4$

$\sigma$ , МПа	$l$ , мм	$\sigma$ , МПа	$l$ , мм
0.5	1.999	3.01	0.361
1	0.999	3.02	0.364
1.5	0.667	3.03	0.362
2	0.501	3.04	0.356
2.5	0.400	3.05	0.344
3	0.332	3.06	0.331
3.5	0.285	3.07	0.317
4	0.251	3.08	0.304
4.5	0.223	3.09	0.294
5	0.200	3.1	0.289
5.5	0.181	3.11	
		0.29	
		0	
6	0.166	3.12	0.295
6.5	0.155	3.13	0.305
7	0.144	3.14	0.316
7.5	0.133	3.15	0.328
8	0.124	3.16	0.339
8.5	0.117	3.17	0.346
9	0.112	3.18	0.348
9.5	0.106	3.19	0.345
10	0.099	3.2	0.337
--	--	3.21	0.325
--	--	3.22	0.311
--	--	3.23	0.297
--	--	3.24	0.285
--	--	3.25	0.277
--	--	3.26	0.273
--	--	3.27	0.275
--	--	3.28	0.282
--	--	3.29	0.293
--	--	3.3	0.305
--	--	3.31	0.317
--	--	3.32	0.326
--	--	3.33	0.332
--	--	3.34	0.333



## ЗАВДАННЯ 14

$\sigma$ , МПа	$l$ , мм
1	-147.7
2	-132.1
3	-108.0
4	-80.6
5	-68.4
6	-57.7
7	-42.6
8	-31.9
9	-16.6
10	1.2
11	1.4
12	0.1
13	19.1
14	13.7
15	17.9
16	0.4
17	6.9
18	-4.5
19	-13.4
20	-29.4
21	-44.7
22	-42.7
23	
-68.4	
24	-86.2
25	-97.7
26	-127.5
27	-151.9
28	-191.3
29	-205.5
30	-232.2
31	-281.7
32	-311.0

Побудувати графік  $l(\sigma)$   
Усреднити параболою.  
Вказати похибку  $\Delta l = 12$  мм

## 7. Методи контролю

Форма контролю – залік.

*Приклади запитань підсумкового контролю*

### ЗАВДАННЯ 1

Розташуйте наступні конфігурації дискової підсистеми комп'ютера у порядку збільшення швидкості їх роботи:

- а) одиночний диск;
- б) два таких саме диска в масиві RAID 0;
- в) два таких саме диска в масиві RAID 1;
- г) чотири таких саме диска в масиві RAID 10 (0 + 1).

Відповідь поясніть.

### ЗАВДАННЯ 2

Розташуйте наступні конфігурації дискової підсистеми комп'ютера у порядку збільшення надійності збереження інформації:

- а) одиночний диск;
- б) два таких саме диска в масиві RAID 0;
- в) два таких саме диска в масиві RAID 1;
- г) чотири таких саме диска в масиві RAID 10 (0 + 1).

Відповідь поясніть.

### ЗАВДАННЯ 3

Розташуйте наступні конфігурації дискової підсистеми комп'ютера у порядку збільшення надійності збереження інформації:

- а) одиночний диск;
- б) два таких саме диска в масиві RAID 0;
- в) три таких саме диска в масиві RAID 5.

Відповідь поясніть.

### ЗАВДАННЯ 4

Є два однакових цифрових фотоапарати однієї фірми, які відрізняються лише максимальним розміром зображення, яке вони дають. Один – дешевше (6 мегапікселей, розмір зображення 3000×2000 точок), інший – дорожче (9 мегапікселей, розмір зображення 3660×2440 точок). Ви друкуєте фотографії тільки розміром 15×10 см за допомогою пристрою із максимальною роздільною здатністю 600 dpi. Чи є сенс переплачувати за більш дорогу модель? (Для розрахунків можна взяти 1 дюйм ≈ 2.5 см)

### ЗАВДАННЯ 5

Є два однакових цифрових фотоапарати однієї фірми, які відрізняються лише максимальним розміром зображення, яке вони дають. Один – дешевше (6 мегапікселей, розмір зображення 3600×2440 точок), інший – дорожче (9 мегапікселей, розмір зображення 4200×2800 точок). Ви друкуєте фотографії тільки розміром 15×10 см за допомогою пристрою із максимальною роздільною здатністю 600 dpi. Чи є сенс переплачувати за більш дорогу модель? (Для розрахунків можна взяти 1 дюйм ≈ 2.5 см)

### ЗАВДАННЯ 6

Для публікації у науковому журналі приймаються фотографії (ілюстрації до статей) в електронному виді розміром 960 точок по горизонталі (розмір по вертикалі – в залежності від формату рисунка). Розмір фотографій в журналі – 8 см по горизонталі. З яким розділенням (dpi) треба надати фотографію, щоб в редакції її не переробляли? (Для розрахунків можна взяти 1 дюйм ≈ 2.5 см)

### ЗАВДАННЯ 7

Для публікації у науковому журналі приймаються фотографії (ілюстрації до статей) в електронному виді розміром 1280 точок по горизонталі (розмір по вертикалі – в залежності від формату рисунка). Розмір фотографій в журналі – 8

см по горизонталі. З яким розділенням (dpi) треба надати фотографію, щоб в редакції її не переробляли? ? (Для розрахунків можна взяти 1 дюйм  $\approx$  2.5 см)

#### ЗАВДАННЯ 8

Редакція наукового журналу вимагає надання усіх ілюстрацій (у тому числі, графіків) в одному з двох графічних форматів: .jpg (який редакція рекомендує) та .bmp (який не рекомендує). У якому з цих форматів слід надати графіки та фотографії, щоб дрібні деталі на них були відображені найбільш точно? Відповідь поясніть.

#### ЗАВДАННЯ 9

Редакція наукового журналу вимагає надання усіх ілюстрацій (у тому числі, графіків) в одному з двох графічних форматів: .jpg (растровий) та .emf (векторний). У якому з цих форматів слід надати графіки, якщо ми нічого не знаємо ні про розмір зображення у журналі, ані про роздільну здатність друкуючого пристрою у типографії? Відповідь поясніть.

#### ЗАВДАННЯ 10

Для забезпечення більшої безпеки зберігання інформації на вашому комп'ютері, який тип алгоритма шифрування слід обрати: симетричний чи асиметричний (обидва з ключами достатньо великої довжини)? Відповідь поясніть.

#### ЗАВДАННЯ 11

Поясніть з точки зору сучасних уявлень про надійність криптографічних систем, чи є шифр Цезаря достатньо надійним. Чому?

#### ЗАВДАННЯ 12

При стисканні довільного тексту об'ємом  $\sim$  100 КВ який алгоритм дасть більший ступінь стискання (тобто утворить менший за розміром файл):

- а) RLE;
- б) LZW.

Чому?

#### ЗАВДАННЯ 13

При стисканні довільного тексту об'ємом  $\sim$  100 КВ який алгоритм дасть більший ступінь стискання (тобто утворить менший за розміром файл):

- а) RLE;
- б) алгоритм Хаффмана.

Чому?

#### ЗАВДАННЯ 14

Якщо змішати однаковий об'єм жовтої та фіолетової (пурпурної, "magenta") краски, а потім нанести суміш на білий аркуш паперу, який колір ми побачимо? Вважати, що зовнішнє освітлення – біле світло.



## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота						Курсова робота	Підсумковий контроль (залік)	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6			
30						40	30	100

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 9. Рекомендована література

1. Богданов А.А. Визуализация данных в Microsoft Origin. М.: “Альтекс-А”, Москва, 2003.
2. Роджерс Д., Адаме Дж. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. - М.: Мир, 2001. - 604с.
3. Божко А.Н., Жук Д.М., Маничев В.Б. Компьютерная графика: Учебное пособие для вузов.- М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007.- 392 с.
4. Ивенс Р.М: Введение в теорию цвета: Пер. с англ. — М.: Мир, 1964.
5. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики: Пер. с англ. -М.: Мир, 1989. -512 с.
6. Порев В.Н. Компьютерная графика. –СПб.: БХВ-Петербург, 2002. –432с.
7. Frenkel D., Smit B. Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications. San Diego: Academic Press, 2002.

8. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. - 384 с.
9. Введение в криптографию. Под общ. ред. Яценко В.В. М.: МЦНМО-ЧеРо, 1998.
10. Герасименко В.А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных., кн. 1, 2. М.: Энергоатомиздат, 1994.
11. А.П.Алферов, А.Ю.Зубов, А.С.Кузьмин, А.В.Черемушкин. Основы криптографии.- М.: "Гелиос АРВ", 2002.- 480 с.

### **Інформаційні ресурси**

<http://compression.graphicon.ru/>