

Ministry of Education and Science of Ukraine  
National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”  
Department of Electronic Engineering

Course Work

for the discipline "Theory of Signals" / "Theory of biomedical signals"

“Discrete signals and systems”

## Tasks

All tasks should be handwritten.

Before starting, every student should prepare the initial signal samples based on their birthdate:

$D1, D2, M1, M2, P1, P2, P3, P4$ .

де  $D1, D2$  – numbers in day;

$M1, M2$  – numbers in month;

$P1, P2, P3, P4$  – numbers in year.

Signal samples are calculated in the following way:

$$x[n] = [(D1 + D2 + 3), -(M1 + M2 + 4), (M2 + 2), -(P4 + D1 + D2), (M1 + M2 + D2)].$$

### Part 1

#### «Linear systems»

1. Calculate the output signal of moving average system as a reaction to the input signal  $x[n]$  using  $N1 = \min(3, |M2 + D2 + 1|)$ ,  $N2 = \min(4, |D1 + D2 + M1 + 1|)$ , where  $\min(A, B)$  – minimum of two numbers. Calculate all non-zero output samples.

2. Calculate the output of the system with impulse response  $h = [(M1 + M2), (D1 + D2), -P2, P1]$  for the input signal  $x[n]$ .

3. Using  $h1 = [P3, (M2 + D2 + 1), P1]$ ,  $h2 = [P1, P2, (D1 + D2)]$  as impulse responses of two systems, calculate the output for the *parallel* connection of the systems.

4. Using  $h1 = [P3, (M2 + D2 + 1), P1]$ ,  $h2 = [P1, P2, (D1 + D2)]$  as impulse responses of two systems, calculate the output for the *serial* connection of the systems.

Linear time invariant system has difference equation:

$$\begin{aligned} y[n] + (D1 + D2) \cdot y[n-1] - P1 \cdot y[n-2] + (M1 + M2) \cdot y[n-3] = \\ = (M1 + 1) \cdot x[n] - (M2 + 2) \cdot x[n-1] + M2 \cdot x[n-2] - (M2 + D2 + 1) \cdot x[n-3] + (P4 + 2) \cdot x[n-4] \end{aligned}$$

It is in the resting state.

5. Write the equation of the transfer function and frequency response of the system. Plot magnitude and phase responses using MatLAB (sampling frequency is 1 kHz). Define the frequency range where the system amplifies the input signal.

6. Calculate first three samples of impulse response.

7. Using difference equation, calculate first five samples of output signal.

8. Using three samples of impulse response, calculate first five samples of output signal.

9. Compare the results, draw conclusions.

**Part 2**  
**«Spectral analysis»**

All tasks should be handwritten.

For all tasks, plot signals and spectra using the  $F_s = 1000 \cdot (D1 + D2 + M1 + M2)$  Hz sampling frequency.

1. Calculate magnitude and phase spectrum. Keep two decimal digits when rounding.
2. Calculate inverse Fourier transform using the data from #1. Keep two decimal digits when rounding. Calculate standard deviation between initial and restored signal.
3. Calculate Walsh spectrum.
4. Calculate inverse Walsh transform.
5. Calculate and plot autocorrelation function of signal.
6. Draw the block diagram of the filter:

$$y[n] + (D1 + D2) \cdot y[n-1] - P1 \cdot y[n-2] + (M1 + M2) \cdot y[n-3] =$$
$$= (M1 + 1) \cdot x[n] - (M2 + 2) \cdot x[n-1] + M2 \cdot x[n-2] - (M2 + D2 + 1) \cdot x[n-3] + (P4 + 2) \cdot x[n-4]$$

**Розділ 3**  
**«Аналітичний огляд застосування аналізу сигналів в спеціальності»**

1. Методи розпізнавання в аналізі відео.
2. Застосування нечіткої логіки у обробці сигналів
3. Кодування сигналів
4. Ентропійний аналіз сигналів
5. Аналіз когерентності сигналів та її застосування
6. Методи визначення інтервалів стаціонарності сигналів
7. Методи та застосування сегментація сигналів
8. Методи та застосування кластеризації сигналів
9. Методи та застосування фрактального аналізу сигналів
10. Методи та застосування моделювання сигналів
11. Використання нейронних мереж для обробки сигналів
12. Методи та застосування розпізнавання образів сигналів
13. Вейвлет-аналіз сигналів та його застосування
14. Методи обробки зображень
15. Методи та застосування аналізу рентгенограм
16. Аналіз даних МРТ-досліджень
17. Експертні системи та їх застосування
18. Аналіз електроенцефалограм та його застосування
19. Аналіз електрокардіограм та його застосування
20. Аналіз електрокортикограм та його застосування
21. Аналіз викликаних потенціалів мозку та його застосування
22. Аналіз варіабельності серцевого ритму та його застосування
23. Аналіз спірограм та його застосування
24. Аналіз фонокардіограм та його застосування
25. Аналіз реокардіограм та його застосування
26. Аналіз магнітоенцефалограм та його застосування
27. Аналіз пульсових хвиль та його застосування
28. Аналіз міограм та його застосування
29. Методи та застосування спектрального аналізу крові
30. Аналіз формених елементів крові та його застосування
31. Методи тривимірної локалізації джерел електричної активності

та їх застосування
32. Аналіз звукових сигналів та його застосування
33. Методи та застосування капнографії
34. Методи оцінки глибини наркозу
35. Аналіз сигналів в оксиметрії
36. Сенсори у біологічних вимірюваннях
37. Перетворення Карунена-Лоева та його застосування
38. Перетворення Гілберта та його застосування
39. Перетворення Уолша та його застосування
40. Перетворення Зака та його застосування
41. Перетворення Хартлі та його застосування
42. Перетворення Габора та його застосування
43. Косинусне перетворення та його застосування
44. Використання спектрів вищих порядків в обробці сигналів
45. Прогнозування поведінки фінансових рядів
46. Генерація сигналів для нейростимуляції
47. Генерація сигналів для кардіостимуляції
48. Методи та застосування аналізу незалежних компонент сигналу
49. Використання переповнених словників функцій
50. Методи та застосування адаптивного аналізу сигналів
51. Методи та застосування стеганографії
52. Методи та застосування виділення трендів у сигналах
53. Методи та застосування виділення огинаючих в сигналах
54. Системи зв'язку мозку з комп'ютером
55. Прямі задачі в електрофізіології
56. Обернені задачі в електрофізіології
57. Методи та застосування видалення артефактів з сигналів
58. Методи та застосування передбачення епілептичних нападів
59. Застосування модуляції сигналів
60. Методи стиснення одномірних сигналів
61. Методи стиснення багатовимірних сигналів
62. Модуляція та демодуляція сигналів
63. Методи та застосування аналізу динаміки активності мозку
64. Методи та застосування передбачення епілептичних нападів
65. Методи та застосування діагностики якості сну у людини

66. Методи та застосування визначення синхронізації в сигналах
67. Методи та застосування визначення взаємної інформації двох сигналів
68. Методи та застосування визначення фазової синхронізації між сигналами
69. Методи та застосування вимірювання напряму взаємодії між двома сигналами
70. Методи та застосування вимірювання складності сигналів
71. Методи та застосування нелінійного аналізу сигналів
72. Методи та застосування визначення миттєвої частоти спектру сигналу
73. Використання ланцюгів Маркова для моделювання сигналів
74. Методи та застосування теорії хаоса в аналізі сигналів
75. Методи та застосування розпізнавання текстів та символів
76. Методи та застосування сліпого розділення джерел електричної активності
77. Методи та застосування біспектрального аналізу сигналів
78. Методи та застосування багатовимірної аналізу сигналів
79. Застосування аналізу сигналів в мобільних пристроях
80. Методи та застосування аналізу музикальних сигналів
81. Методи та застосування визначення фазової синхронізації сигналів
82. Методи та застосування дослідження зв'язності сигналів
83. Методи та застосування когерентного аналізу сигналів
84. Методи Machine Learning
85. Synchronization Likelihood та застосування
86. Моделювання сигналів зовнішнього і внутрішнього дихання
87. Клітинні автомати та їх застосування
88. Аналіз сигналів насичення крові киснем
89. Аналіз сигналів рухів людини
90. Аналіз пози та балансу людини
91. Методи та застосування розпізнавання облич
92. Аналіз сигналів в біометричних системах ідентифікації
93. Методи та застосування аналізу відеосигналів
94. Математичні методи розпізнавання облич

95. Методи та застосування теорії хаоса в розпізнаванні сигналів
96. Методи та застосування аналізу рентгенограм
97. Аналіз сигналів сенсорів в мобільних пристроях
98. Системи передачі сигналів на мобільні пристрої
99. Методи та застосування аналізу біосигналів, отриманих з допомогою вебкамери
100. Глибокі нейронні мережі та глибоке навчання.

## Склад і вимоги до оформлення роботи

Вказані завдання розділів 1 та 2 виконуються охайно від руки на одному боці білого паперу формату А4 розбірливим почерком. Для всіх завдань необхідно навести повні розрахунки та побудувати графіки вхідного та усіх вихідних (розрахованих) сигналів. Треба звернути особливу увагу на правильність підписання осей на графіках (номери відліків, секунди чи герци).

Аналітичний огляд (розділ 3) виконується на комп'ютері за однією з наведених тем, або за власною темою **після узгодження** з викладачем. Узгодження має бути закінчене до першої атестації. Після цього зміна тематики аналітичного огляду не можлива.

Вимоги до оформлення **тексту роботи**: ліве поле 2 см, всі інші – 1 см.

Вимоги до оформлення **розділу 3**: шрифт Times 12-го кеглю, інтервал між рядками скрізь 1.5, вирівнювання скрізь по ширині. Обсяг тексту – не більше 15 сторінок. Кількість джерел в переліку посилань – не менше 5.

При використанні тексту з джерела, номер цього джерела за списком проставляється після запозиченого тексту в квадратних дужках ось так [8].

Всі розділи повинні мати номери і назву. Перед та після назви розділу треба відступити два порожніх рядка. Всі рисунки повинні мати номер або номер і назву. На всі рисунки треба надавати посилання в тексті роботи.

Максимальна оцінка за кожне завдання першого та другого розділів (якщо не вказано інше) – 3 бали, за третій розділ – максимум 15 балів (10 – за зміст, 3 – за якість обраних джерел, 2 – за оформлення).

При невчасній здачі роботи кількість балів за кожне завдання зменшується вдвічі. Умовою атестацій студента є вчасна здача необхідних частин роботи.

Для першої і другої атестації необхідні частини роботи здаються з **заповненими титульним аркушем та завданням, зшитим в м'яку палітурку**. Після завдання наводяться реферати курсової роботи українською та англійською мовами (кожна на окремому аркуші, обсяг не менше 650 слів кожна).

Реферат (відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.9:2009 (ИСО 214–76) "Система стандартів по інформації, бібліотечному и издательському делу. Реферат и аннотация. Общие требования" ) включає такі аспекти змісту курсової роботи:

- предмет, тема, ціль роботи;
- метод або методологія проведення роботи;
- результати роботи;
- область застосування результатів;
- висновки;
- додаткова інформація.

Після перевірки та виставлення поточних оцінок за зроблені завдання і частини, робота повертається студенту до кінця семестру.

Всі частини роботи зшиваються в кінці семестру в м'яку палітурку разом з титульним аркушем, завданням, аркушем з списком завдань, рефератами та здаються для передачі в архів.

**Аркуші з рефератами та списком літератури необхідно надіслати електронної поштою викладачу.**

Захист роботи проводиться в кінці семестру.

Робота складається з таких структурних елементів (зшивати треба у вказаному порядку!):

- титульний аркуш (див. додаток А);
- заповнений бланк завдання (див. додаток Б);
- реферат українською мовою;
- реферат англійською мовою;
- роздрукований аркуш зі списком завдань;

- розрахунково-пояснювальна записка та графічні матеріали;
- перелік посилань.

У випадку виявлення несамотійного виконання роботи студент буде неатестований, рейтинг буде анульований, та йому буде видане нове завдання.

## Список рекомендованої літератури

1. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко. - СПб. : Питер, 2002. - 608 с. – ISBN 5-318-00666-3.
2. Лазарев, Ю. Ф. MatLAB 5.x / Ю. Ф. Лазарев. – К. : Издательская группа ВHV, 2000. – 384 с. – ISBN 966-552-068-7.
3. Лазарев Ю. Ф. Начала программирования в среде MatLAB : учеб. пособие. / Ю. Ф. Лазарев. – К. : НТУУ"КПИ", 2003. – 424 с.
4. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.
5. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 548 с.
6. ДСТУ ГОСТ 7.9:2009 (ИСО 214–76) "Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования"

## **Додаток А**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”  
Кафедра фізичної та біомедичної електроніки

Інв. № \_\_\_\_\_

**КУРСОВА РОБОТА (ЦЕЙ РЯДОК залишити для груп ДМ, ДП)**  
**РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА (ЦЕЙ РЯДОК залишити для груп ІМ, ЛД, БМ, БП)**

з дисципліни «Теорія біомедичних сигналів»/ «Теорія сигналів»

на тему: «Аналіз дискретних сигналів та їх проходження через лінійні системи»

№ частини	Бали	Підпис
1		
2		
3		
ЗАХИСТ		

Студента (ки) \_\_\_\_\_ курсу групи \_\_\_\_\_

напряму підготовки \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник:

доц. каф. ФБМЕ, доц., к.т.н. А.О. Попов

Національна оцінка \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка ECTS \_\_\_\_\_

Члени комісії \_\_\_\_\_ доц., к.т.н., А.О. Попов

(підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Київ – 20 \_\_\_\_\_

## **Додаток Б**

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут"  
Факультет електроніки  
Кафедра фізичної та біомедичної електроніки

**ЗАВДАННЯ**

на **КР/РГР** з дисципліни **«Теорія біомедичних сигналів»/ «Теорія сигналів»**

студенту \_\_\_\_\_  
ПІБ повністю

1. **Тема роботи:** «Аналіз дискретних сигналів та їх проходження через лінійні системи»
2. **Термін здачі** студентом закінченої роботи: «\_\_» \_\_\_\_\_ р.
3. **Дані до роботи:** дата народження «\_\_» \_\_\_\_\_ р.
4. **Перелік питань, які мають бути розроблені:** відповідно до аркушу завдання.
5. **Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:** графіки вхідних та вихідних сигналів, структурні схеми фільтрів.
7. **Дата видачі завдання:** «\_\_» \_\_\_\_\_ р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК**  
**виконання КР (РГР)**

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Перший розділ	до першої атестації	
2	Другий та третій розділи	до другої атестації	
3	Захист	до закінчення семестру	

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

підпис

\_\_\_\_\_

ПІБ

**Студент**

\_\_\_\_\_