



[RE-69] АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 - Електроніка та телекомунікації
Спеціальність	172 - Телекомунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Мн PCI - Радіосистемна інженерія (ЄДЕБО id: 31174)172Мп РОС - Радіозв'язок і оброблення сигналів (ЄДЕБО id: 4857)172Мп PCI - Радіосистемна інженерія (ЄДЕБО id: 6236)172Мп ІКР - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 49260)172Мн ІКР - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 49261)172мп ІКР+ - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 57911)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	3.5 кред. (Лекц. 18 год, Практи. 18 год, Лаб. 18 год, СРС. 51 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Павлов О. І. , Лаб.: Павлов О. І. , СРС.: Павлов О. І.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=454

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Адаптивні системи обробки сигналів (Adaptive Signal Processing Systems)» (АСОС)

відноситься до дисциплін циклу професійної підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 172 "Електронні комунікації та радіотехніка" ("Телекомунікації та радіотехніка"), є обов'язковою (нормативною) і за ОПП "Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія" має шифр ПО 06.

Метою навчальної дисципліни АСОС є формування у студентів знань, навиків, вмінь та компетентностей стосовно:

- подолання апріорної невизначеності при вирішенні задач виявлення, прийому та обробки сигналів перенесення інформації за допомогою новітніх радіотехнічних засобів (шляхом використання адаптації приймально-передавальних пристроїв відповідно обраного критерію якості — їх навчання, самонавчання та автоматичної оптимальної перебудови структури чи алгоритму функціонування.
- методів розробки та властивостей радіотехнічних структур адаптивно-змінної конфігурації та структур з адаптивно-змінним алгоритмом функціонування, а також особливостей їх застосування при проектуванні пристроїв обробки сигналів перенесення інформації в мережах.

Після засвоєння навчальної дисципліни АСОС студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ (результат вивчення явищ і закономірностей об'єктивного світу, такий, який можна логічно або фактично обґрунтувати, і емпірично або практично перевірити):

Знання основ теорії адаптивного керування:

- основних принципів адаптивного керування з використанням адаптивного моделювання;
- основних принципів адаптивного керування з використанням адаптивного зворотного моделювання.

Знання основ теорії адаптивного придушення завад:

- характеристик придушення стаціонарних завад ідеальним фільтром Вінера;
- впливу проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою;
- впливу каузальності і скінченого порядку фільтра;
- основних принципів придушення завад в бокових пелюстках діаграми спрямованості антени.

Знання загальних положень теорії адаптивних антенних структур та адаптивного формування випромінювань:

- основних принципів придушення бокових пелюстків;
- основних принципів формування випромінювань за пілот-сигналом;
- алгоритмів адаптації просторових антенних структур.

Знання основ аналізу функціонування адаптивних пристроїв формування випромінювань:

- особливостей функціонування приймальних просторових антенних структур;
- особливостей адаптації за алгоритмом Гриффітса;
- особливостей адаптації за алгоритмом Фроста;
- особливостей функціонування адаптивного пристрою формування випромінювань, який має полюса та нулі;
- ефектів придушення та пошкодження сигналу при адаптації;
- особливостей застосування сигналів з псевдо-випадковою зміною настройки робочої

частоти;

- особливостей функціонування пристрою формування випромінювань з підвищеною відокремлюючою здатністю.

НАВИКИ (здатність до діяльності, "навченість виконувати дії", сформована шляхом повторення дії і доведення її до автоматизму):

Навики реалізації алгоритмів адаптивної фільтрації та адаптивного придушення завад:

- адаптивної режекторної фільтрації вузько смугових завад;
- адаптивної високочастотної фільтрації;
- придушення чисельних завад;
- придушення завад від електромережі;
- придушення завади з повним перекриттям її спектру зі спектром сигналу;
- придушення завад в мовних сигналах;
- придушення відбитків в довгих лініях;
- придушення періодичної завади за допомогою адаптивного пристрою прогнозування;

Навики реалізації алгоритмів адаптивного слідування та адаптивної ФАПЧ;

Навики реалізації алгоритмів адаптивного накопичування для визначення слабого коливання в потужному шумі.

ВМІННЯ (опанований спосіб виконання дії, який забезпечується сукупністю придбаних знань та навичок, і який створює можливість виконання дії не тільки в звичних умовах, але і в таких, що змінилися):

Вміння реалізації адаптивного керування:

- з використанням адаптивного зворотного моделювання за модифікованим алгоритмом найменших квадратів;
- за еталонною моделлю.

Вміння реалізувати адаптивне моделювання та ідентифікацію систем:

- адаптивного моделювання багато-променевого каналу зв'язку;
- застосування адаптивного моделювання при синтезі цифрових СІХ-фільтрів;

Вміння реалізації адаптивного зворотного моделювання:

- адаптивного вирівнювання дисперсності телефонних каналів;
- адаптивного синтезу цифрових НІХ-фільтрів.

Вміння моделювання адаптивних антенних структур та адаптивного формування випромінювань:

- моделювання адаптивних процесів для вузько смугових сигналів;
- моделювання адаптивних процесів для широкосмугових сигналів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати програмні компетентності (коло питань, в яких наявна добра обізнаність) та результати навчання за ОПП «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія» (див. на сайті <https://osvita.kpi.ua/172>, а саме https://osvita.kpi.ua/172_OPPM_IKRI:

Фахові компетентності

ФК 7 Здатність демонструвати та застосовувати на практиці знання методів моделювання динамічних систем, оцінки ефективності радіотехнічних систем

ФК 10 Здатність застосовувати знання методів обробки та відображення інформації в сучасних системах електронних комунікацій та радіотехніки, і демонструвати уміння проектування, розрахунку та програмування комп'ютеризованих систем

ФК 20 Здатність моделювати, проектувати та застосовувати на практиці переваги адаптивних цифрових систем обробки радіосигналів

Програмні результати навчання (за розділом 6 ОПП, https://osvita.kpi.ua/172_OPPM_IKRI)

ПРН 18 Аналізувати, оптимізувати блок-схеми та реалізовувати на практиці адаптивні цифрові схеми просторової фільтрації радіосигналів з метою підвищення співвідношення сигнал/шум телекомунікаційних радіосистем

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

2.1. Вивчення навчальної дисципліни АСОС ґрунтується на компетенціях, набутих під час вивчення наступних навчальних дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Матеріали та компоненти радіоелектронної апаратури», «Схемотехніка», «Основи теорії кіл», «Сигнали і процеси в радіотехніці (Основи теорії телекомунікації і радіотехніки. Частина 2)», «Дискретні і цифрові сигнали та процеси в радіотехніці».

2.2. Компетенції, набуті під час вивчення АСОС, використовуються під час вивчення подальших дисциплін спеціальності 172 "Електронні комунікації та радіотехніка", таких як «НВЧ радіоінженерія. Частина 2 (ПО 1.2)», а також під час виконання магістерської дисертації ОПП.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні положення теорії адаптивних радіотехнічних структур

Тема 1.1. Адаптивні структури

Визначення та властивості. Области застосування. Адаптація з зворотним зв'язком та без зворотного зв'язка. Застосування алгоритмів адаптації з зворотним зв'язком. Приклад адаптивного пристрою прогнозування.

Тема 1.2. Адаптивний лінійний суматор

Загальний опис. Вектори вхідного сигналу та вагових коефіцієнтів. Корисний відгук та сигнал похибки. Робоча функція. Вираз для градієнта робочої функції через вектор вагових коефіцієнтів. Оптимальний вектор вагових коефіцієнтів як Вінерівський винахід. Мінімальна середньоквадратична похибка. Приклад аналізу робочої функції. Вектор відхилення вагових коефіцієнтів від Вінерівського винаходу. Представлення градієнту робочої функції через вектор відхилення вагових коефіцієнтів. Декореляція сигналу похибки та елементів вхідного сигналу.

Розділ 2. Теорія адаптації для стаціонарних сигналів

Тема 2.1. Властивості квадратичної робочої функції

Нормальна форма кореляційної матриці вхідного сигналу. Власні значення та власні вектори кореляційної матриці вхідного сигналу. Приклад структури з двома ваговими коефіцієнтами. Геометрична інтерпретація власних векторів та власних значень.

Тема 2.2. Пошук робочої функції

Методи пошуку параметрів робочої функції. Головні принципи методів градієнтного пошуку. Простий алгоритм градієнтного пошуку та його розв'язок. Сталість та швидкість збіжності. Навчаюча крива.

Градієнтний пошук параметрів робочої функції методом Ньютона. Метод Ньютона для багатовимірного простора.

Градієнтний пошук параметрів робочої функції методом найшвидшого спуску. Порівняння навчаючих кривих для метода Ньютона та метода найшвидшого спуску.

Тема 2.3. Оцінка градієнта та процес адаптації

Оцінка компонентів градієнту методом виміру похідної. Похибки виміру. Вимір похідної та похибка виміру в структурах з багатьма ваговими коефіцієнтами. Дисперсія оцінки градієнта.

Вплив шуму на пошук оптимального вектора вагових коефіцієнтів. Середнє значення СКВ та часові сталі.

Відносне середнє значення СКВ. Порівняння методів Ньютона і найшвидшого спуску. Коефіцієнт відносної точності оцінки градієнта.

Приклади розрахунку. Приклад адаптивної системи з використанням повторного вводу даних та системи з паралельним виміром окремих складових вектора градієнта.

Розділ 3. Адаптивні алгоритми та структури

Тема 3.1. Метод найменших квадратів

Вивід алгоритму адаптації за методом найменших квадратів. Збіжність вектора вагових коефіцієнтів. Приклад аналізу збіжності. Навчаюча крива.

Шумова складова оптимального вектора вагових коефіцієнтів. Відносне середнє значення СКВ. Порівняння характеристик метода найшвидшого спуску і метода найменших квадратів.

Тема 3.2. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації

Z-перетворення як метод аналізу лінійних систем. Право- та лівосторонні послідовності. Передаточна функція. Частотний відгук. Імпульсна характеристика та сталість.

Зворотне z-перетворення. Кореляційні функції і енергетичні спектри. Вираз робочої функції адаптивного лінійного суматора через передаточну характеристику і енергетичний спектр сигналу.

Приклад винаходу робочої функції. Приклад адаптивної рекурсивної структури системи ідентифікації і моделювання.

Тема 3.3. Інші адаптивні алгоритми та структури

Ідеальний алгоритм. Властивості ідеального алгоритму.

Алгоритм послідовної регресії.

Адаптивні рекурсивні структури.

Алгоритм випадкового пошуку.

Драбинні структури. Адаптивна драбинна структура прогнозування сигналу.

Адаптивні структури ортогоналізації сигналів.

Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці

Тема 4.1. Адаптивне моделювання та ідентифікація систем

Загальні положення адаптивного моделювання та ідентифікації. Адаптивне моделювання багато-променевого каналу зв'язку. Застосування адаптивного моделювання в геофізичних пошуках. Застосування адаптивного моделювання при синтезі цифрових СІХ-фільтрів.

Тема 4.2. Адаптивне зворотне моделювання

Загальні положення зворотного моделювання. Деякі теоретичні приклади. Адаптивне вирівнювання дисперсності телефонних каналів. Адаптивний синтез цифрових НІХ-фільтрів.

Тема 4.3. Адаптивні системи керування

Адаптивне керування з використанням адаптивного моделювання. Адаптивне керування з використанням адаптивного зворотного моделювання. Приклади систем керування з використанням адаптивного зворотного моделювання. Шум керованої системи та модифікований алгоритм найменших квадратів. Керування з використанням адаптивного зворотного моделювання за модифікованим алгоритмом найменших квадратів. Керування за еталонною моделлю.

Тема 4.4. Адаптивне придушення завад

Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. Адаптивний режекторний фільтр. Адаптивний високочастотний фільтр. Каузальність і скінчений порядок фільтра. Придушення чисельних завад. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. Придушення завад в мовних сигналах. Придушення відбитків в довгих лініях. Придушення завад в бокових пелюстках діаграми спрямованості антени. Придушення періодичної завади за допомогою адаптивного пристрою прогнозування. Адаптивний слідкуючий фільтр. Адаптивний накопичувач.

Тема 4.5. Загальні положення теорії адаптивних антенних структур та адаптивного формування випромінювань

Придушення бокових пелюстків. Формування випромінювань за пілот-сигналом. Просторові антенні структури. Адаптивні алгоритми. Моделювання для вузько смугових сигналів. Моделювання для широко смугових сигналів.

Тема 4.6. Аналіз адаптивних пристроїв формування випромінювань

Функціонування приймальних просторових антенних структур. Адаптація за алгоритмом Гриффітса. Адаптація за алгоритмом Фроста. Адаптивний пристрій формування випромінювань, який має полюса та нулі. Ефекти придушення та пошкодження сигналу при адаптації. Застосування сигналів з псевдо-випадковою зміною настройки робочої частоти. Пристрій формування випромінювань з підвищеною відокремлюючою здатністю.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова рекомендована література:

4.1. Основна література

4.1.1. Widrow B., Stearns S. D. Adaptive Signal Processing // Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1985

4.2. Методичні вказівки

4.2.1. Методичні вказівки “АДАПТИВНА ОБРОБКА СИГНАЛІВ”. Частина I. Основи теорії адаптації. Частина II. Теорія адаптації для стаціонарних сигналів. Для студентів радіотехнічного факультету усіх форм навчання / Укл. О.І.Павлов, В.П.Смирнов. — К.: НТУУ “КПІ”, 2000. — 88 с.

4.2.2. Методичні вказівки “АДАПТИВНА ОБРОБКА СИГНАЛІВ”. Частина III. Адаптивні алгоритми та структури. Для студентів радіотехнічного факультету усіх форм навчання / Укл. О.І.Павлов, В.П.Смирнов. — К.: НТУУ “КПІ”, 2000. — 56 с.

4.2.3. Методичні вказівки “АДАПТИВНА ОБРОБКА СИГНАЛІВ”. Частина IV. Застосування адаптивної обробки сигналів: “Адаптивне придушення завад”. Для студентів радіотехнічного факультету усіх форм навчання / Укл. О.І.Павлов, В.П.Смирнов. — К.: НТУУ “КПІ”, 2000. — 72 с.

4.2.4. Методичні вказівки “АДАПТИВНА ОБРОБКА СИГНАЛІВ”. Вправи до вибіркових тем. Для студентів радіотехнічного факультету усіх форм навчання / Укл. О.І.Павлов, В.П.Смирнов. — К.: НТУУ “КПІ”, 2000. — 100 с.

4.2.5. Методичні вказівки до лабораторної роботи № АФ-1: “Дослідження роботи адаптивних фільтрів 1-го та 2-го порядків на прикладі придушення перешкоди від електромережі в електрокардіографії”. Для студентів радіотехнічного факультету усіх форм навчання / Укл. О.І.Павлов, В.П.Смирнов. — К.: НТУУ “КПІ”, 2000. — 44 с.

4.2.6. Методичні вказівки до лабораторної роботи № АФ-2: “Дослідження роботи адаптивних фільтрів різних порядків на прикладі придушення перешкоди від ЕКС матері в фетальній ЕКГ”. Для студентів радіотехнічного факультету усіх форм навчання / Укл. О.І.Павлов, В.П.Смирнов. — К.: НТУУ “КПІ”, 2000. — 40 с.

4.2.7. Методичні вказівки до лабораторної роботи “Розробка генераторів гармонічних коливань та їх випробування на симуляторі СП ADSP-2181”. Для студентів радіотехнічного факультету усіх форм навчання / Укл. О.І.Павлов, В.П.Смирнов, О.Б.Шарпан. — К.: НТУУ “КПІ”, 2000. — 32 с.

4.3. Додаткова література

4.3.1. Adaptive filters / Edited by Cowan C. F. N. & Grant P. M. // Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1985 (переклад: Адаптивные фильтры: Пер. с англ./Под ред. К.Ф.Н.Коуэна и П.М.Гранта. — М.: Мир, 1988. — 392 с., ил.)

4.4. Інформаційні ресурси

1. Сервер СДН кафедри PI з дисципліни ОТЕКтРТ за адресою [dtsp.kiev.ua](https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=454) та СДН на платформі Сікорський <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=454> (електронні версії літератури, методичні вказівки, завдання, рейтинг).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ		
№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
—	Розділ 1. Загальні положення теорії адаптивних радіотехнічних структур	—
1.	Тема 1.1. Адаптивні структури Визначення та властивості. Области застосування. Адаптація з зворотним зв'язком та без зворотного зв'язка. Застосування алгоритмів адаптації з зворотним зв'язком. Приклад адаптивних пристроїв прогнозування, ідентифікації (моделювання) невідомої системи, вирівнювання частотних характеристик (компенсації), придушення завад. [VI.1.1, с.12-22; VI.2.1, с.5-12].	2
2.	Тема 1.2. Адаптивний лінійний суматор Загальний опис. Вектори вхідного сигналу та вагових коефіцієнтів. Корисний відгук та сигнал похибки. Робоча функція. Вираз для градієнта робочої функції через вектор вагових коефіцієнтів. Оптимальний вектор вагових коефіцієнтів як Вінерівський винахід. Мінімальна середньоквадратична похибка. [VI.1.1, с.22-29; 13, с.13-21]. Приклад аналізу робочої функції. Вектор відхилення вагових коефіцієнтів від Вінерівського винаходу. Представлення градієнту робочої функції через вектор відхилення вагових коефіцієнтів. Декореляція сигналу похибки та елементів вхідного сигналу. [VI.1.1, с.29-33; VI.2.1, с.21-25].	2
—	Розділ 2. Теорія адаптації для стаціонарних сигналів	—
3.	Тема 2.1. Властивості квадратичної робочої функції Нормальна форма кореляційної матриці вхідного сигналу. Власні значення та власні вектори кореляційної матриці вхідного сигналу. Приклад структури з двома ваговими коефіцієнтами. Геометрична інтерпретація власних векторів та власних значень. [VI.1.1, с.36-46; VI.2.1, с.26-34].	2
4.	Тема 2.2.1. Пошук робочої функції Методи пошуку параметрів робочої функції. Головні принципи методів градієнтного пошуку. Простий алгоритм градієнтного пошуку та його розв'язок. Сталість та швидкість збіжності. Навчаюча крива. [VI.1.1, с.48-54; VI.2.1, с.35-41].	2
5.	Тема 2.2.2. Пошук робочої функції (продовження) Градієнтний пошук параметрів робочої функції методом Ньютона. Метод Ньютона для багатовимірного простора. [VI.1.1, с.54-64; VI.2.1, с.41-53].	2
6.	Тема 2.2.3. Пошук робочої функції (продовження) Градієнтний пошук параметрів робочої функції методом найшвидшого спуску. Порівняння навчаючих кривих для метода Ньютона та метода найшвидшого спуску. [VI.1.1, с.54-64; VI.2.1, с.41-53].	2
7.	Тема 2.3.1. Оцінка градієнта та процес адаптації Оцінка компонентів градієнту методом виміру похідної. Похибки виміру. Вимір похідної та похибка виміру в структурах з багатьма ваговими коефіцієнтами. Дисперсія оцінки градієнта. [VI.1.1, с.66-74; VI.2.1, с.54-63].	2

8.	Тема 2.3.2. Оцінка градієнта та процес адаптації (продовження) Вплив шуму на пошук оптимального вектора вагових коефіцієнтів. [VI.1.1, с.74-78; VI.2.1, с.63-68]. Середнє значення СКВ та часові сталі. [VI.1.1, с.78-85; VI.2.1, с.68-76].	2
9.	Тема 2.3.3. Оцінка градієнта та процес адаптації (продовження) Відносне середнє значення СКВ. Порівняння методів Ньютона і найшвидшого спуску. Коефіцієнт відносної точності оцінки градієнта. [VI.1.1, с.85-91; VI.2.1, с.77-83].	2
—	ВСЬОГО (лекційних занять)	18
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ		
Наступна частина матеріалу вивчається студентами під час практичних занять:		
	Тема 2.3.4. Оцінка градієнта та процес адаптації (продовження) Приклади розрахунку. Приклад адаптивної системи з використанням повторного вводу даних та системи з паралельним виміром окремих складових вектора градієнта. [VI.1.1, с.85-91; VI.2.1, с.77-83].	0
—	Розділ 3. Адаптивні алгоритми та структури	—
1.	Тема 3.1.1. Метод найменших квадратів Вивід алгоритму адаптації за методом найменших квадратів. Збіжність вектора вагових коефіцієнтів. Приклад аналізу збіжності. Обучаючі крива. [VI.1.1, с.94-109; VI.2.2, с.5-22].	2
2.	Тема 3.1.2. Метод найменших квадратів (продовження) Шумова складова оптимального вектора вагових коефіцієнтів. Відносне середнє значення СКВ. Порівняння характеристик метода найшвидшого спуску і метода найменших квадратів. [VI.1.1, с.94-109; VI.2.2, с.5-22].	2
	Тема 3.2.1. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації Z-перетворення як метод аналізу лінійних систем. Право- та лівосторонні послідовності. Передаточна функція. Частотний відгук. Імпульсна характеристика та сталість.	0
	Тема 3.2.2. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації (продовження) Зворотнє z-перетворення. Кореляційні функції і енергетичні спектри. Вираз робочої функції адаптивного лінійного суматора через передаточну характеристику і енергетичний спектр сигналу.	0
	Тема 3.2.3. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації (продовження) Приклад винаходу робочої функції. Приклад адаптивної рекурсивної структури системи ідентифікації і моделювання.	0
	Тема 3.3.1. Інші адаптивні алгоритми та структури Ідеальний алгоритм. Властивості ідеального алгоритму.	0
	Тема 3.3.2. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Алгоритм послідовної регресії.	0
	Тема 3.3.3. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Адаптивні рекурсивні структури.	0
	Тема 3.3.4. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Алгоритм випадкового пошуку.	0
	Тема 3.3.5. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Драбинні структури. Адаптивна драбинна структура прогнозування сигналу.	0
	Тема 3.3.6. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Адаптивні структури ортогоналізації сигналів.	0
—	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	—
3.	Тема 4.1. Адаптивне моделювання та ідентифікація систем Загальні положення адаптивного моделювання та ідентифікації. Адаптивне моделювання багато-променевого каналу зв'язку. Застосування адаптивного моделювання в геофізичних пошуках. Застосування адаптивного моделювання при синтезі цифрових СІХ-фільтрів.	2

4.	Тема 4.2. Адаптивне зворотне моделювання Загальні положення зворотного моделювання. Деякі теоретичні приклади. Адаптивне вирівнювання дисперсності телефонних каналів. Адаптивний синтез цифрових НІХ-фільтрів.	2
5.	Тема 4.3. Адаптивні системи керування Адаптивне керування з використанням адаптивного моделювання. Приклад адаптивної системи регулювання кров'яного тиску [VI.1.1, с.245-254]. Адаптивне керування з використанням адаптивного зворотного моделювання. Приклади систем керування з використанням адаптивного зворотного моделювання. Шум керованої системи та модифікований алгоритм найменших квадратів. Керування з використанням адаптивного зворотного моделювання за модифікованим алгоритмом найменших квадратів. Керування за еталонною моделлю.	2
6.	Тема 4.4.1. Адаптивне придушення завад Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. [VI.1.1, с.274-288; VI.2.3, с.5-22].	2
7.	Тема 4.4.2. Адаптивний режекторний фільтр. Адаптивний височастотний фільтр. Каузальність і скінчений порядок фільтра. Придушення чисельних завад. [VI.1.1, с.288-299; VI.2.3, с.23-35].	2
8.	Тема 4.4.3. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	1
	Тема 4.4.4. Придушення завад в мовних сигналах. Придушення відбитків в довгих лініях. Придушення завад в бокових пелюстках діаграми спрямованості антени. Придушення періодичної завади за допомогою адаптивного пристрою прогнозування. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	1
9.	Тема 4.4.5. Адаптивний слідкуючий фільтр. [VI.2.3, с.57-60].	1
	Тема 4.4.6. Адаптивний накопичувач та класичний спектральний аналізатор. [VI.2.3, с.60-64]. Радіоприймач з адаптивним придушенням потужної завади. [VI.2.3, с.64-67].	1
	Тема 4.5. Загальні положення теорії адаптивних антенних структур та адаптивного формування випромінювань Придушення бокових пелюстків. Формування випромінювань за пілот-сигналом. Просторові антенні структури. Адаптивні алгоритми. Моделювання для вузько смугових сигналів. Моделювання для широкосмугових сигналів.	0
	Тема 4.6. Аналіз адаптивних пристроїв формування випромінювань Функціонування приймальних просторових антенних структур. Адаптація за алгоритмом Гриффітса. Адаптація за алгоритмом Фроста. Адаптивний пристрій формування випромінювань, який має полюса та нулі. Ефекти придушення та пошкодження сигналу при адаптації. Застосування сигналів з псевдо-випадковою зміною настройки робочої частоти. Пристрій формування випромінювань з підвищеною відокремлюючою здатністю.	0
—	ВСЬОГО (практичних занять)	18

Примітка: Якщо в стовпчику "Кількість годин" вказано "0", то це означає, що в межах поточного обсягу годин, відведеного на вивчення дисципліни, відповідний матеріал не вивчається, проте інформація щодо його наявності доводиться до відома студентів. Відповідний матеріал може вивчатися зацікавленими студентами факультативно, а також може бути включеним до нормативного вивчення, в разі збільшення обсягу годин, як то пропонують автори основного підручника та укладачі курсу.

Лабораторні заняття (комп'ютерні практикуми)

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
-------	---------------------------	----------------------

—	—	
1.	Лабораторна робота 1 Дослідження адаптивної фільтрації перешкод від мережі живлення при ЕКГ [VI.2.5] Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.1. Адаптивне придушення завад Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. [VI.1.1, с.274-288; VI.2.3, с.5-22].	1
	Тема 4.4.2. Адаптивний режекторний фільтр. Адаптивний високочастотний фільтр. Каузальність і скінчений порядок фільтра. Придушення чисельних завад. [VI.1.1, с.288-299; VI.2.3, с.23-35].	1
	Тема 4.4.3. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	1
—	Всього ЛР 1	3
—	—	—
2.	Лабораторна робота 2 Дослідження адаптивної фільтрації перешкод від серця матері при ФЕКГ [VI.2.6] Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.1. Адаптивне придушення завад Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. [VI.1.1, с.274-288; VI.2.3, с.5-22].	1
	Тема 4.4.3. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	2
—	Всього ЛР 2	3
—	—	—
3.	Лабораторна робота 3 Дослідження адаптивної фільтрації шуму та імпульсних завад Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.1. Адаптивне придушення завад Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. [VI.1.1, с.274-288; VI.2.3, с.5-22].	1
	Тема 4.4.2. Адаптивний режекторний фільтр. Адаптивний високочастотний фільтр. Каузальність і скінчений порядок фільтра. Придушення чисельних завад. [VI.1.1, с.288-299; VI.2.3, с.23-35].	2
—	Всього ЛР 3	3
—	—	—
4.	Лабораторна робота 4 Моделювання адаптивної фільтрації шуму та імпульсних і періодичних завад Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	

	Тема 4.4.1. Адаптивне придушення завад Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. [VI.1.1, с.274-288; VI.2.3, с.5-22].	1
	Тема 4.4.2. Адаптивний режекторний фільтр. Адаптивний високочастотний фільтр. Каузальність і скінчений порядок фільтра. Придушення чисельних завад. [VI.1.1, с.288-299; VI.2.3, с.23-35].	1
	Тема 4.4.3. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	1
—	Всього ЛР 4	3
—	—	—
5.	Лабораторна робота 5 Моделювання та дослідження адаптивних режекторного та високочастотного фільтру Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.2. Адаптивний режекторний фільтр. Адаптивний високочастотний фільтр. Каузальність і скінчений порядок фільтра. Придушення чисельних завад. [VI.1.1, с.288-299; VI.2.3, с.23-35].	3
—	Всього ЛР 5	3
—	—	—
6.	Лабораторна робота 6 Моделювання адаптивної компенсації міжсимвольної інтерференції Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.3. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	3
—	Всього ЛР 6	3
—	—	—
	Лабораторна робота 7 Системи супутникового телефонного зв'язку з адаптивним придушенням луни-сигналів Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.3. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	0
—	Всього ЛР 7	0
—	—	—
	Лабораторна робота 8 Моделювання та дослідження придушення періодичної завади в адаптивному прогнозувачі Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.3. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	0
—	Всього ЛР 8	0
—	—	—

	Лабораторна робота 9 Моделювання та дослідження роботи ФАПЧ на базі адаптивного слідкуючого фільтра Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.5. Адаптивний слідкуючий фільтр. [VI.2.3, с.57-60].	0
—	Всього ЛР 9	0
—	—	—
	Лабораторна робота 10 Моделювання та дослідження адаптивного накопичувача та класичного спектрального аналізатора Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.6. Адаптивний накопичувач та класичний спектральний аналізатор. [VI.2.3, с.60-64]. Радіоприймач з адаптивним придушенням потужної завади. [VI.2.3, с.64-67].	0
—	Всього ЛР 10	0
—	—	—
	Лабораторна робота 11 Моделювання та дослідження роботи радіоприймача з адаптивним придушенням потужної завади Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	
	Тема 4.4.6. Адаптивний накопичувач та класичний спектральний аналізатор. [VI.2.3, с.60-64]. Радіоприймач з адаптивним придушенням потужної завади. [VI.2.3, с.64-67].	0
—	Всього ЛР 11	0
—	—	—
	Лабораторна робота 12 Моделювання та дослідження Вінерівського фільтра викликаних потенціалів. Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 1. Загальні положення теорії адаптивних радіотехнічних структур	0
	Тема 1.2. Адаптивний лінійний суматор Загальний опис. Вектори вхідного сигналу та вагових коефіцієнтів. Корисний відгук та сигнал похибки. Робоча функція. Вираз для градієнта робочої функції через вектор вагових коефіцієнтів. Оптимальний вектор вагових коефіцієнтів як Вінерівський винахід. Мінімальна середньоквадратична похибка. [1, с.22-29; 13, с.13-21]. Приклад аналізу робочої функції. Вектор відхилення вагових коефіцієнтів від Вінерівського винаходу. Представлення градієнту робочої функції через вектор відхилення вагових коефіцієнтів. Декореляція сигналу похибки та елементів вхідного сигналу. [VI.1.1, с.29-33; VI.2.1, с.21-25].	0
	Розділ 3. Адаптивні алгоритми та структури	0
	Тема 3.2.1. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації Z-перетворення як метод аналізу лінійних систем. Право- та лівосторонні послідовності. Передаточна функція. Частотний відгук. Імпульсна характеристика та сталість.	0
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	0
	Тема 4.4.1. Адаптивне придушення завад Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. [VI.1.1, с.274-288; VI.2.3, с.5-22].	0

—	Всього ЛР 12	0
—	—	
	Лабораторна робота 13 Моделювання та дослідження адаптивної фільтрації викликаних потенціалів при діагностиці слуху Лабораторна робота виконується для закріплення наступного навчального матеріалу:	
	Розділ 1. Загальні положення теорії адаптивних радіотехнічних структур	0
	Тема 1.2. Адаптивний лінійний суматор Загальний опис. Вектори вхідного сигналу та вагових коефіцієнтів. Корисний відгук та сигнал похибки. Робоча функція. Вираз для градієнта робочої функції через вектор вагових коефіцієнтів. Оптимальний вектор вагових коефіцієнтів як Вінерівський винахід. Мінімальна середньоквадратична похибка. [1, с.22-29; 13, с.13-21]. Приклад аналізу робочої функції. Вектор відхилення вагових коефіцієнтів від Вінерівського винаходу. Представлення градієнту робочої функції через вектор відхилення вагових коефіцієнтів. Декореляція сигналу похибки та елементів вхідного сигналу. [VI.1.1, с.29-33; VI.2.1, с.21-25].	0
	Розділ 3. Адаптивні алгоритми та структури	0
	Тема 3.2.1. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації Z-перетворення як метод аналізу лінійних систем. Право- та лівосторонні послідовності. Передаточна функція. Частотний відгук. Імпульсна характеристика та сталість.	0
	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	0
	Тема 4.4.1. Адаптивне придушення завад Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. [VI.1.1, с.274-288; VI.2.3, с.5-22].	0
—	Всього ЛР 13	0
—	Лабораторні роботи, всього годин	18

Примітка:

1. Кожна лабораторна робота має обсяг 3 годин. Під час виконання лабораторної роботи студенти закріплюють матеріал за вказаними в описі роботи темами в обсязі відповідно вказаного часу.

2. Якщо в стовпчику "Кількість годин" вказано "0", то це означає, що в межах поточного обсягу годин, відведеного на вивчення дисципліни, відповідна робота не виконується і відповідний матеріал не закріплюється, проте інформація щодо наявності такої роботи доводиться до відома студентів. Такі роботи можуть виконуватися зацікавленими студентами факультативно (в межах гуртка чи факультативу), а також можуть бути включеними до нормативного виконання, в разі збільшення обсягу годин, як то пропонують автори основного підручника та укладачі курсу.

Модульні контрольні роботи

Модульні контрольні роботи виконуються в формі тестів (що забезпечує об'єктивне оцінювання знань) та завдань (що забезпечує суб'єктивне оцінювання навичок) в СДН Moodle (<http://dtsp.kiev.ua>, <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=454>).

№	Назва теми завдання
1.	Виконання модульної КР в СДН Moodle за розділом 1.
1.	Виконання модульної КР в СДН Moodle за розділом 2.
1.	Виконання модульної КР в СДН Moodle за розділом 3.
1.	Виконання модульної КР в СДН Moodle за розділом 4.

6. Самостійна робота студента

Студент повинен завчасно готуватись до лекцій, практичних та лабораторних занять (комп'ютерних практикумів). Перед лекціями необхідно повторити теоретичний матеріал, наданий у попередніх лекціях. Перед практичними та лабораторними заняттями (комп'ютерними практикумами) необхідно повторити відповідний теоретичний матеріал.

Для підготовки до лабораторних занять слід скористатися рекомендованою літературою та конспектом лекцій.

Для кращого закріплення теоретичного матеріалу студент повинен виконувати тематичні та модульні контрольні роботи (в СДН Moodle), підготовка до яких вимагає ретельного повторення теоретичного матеріалу відповідних лекцій у години самостійної роботи.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
—	Розділ 1. Загальні положення теорії адаптивних радіотехнічних структур	—
1.	Тема 1.1. Адаптивні структури Визначення та властивості. Области застосування. Адаптація з зворотним зв'язком та без зворотного зв'язка. Застосування алгоритмів адаптації з зворотним зв'язком. Приклад адаптивних пристроїв прогнозування, ідентифікації (моделювання) невідомої системи, вирівнювання частотних характеристик (компенсації), придушення завад. [1, с.12-22; 13, с.5-12].	1
2.	Тема 1.2. Адаптивний лінійний суматор Загальний опис. Вектори вхідного сигналу та вагових коефіцієнтів. Корисний відгук та сигнал похибки. Робоча функція. Вираз для градієнта робочої функції через вектор вагових коефіцієнтів. Оптимальний вектор вагових коефіцієнтів як Вінерівський винахід. Мінімальна середньоквадратична похибка. [1, с.22-29; 13, с.13-21]. Приклад аналізу робочої функції. Вектор відхилення вагових коефіцієнтів від Вінерівського винаходу. Представлення градієнту робочої функції через вектор відхилення вагових коефіцієнтів. Декореляція сигналу похибки та елементів вхідного сигналу. [VI.1.1, с.29-33; VI.2.1, с.21-25].	1
—	Розділ 2. Теорія адаптації для стаціонарних сигналів	
3.	Тема 2.1. Властивості квадратичної робочої функції Нормальна форма кореляційної матриці вхідного сигналу. Власні значення та власні вектори кореляційної матриці вхідного сигналу. Приклад структури з двома ваговими коефіцієнтами. Геометрична інтерпретація власних векторів та власних значень. [VI.1.1, с.36-46; VI.2.1, с.26-34].	1
4.	Тема 2.2.1. Пошук робочої функції Методи пошуку параметрів робочої функції. Головні принципи методів градієнтного пошуку. Простий алгоритм градієнтного пошуку та його розв'язок. Сталість та швидкість збіжності. Навчаюча крива. [VI.1.1, с.48-54; VI.2.1, с.35-41].	1
5.	Тема 2.2.2. Пошук робочої функції (продовження) Градієнтний пошук параметрів робочої функції методом Ньютона. Метод Ньютона для багатовимірного простора. [VI.1.1, с.54-64; VI.2.1, с.41-53].	1

6.	Тема 2.2.3. Пошук робочої функції (продовження) Градiєнтний пошук параметрів робочої функції методом найшвидшого спуску. Порівняння навчаючих кривих для метода Ньютона та метода найшвидшого спуску. [VI.1.1, с.54-64; VI.2.1, с.41-53].	1
7.	Тема 2.3.1. Оцінка градієнта та процес адаптації Оцінка компонентів градієнту методом виміру похідної. Похибки виміру. Вимір похідної та похибка виміру в структурах з багатьма ваговими коефіцієнтами. Дисперсія оцінки градієнта. [VI.1.1, с.66-74; VI.2.1, с.54-63].	1
8.	Тема 2.3.2. Оцінка градієнта та процес адаптації (продовження) Вплив шуму на пошук оптимального вектора вагових коефіцієнтів. [VI.1.1, с.74-78; VI.2.1, с.63-68]. Середнє значення СКВ та часові сталі. [VI.1.1, с.78-85; VI.2.1, с.68-76].	1
9.	Тема 2.3.3. Оцінка градієнта та процес адаптації (продовження) Відносне середнє значення СКВ. Порівняння методів Ньютона і найшвидшого спуску. Коефіцієнт відносної точності оцінки градієнта. [VI.1.1, с.85-91; VI.2.1, с.77-83].	1
10.	Тема 2.3.4. Оцінка градієнта та процес адаптації (продовження) Приклади розрахунку. Приклад адаптивної системи з використанням повторного вводу даних та системи з паралельним виміром окремих складових вектора градієнта. [VI.1.1, с.85-91; VI.2.1, с.77-83].	1
—	Розділ 3. Адаптивні алгоритми та структури	
11.	Тема 3.1.1. Метод найменших квадратів Вивід алгоритму адаптації за методом найменших квадратів. Збіжність вектора вагових коефіцієнтів. Приклад аналізу збіжності. Обучаюча крива. [VI.1.1, с.94-109; VI.2.2, с.5-22].	1
12.	Тема 3.1.2. Метод найменших квадратів (продовження) Шумова складова оптимального вектора вагових коефіцієнтів. Відносне середнє значення СКВ. Порівняння характеристик метода найшвидшого спуску і метода найменших квадратів. [VI.1.1, с.94-109; VI.2.2, с.5-22].	1
13.	Тема 3.2.1. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації Z-перетворення як метод аналізу лінійних систем. Право- та лівосторонні послідовності. Передаточна функція. Частотний відгук. Імпульсна характеристика та сталість.	1
14.	Тема 3.2.2. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації (продовження) Зворотнє z-перетворення. Кореляційні функції і енергетичні спектри. Вираз робочої функції адаптивного лінійного суматора через передаточну характеристику і енергетичний спектр сигналу.	1
15.	Тема 3.2.3. Застосування z-перетворення в теорії радіотехнічної адаптації (продовження) Приклад винаходу робочої функції. Приклад адаптивної рекурсивної структури системи ідентифікації і моделювання.	1
16.	Тема 3.3.1. Інші адаптивні алгоритми та структури Ідеальний алгоритм. Властивості ідеального алгоритму.	1
17.	Тема 3.3.2. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Алгоритм послідовної регресії.	1
18.	Тема 3.3.3. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Адаптивні рекурсивні структури.	1
19.	Тема 3.3.4. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Алгоритм випадкового пошуку.	1
20.	Тема 3.3.5. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Драбинні структури. Адаптивна драбинна структура прогнозування сигналу.	1
21.	Тема 3.3.6. Інші адаптивні алгоритми та структури (продовження) Адаптивні структури ортогоналізації сигналів.	1
—	Розділ 4. Застосування адаптивних алгоритмів в радіотехніці	1
22.	Тема 4.1. Адаптивне моделювання та ідентифікація систем Загальні положення адаптивного моделювання та ідентифікації. Адаптивне моделювання багато-променевого каналу зв'язку. Застосування адаптивного моделювання в геофізичних пошуках. Застосування адаптивного моделювання при синтезі цифрових СХ-фільтрів.	1

23.	Тема 4.2. Адаптивне зворотне моделювання Загальні положення зворотного моделювання. Деякі теоретичні приклади. Адаптивне вирівнювання дисперсності телефонних каналів. Адаптивний синтез цифрових НІХ-фільтрів.	1
24.	Тема 4.3. Адаптивні системи керування Адаптивне керування з використанням адаптивного моделювання. Приклад адаптивної системи регулювання кров'яного тиску [VI.1.1, с.245-254]. Адаптивне керування з використанням адаптивного зворотного моделювання. Приклади систем керування з використанням адаптивного зворотного моделювання. Шум керованої системи та модифікований алгоритм найменших квадратів. Керування з використанням адаптивного зворотного моделювання за модифікованим алгоритмом найменших квадратів. Керування за еталонною моделлю.	1
25.	Тема 4.4.1. Адаптивне придушення завад Огляд робіт по адаптивному придушенню завад. Основи адаптивного придушення завад. Придушення стаціонарних завад. Вплив проходження складової сигналу на еталонний вхід адаптивного пристрою. [VI.1.1, с.274-288; VI.2.3, с.5-22]. (1 година, входить в розділ "Підготовка до ЛР")	0
26.	Тема 4.4.2. Адаптивний режекторний фільтр. Адаптивний високочастотний фільтр. Каузальність і скінчений порядок фільтра. Придушення чисельних завад. [VI.1.1, с.288-299; VI.2.3, с.23-35]. (1 година, входить в розділ "Підготовка до ЛР")	0
27.	Тема 4.4.3. Придушення завади від електромережі в ЕКГ. Придушення завади від донорського серця в ЕКГ при його трансплантації. Придушення завад від серця матері в ФЕКГ. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43]. (1 година, входить в розділ "Підготовка до ЛР")	0
28.	Тема 4.4.4. Придушення завад в мовних сигналах. Придушення відбитків в довгих лініях. Придушення завад в бокових пелюстках діаграми спрямованості антени. Придушення періодичної завади за допомогою адаптивного пристрою прогнозування. [VI.1.1, с.299-307; VI.2.3, с.36-43].	1
29.	Тема 4.4.5. Адаптивний слідкуючий фільтр. [VI.2.3, с.57-60].	1
30.	Тема 4.4.6. Адаптивний накопичувач та класичний спектральний аналізатор. [VI.2.3, с.60-64]. Радіоприймач з адаптивним придушенням потужної завади. [VI.2.3, с.64-67].	1
31.	Тема 4.5. Загальні положення теорії адаптивних антенних структур та адаптивного формування випромінювань Придушення бокових пелюстків. Формування випромінювань за пілот-сигналом. Просторові антенні структури. Адаптивні алгоритми. Моделювання для вузько смугових сигналів. Моделювання для широкосмугових сигналів.	1
32.	Тема 4.6. Аналіз адаптивних пристроїв формування випромінювань Функціонування приймальних просторових антенних структур. Адаптація за алгоритмом Гриффітса. Адаптація за алгоритмом Фроста. Адаптивний пристрій формування випромінювань, який має полюса та нулі. Ефекти придушення та пошкодження сигналу при адаптації. Застосування сигналів з псевдо-випадковою зміною настройки робочої частоти. Пристрій формування випромінювань з підвищеною відокремлюючою здатністю.	1
Разом		29
Підготовка до лабораторних робіт		
1	Підготовка до ЛР 1 за темами, вказаними в таблиці "Лабораторні роботи"	0.5
2	Підготовка до ЛР 2 за темами, вказаними в таблиці "Лабораторні роботи"	0.5
3	Підготовка до ЛР 3 за темами, вказаними в таблиці "Лабораторні роботи"	0.5
4	Підготовка до ЛР 4 за темами, вказаними в таблиці "Лабораторні роботи"	0.5
5	Підготовка до ЛР 5 за темами, вказаними в таблиці "Лабораторні роботи"	0.5
6	Підготовка до ЛР 6 за темами, вказаними в таблиці "Лабораторні роботи"	0.5
Разом		3
Виконання МКР		
1.	Виконання модульної КР в СДН Moodle за розділом 1.	0.75

2.	Виконання модульної КР в СДН Moodle за розділом 2.	0.75
3.	Виконання модульної КР в СДН Moodle за розділом 3.	0.75
4.	Виконання модульної КР в СДН Moodle за розділом 4.	0.75
	Разом	3
1.	ДКР	10
1.	Підготовка до заліку	6
	Всього СРС	51

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних та лабораторних занять є обов'язковим згідно Положення про організацію освітнього процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського. У разі хвороби студент зобов'язаний представляти довідку про термін проходження лікування, оформлену належним чином, з установи, де проходило лікування. У інших випадках (наприклад, сімейні обставини) питання вирішується в індивідуальному порядку з викладачем. Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опанувати самостійно. Для допомоги студентам в СДН <http://dtsp.kiev.ua> та <https://do.ipi.kpi.ua/course/view.php?id=454> містяться посилання на відеозаписи всіх лекцій.

Пропущені контрольні заходи

Подання результатів ДКР та МКР (виконання тестів в СДН) є обов'язковим. Несвоєчасне подання дає нульову оцінку. У разі несвоєчасного подання з поважних причин (наприклад, хвороби), підтверджених відповідними документами, студент має можливість написати контрольний захід в інший узгоджений з викладачем термін без зниження оцінки. З метою самовдосконалення та покращення власних результатів допускається повторне виконання ДКР та МКР (тестів в СДН).

Пропущений залік не зараховується незалежно від причин пропуску; у такому випадку студент отримує запис у відомості «не з'явився» та повинен складати залік на додатковій сесії.

Оголошення результатів контрольних заходів

Результати виконання самостійних робіт проставляються в СДН Moodle і оголошуються кожному студенту окремо у присутності або у дистанційній формі та супроводжуються оціночними листами (в СДН Moodle), в яких студенти можуть побачити свою оцінку за певними критеріями, а також позначення основних помилок та коментарі до них.

Результати письмово заліку вказуються на бланках для письмової роботи (завдання, які

виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо. Залік може проводитися у формі тестів та завдань з використанням можливостей СДН Moodle.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість поставити будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Для допуску до заліку обов'язковим є: захист всіх лабораторних робіт, МКР, РР.

лабораторні роботи - 48

МКР - 26 балів

ДКР - 26 балів

Студенти, які за семестр набрали понад 60 балів та виконали усі лабораторні роботи отримують оцінку згідно з таблицею.

Студенти, які набрали менше ніж 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу, причому семестровий рейтинг прирівнюється до нуля.

Залікова контрольна робота

Залікова контрольна робота складається з двох теоретичних та двох практичних питань, кожне з яких оцінюється у 25 балів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

...

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Лабораторні заняття з дисципліни «Адаптивні системи оброблення сигналів» проводяться на ПК з використанням спеціалізованого ПЗ, а також пакетів Mathcad та Matlab.

Лабораторні роботи виконуються в комп'ютерному класі 321-17, тестування результатів виконання лабораторних робіт здійснюється в спеціалізованій лабораторії 318-17.

В класі 321-17 організовано 12 робочих місць. Кожне місце облаштоване персональним комп'ютером та Ethernet розеткою та 220 В для підключення додаткового обладнання. Підготовлено 6 тригодинних лабораторних роботи.

В 318-17 лабораторії організовано 6 робочих місць. Кожне місце облаштоване різноманітними генераторами, осцилографом, вольтметрами.

Під час вивчення дисципліни «Адаптивні системи оброблення сигналів» студенти виконують такі лабораторні роботи:

- ЛР 1.** Дослідження адаптивної фільтрації перешкод від мережі живлення при ЕКГ.
- ЛР 2.** Дослідження адаптивної фільтрації перешкод від серця матері при ФЕКГ.
- ЛР 3.** Дослідження адаптивної фільтрації шуму та імпульсних завад.
- ЛР 4.** Моделювання адаптивної фільтрації шуму та імпульсних і періодичних завад.
- ЛР 5.** Моделювання та дослідження адаптивних режекторного та високочастотного фільтру.
- ЛР 6.** Моделювання адаптивної компенсації міжсимвольної інтерференції.

Перетворення сигналів з неперервної форми в дискретну та навпаки, а також їх аналіз здійснюється за допомогою АЦП, ЦАП, осцилографів та спектроаналізаторів (для сигналів звукового діапазону можна використовувати аудіокарти ПК та оціночні модулі на базі сигнального процесору ADSP-2181, для сигналів ВЧ діапазону може бути використані АЦП і ЦАП з РЧ вибіркою, а синтез і аналіз даних забезпечується засобами ПК).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Павлов О. І.](#);

Ухвалено кафедрою PI (протокол № 06/2023 від 23.06.2023)

Погоджено Методичною комісією Факультету електроніки (протокол № 06/23 від 29.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією Радіотехнічного факультету (протокол № 06-2023 від 29.06.2023 р.)