

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра радіотехніки та радіоелектронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

I.O.Анісімов

« 31 » 08 2017 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Адаптивна цифрова обробка сигналів у телекомунікаційних системах

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань	17 Електроніка та телекомунікації
спеціальність	172 Телекомунікації та радіотехніка
рівень вищої освіти освітньо-наукова програма	третій освітньо-науковий "Телекомунікації та радіотехніка"
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання - очна, заочна

Навчальний рік - 2017/2018

Курс - 2, півріччя - 2

Кількість кредитів ECTS - 4

Мова викладання, навчання

та оцінювання - українська


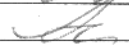
Форма заключного контролю - іспит

### Викладач:

Жиров Геннадій Борисович, кандидат технічних наук, доцент кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

Пролонговано: на 2018/2019 н.р.

на 2019/2020 н.р.

 (Жиров Г.Б.) «30» 08 2018р.  (Жиров Г.Б.) «29» 08 2019р.

КИЇВ – 2017

**Розробник:**

**Жиров Генадій Борисович**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

«ПОГОДЖЕНО»

Завідувач кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

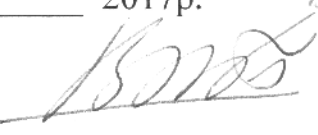
  
М.І. Рєзніков

Протокол № 1 від «30» 08 2017 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № 1 від «31» 08 2017р.

Голова науково-методичної комісії

 В.В. Обуховський

«31» 08 2017 року.

**1. Мета дисципліни** – розгляд та дослідження основ проектування адаптивних систем обробки сигналів та їх застосування у телекомунікаційних системах, усвідомлення поняття адаптації, як властивості технічних систем. Набуття теоретичних знань щодо використання та застосування різноманітних адаптивних алгоритмів, а також практичне застосування адаптації сигналів при адаптивному моделюванні та ідентифікації систем, застосування адаптації у системах управління, при придушення перешкод. Введення до основ нейронних мереж, як одного з видів адаптивних систем обробки сигналів.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Адаптивна цифрова обробка сигналів у телекомунікаційних системах» є частиною вибіркового блоку дисциплін та базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра та магістра, а саме: “Цифрові пристрої”, “Цифрове оброблення сигналів”, “Основи теорії автоматичного управління”, “Цифрова схемотехніка та електроніка”, “Приймання та оброблення сигналів”, “Основи теорії передавання інформації”, “Оптимізація проектування радіоелектронних засобів”.

Попередні вимоги:

*аспірант повинен знати:* лінійну алгебру, операційне числення, чисельні методи та основи цифрової обробки сигналів на рівні випускника магістратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

*аспірант повинен вміти:* вирішувати лінійні та нелінійні рівняння чисельними методами, використовувати математичні комп’ютерні програми (Matlab, Mathcad) на рівні випускника магістратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Вивчення дисципліни «Адаптивна цифрова обробка сигналів у телекомунікаційних системах» дозволяє зрозуміти сутність процесу адаптації у радіотехнічних системах при обробці сигналів. В дисципліні докладно розглянуто процес розробки та побудови адаптивних систем обробки сигналів та їх моделювання на комп’ютері. Велика увага приділяється проектуванню та реалізації цифрових адаптивних фільтрів у телекомунікаційних системах. Будуть розглянуті основні поняття теорії адаптивних систем обробки та принципи їх функціонування. Концепції ілюструються прикладами комп’ютерних програм.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

1. Надати основні відомості курсу «Адаптивна цифрова обробка сигналів у телекомунікаційних системах», які складають важливу частину загально-технічної та інженерної підготовки аспіранта за спеціальністю «Телекомунікації та радіотехніка».

2. Узагальнити та розширити відомі поняття курсів «Цифрові пристрої», “Цифрове оброблення сигналів”, “Основи теорії автоматичного управління”, “Приймання та оброблення сигналів”, простежити взаємозв’язок об’єктів досліджень теорії адаптації з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв’язання практичних та експериментальних задач;

3. Навчити застосовувати знання, уміння, навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності, розвивати логічне та аналітичне мислення аспірантів.

4. Навчити застосовувати знання та уміння у моделюванні для розробки й реалізації радіоелектронних пристроїв, систем, комплексів, телекомунікаційних та інформаційних систем.

5. Прищепити вміння розв’язувати прикладні задачі методами теорії адаптивної обробки сигналів.

## **5. Результати навчання за дисципліною:**

Результат навчання (1, знати; 2, вміти;	Форми (та/або методи	Методи оцінювання	Відсоток у
---	----------------------	-------------------	------------

3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		і технології) викладання і навчання	та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	аспірант повинен <b>знати</b> :	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Критерії, які застосовуються при застосуванні адаптивних структур.	<i>лекція</i>	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	Основи та сутність адаптивної фільтрації сигналів	<i>лекція</i>	=//=	
1.3	Методи пошуку параметрів функції середньоквадратичної похибки	<i>лекція</i>	=//=	
1.4	Методику пошуку оптимального Вінеровського рішення для адаптивного лінійного суматора	<i>лекція</i>	=//=	
1.5	LMS алгоритм та його властивості	<i>лекція</i>	=//=	
1.6	Алгоритм найменших квадратів для рекурсивних адаптивних фільтрів	<i>лекція</i>	=//=	
1.7	Адаптивна обробка сигналів з використанням штучних нейронних мереж	<i>лекція</i>	=//=	
1.8	Сучасне застосування адаптивних алгоритмів	<i>лекція</i>	=//=	
2	аспірант повинен <b>вміти</b> :	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Визначити значення вагових коефіцієнтів з використанням різних алгоритмів адаптації	=//=	=//=	
2.2	Оволодіти засобами програмної реалізації адаптивної фільтрації з використанням MatLab	=//=	=//=	
3	<b>комунікація</b>	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
3.2	Здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної	
4	<b>автономність та відповідальність</b>	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності			



## 7. Схема формування оцінки

**7.1. Форми оцінювання аспірантів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання аспірантів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми №6 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Аспіранти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

## 7.2. Організація оцінювання;

*Оцінювання за формами контролю:*

	<i>ЗМ</i>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання аспірантами самостійних робіт	9	15

*Орієнтований графік оцінювання:*

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Виконання завдань на практичних заняттях	лютий - травень
Виконання завдань самостійної роботи	лютий - травень
Перескладання завдань практичних занять і самостійної роботи	квітень
Іспит	травень

Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	36	24	60
<b>Максимум</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1	Вступ в адаптивну обробку сигналів. Критерії функціонування адаптивних структур	2		8
2	Основи адаптивної фільтрації сигналів	2		11
3	Функція середньоквадратичної похибки	2		11
4	Пошук Вінеровського рішення	2		11
5	LMS алгоритм та його властивості	2		11
6	Алгоритм найменших квадратів для рекурсивних адаптивних фільтрів	4	2	22
7	Адаптивна обробка сигналів з використанням штучних нейронних мереж	2		11
8	Застосування адаптивних алгоритмів	2	2	11
<b>ЗАГАЛОМ</b>		<b>18</b>	<b>4</b>	<b>96</b>

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекцій – **18**- год.

Практичні заняття – **4** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **96** год.

### 9. Рекомендовані джерела:

#### Основні:

1. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер. с англ. Ю.К.Сальникова /Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 1989. – 440 с.

2. Адаптивная компенсация помех в каналах связи /Ю.И.Лосев, А.Г.Бердников, Э.Ш. Гойхман, Б.Д. Сизов; Под ред. Ю.И.Лосева. – М.: Радио и Связь, 1988. – 208 с.

3. Зинчук В.М., Лимарев А.Е., Мухин Н.П., Парфенов В.И. Алгоритмы адаптивной цифровой фильтрации шумоподобных сигналов на фоне узкополосных помех и флуктуационного шума // Зарубежная радиоэлектроника. – 1992. – №6. – С.84–98.

4. Цифровая обработка сигналов: Учеб. пособие для вузов /Л.М. Гольденберг, Б.Д.Матюшин, М.Н.Поляк. – 2-изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1990. – 256 с.
5. Юрий Лазарев. Начала программирования в среде MatLAB. Учебное пособие. – К.:НТУУ "КПИ", 2003. – 424 с.
6. Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов и MATLAB / А.И. Солонина, Д.М.КлионскийЮ Т.В.Меркучева, С.Н.Петров. – СПб.:БХВ-Петербург, 2014. – 512 с.
7. Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А.И. Солонина, С.М.Арбузов. – СПб.:БХВ-Петербург, 2008. – 816 с.
8. Хайкин С. Нейронные сети / С. Хайкин. – М.:Вильнюс, 2006. – 1104 с.
9. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. / В.В. Круглов, В. В. Борисов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2002. - 382 с.
10. Бичков О.С. Когнітивні методи кібернетики : Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2006. – 127 с.
11. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учебн. пособие. 3-е изд. – С.Пб.: БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.
12. Ogunfunmi T. Adaptive nonlinear system identification: the Volterra and Wiener model approaches. – Springer Science + Business Media, LCC. – 2007. – 230 p.
13. Apolinario J. A., Ed. QRD-RLS Adaptive Filtering. – Springer, 2009. – 356 p.
14. Трэвис Д., Кринг Д. LabVIEW для всех. 4-е издание, переработанное и дополненное. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 904 с.

#### **Додаткові:**

1. Применение цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. под ред. Э.Оппенгейма. - М.:Мир, 1980.
2. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов: Пер. с англ. под ред. М.В. Лазарова и Ю.Н. Прохорова. - М.: Радио и связь, 1981.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов по спец. "Радиотехника". — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк. 1988. — 448 с.
4. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: Учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1991, С. 25-28.
5. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы /В.И.Джиган. – М.:Техносфера, 2013. – 528 с.
6. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. – М., 2000, 416 с.
7. Джиган В.И. Адаптивные фильтры современные средства моделирования и примеры реализации / В.И. Джиган // Электроника. Наука технология бизнес. – 2012. – №7. – С.106-125.
8. Новосядлий С. П., Мельник Л. В. Адаптивні фільтри цифровій обробці сигналів сучасних телекомунікаційних систем / С. П. Новосядлий, Л. В. Мельник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №2/9. – С.48–54.
9. Н. О. Тулякова, А. Н. Трофимчук, А. Е. Стрижак Адаптивні міриадні фільтри для обробки сигналів електрокардіограми, що реєструються з високою частотою дискретизації / Н. О. Тулякова, А. Н. Трофимчук, А. Е. Стрижак // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2016. – №4(78). – С.97–107.
10. Pearson, R. K. The Class of Generalized Hampel Filters [Text] / R. K. Pearson, Y. Neuvo, J. Astola / Proc. of the 23rd European Signal Processing Conference (EUSIPCO). – 2015. – P. 2546-2550. doi: 10.1109/EUSIPCO.2015.7362835.



11. Liyuan Qiu, Zibo Zheng, Xiaoguang Zhang, Lixia Xi, Wenbo Zhang, Wei Yi, Hengying Xu, Xianfeng Tang, An adaptive Kalman filter for extreme polarization effects equalization in coherent optical communication system. Optics Communications, Volume 445, 15 August 2019, Pages 125-135.

12. Beiyi Liu, Guan Gui, Shin-ya Matsushita, Li Xu, Adaptive filtering algorithm for direction-of-arrival (DOA) estimation with small snapshots, Digital Signal Processing, Volume 94, November 2019, Pages 84-95.