




СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ АДАПТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ»

	Ступінь освіти	магістр
	Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
	Тривалість викладання	3,4 чверті
	Заняття:	Весняний семестр
	лекції:	2 години у 3й чверті та 1 година у 4й чверті
	практичні заняття:	1 година
	Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=2064>

Кафедра, що викладає безпеки інформації та телекомунікацій

Інформація про викладача:

	Горєв В'ячеслав Миколайович	доцент, к.ф.–м.н.
	Персональна сторінка	https://physics.nmu.org.ua/ua/personal/docents/Gorev/
	Е-пошта:	Gorev.V.M@nmu.one
	Гусєв Олександр Юрійович	професор, к.ф.–м.н.
	Персональна сторінка	http://b125.nmu.org.ua/staff//gusev
	Е-пошта:	husiev.o.yu@nmu.one

1. Анотація до курсу

Розглянуто поняття випадкового процесу кореляційної функції, а також властивості кореляційних функцій стаціонарних випадкових процесів. Розглянуто фільтри Колмогорова–Вінера, адаптивні фільтри Калмана (скалярний, векторний) та фільтр Калмана–Бьюсі, LMS і RLS алгоритми та адаптивні фільтри-апроксиматори. Розглянуто застосування градієнтних методів до задач фільтрації.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо вміння теоретично описувати та застосовувати на практиці різні типи адаптивних фільтрів, зокрема фільтри Колмогорова–Вінера, Калмана, LMS і RLS алгоритми та адаптивні фільтри-апроксиматори.

Завдання курсу:

- ознайомити здобувачів вищої освіти з поняттями випадкового процесу, стаціонарного випадкового процесу та властивостями кореляційних функцій;
- ознайомити здобувачів вищої освіти з лінійними стаціонарними фільтрами та детально розглянути фільтр Колмогорова–Вінера як приклад такого фільтру;
- ознайомити здобувачів вищої освіти з адаптивними фільтрами Калмана (скалярним і векторним), фільтром Калмана–Бьюсі, LMS і RLS алгоритмами;
- ознайомити здобувачів вищої освіти з застосуванням градієнтних методів до задач фільтрації;
- ознайомити здобувачів вищої освіти з адаптивними фільтрами-апроксиматорами;

3. Результати навчання

Використовувати фундаментальні знання в галузі телекомунікацій та радіотехніки, володіння математичним апаратом теорії телекомунікаційних та радіотехнічних систем;

Використовувати сучасні математичні пакети для програмування адаптивних фільтрів.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

1. Випадкові процеси, кореляційні функції, лінійні стаціонарні фільтри

1.1 Поняття випадкового процесу та густин його ймовірності, визначення кореляційної функції та її властивості. Поняття стаціонарного випадкового процесу та властивості його кореляційної функції

1.2 Поняття лінійного стаціонарного фільтра та зв'язок між його вхідним і вихідним сигналом. Принцип причинності для вагової функції лінійного стаціонарного фільтра

2 Фільтри Колмогорова–Вінера, Калмана, Калмана–Бьюсі. Градієнтні методи в теорії фільтрації

2.1 Фільтр Колмогорова–Вінера

2.2 Скалярний дискретний фільтр Калмана

2.3 Векторний дискретний фільтр Калмана

2.4 Скалярний фільтр Калмана–Бьюсі

2.5 Градієнтні методи

3 Адаптивні LMS та RLS алгоритми

3.1 Алгоритм LMS для вилучення корисного сигналу з його суміші з шумом

3.2 Алгоритм LMS для вилучення інтерференції

3.3 Алгоритм LMS для лінійного прогнозування часового ряду

3.4 Алгоритм RLS для вилучення корисного сигналу з його суміші з шумом

4 Адаптивні фільтри-апроксиматори в задачах спостереження та ідентифікації

4.1 Основні теоретичні ідеї опису адаптивних фільтрів-апроксиматорів

4.2 Основні прикладні застосування адаптивних фільтрів-апроксиматорів

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

- 1 Фільтр Колмогорова–Вінера
- 2 Скалярний дискретний фільтр Калмана
- 3 Векторний дискретний фільтр Калмана
- 4 Градієнтні методи
- 5 Алгоритм LMS для виділення корисного сигналу з його суміші з шумом
- 6 Адаптивний LMS алгоритм для лінійного короткострокового прогнозування.
- 7 Використання алгоритму LMS для вилучення інтерференції
- 8 Алгоритм RLS для виділення корисного сигналу з його суміші з шумом

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Необхідний доступ до системи дистанційного навчання НТУДП. Технічне обладнання до практичних робіт:

№ роботи	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
1	Фільтр Колмогорова–Вінера	Програма Mathcad на комп'ютерах (або інший математичний пакет)
2	Скалярний дискретний фільтр Калмана	Програма Mathcad на комп'ютерах (або інший математичний пакет)
3	Векторний дискретний фільтр Калмана	Програма Mathcad на комп'ютерах (або інший математичний пакет)
4	Градієнтні методи	Програма Mathcad на комп'ютерах (або інший математичний пакет)
5	Алгоритм LMS для виділення корисного сигналу з його суміші з шумом	Програма Mathcad на комп'ютерах (або інший математичний пакет)
6	Адаптивний LMS алгоритм для лінійного короткострокового прогнозування.	Програма Mathcad на комп'ютерах (або інший математичний пакет)
7	Використання алгоритму LMS для вилучення інтерференції	Програма Mathcad на комп'ютерах (або інший математичний пакет)
8	Алгоритм RLS для виділення корисного сигналу з його суміші з шумом	Програма Mathcad на комп'ютерах (або інший математичний пакет)

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74 - 89	добре
60 - 73	задовільно

6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Бонус	Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні		
55	40	30	5	100

Практичні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Теоретична частина оцінюється за результатами здачі білету диференційного заліку, який містить 2 питання.

6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

Робота повинна містити розгорнуті відповіді на два питання білету. Якщо робота виконується у дистанційному режимі, то видача номеру білета проходить через систему MS Teams у зазначеній викладачем групі спілкування. В такому режимі виконана робота пишеться вручну, фотографується та відсилається не електронною поштою викладача у впродовж встановленого викладачем часу. За виконану роботу нараховуються бали:

55 балів – дана розгорнута відповідь на два питання;

40 балів – дана розгорнута відповідь на одне питання, але є помилки при розгляді іншого питання, або є несуттєві помилки у відповідях на два питання;

25 балів – дана повна відповідь на одне питання або на два питання зі значними помилками;

15 балів – відповідь на одне питання із значними помилками;

0 балів – відповіді на питання відсутні або повністю невірні, або робота здана несвоєчасно.

6.4. Критерії оцінювання практичної роботи

З кожної практичної роботи здобувач вищої освіти отримує запитання з переліку контрольних запитань до роботи. Кількість вірних відповідей визначають кількість отриманих балів.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика

щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагиату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагиат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.6. Бонуси

За активність та правильні відповіді на лекційних та практичних заняттях студент може отримати до +2 балів до семестрової оцінки на кожному занятті.

8 Рекомендовані джерела інформації

Базові

1. Gusev O. Yu., Gorev V. M., Korniienko V. I. Theory of Adaptive Filtration. Dnipro, NTU "DP", 2019, 156 p. URL: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/155010>

2. Теорія адаптивної фільтрації. Методичні рекомендації до практичних занять дисципліни для здобувачів-магістрів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. Ч. 1-ша / В.М. Горєв; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2022. – 29 с. URL: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/162356>

3. Теорія адаптивної фільтрації. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни для здобувачів-магістрів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. Ч 2-га / В.М. Горєв; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2022. – 29 с. URL: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/162358>

5. Diniz P. S. R. Adaptive Filtering. Algorithms and Practical Implementation. – Springer Nature Switzerland AG, 2020. – 495 p.