

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні проблеми швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів

Рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти

Освітньо-наукова програма «Електроніка»

Спеціальність 171 Електроніка

Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 12 від 30 червня 2023 р.

Івано-Франківськ – 2023 рік

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Сучасні проблеми швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів
Викладач (-і)	старший викладач, кандидат технічних наук Котик Михайло Васильович
Контактний телефон викладача	0342596007
Е-mail викладача	mykhaylo.kotyk@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний, дистанційний
Обсяг дисципліни	3 кредитів ЄКТС, 90 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua/
Консультації	відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
2. Анотація до навчальної дисципліни	
<p>Дисципліна "Сучасні проблеми швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів" є ключовою частиною навчального процесу для аспірантів, що спеціалізуються у галузі "Електроніка". Цей курс націлений на формування в аспірантів глибоких науково-дослідницьких компетенцій, необхідних для розробки та оптимізації сучасних систем обробки сигналів.</p> <p>Предметом вивчення курсу є теоретичні та практичні аспекти швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів. Особлива увага приділяється вивченню методів та алгоритмів обробки сигналів, що використовуються в сучасних електронних системах, а також інструментарію для їхнього проектування та аналізу.</p> <p>Курс розглядає проблеми, пов'язані з розробкою високоефективних алгоритмів обробки сигналів, їхньою реалізацією за допомогою програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС), а також використанням сучасних систем автоматизованого проектування, таких як MATLAB та Simulink. Особливий акцент ставиться на оптимізацію процесів обробки сигналів з метою підвищення швидкодії та енергоефективності.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні знати сучасні методи та технології швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів, вміти застосовувати їх для розробки ефективних систем обробки сигналів, а також володіти навичками роботи з сучасними САПР. Курс сприяє розвитку компетенцій, необхідних для проведення наукових досліджень та педагогічної діяльності в галузі електроніки та обробки сигналів.</p> <p>Силабус навчальної дисципліни "Сучасні проблеми швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів" складений відповідно до освітньо-наукової програми "Електроніка" з підготовки докторів філософії спеціальності 171 "Електроніка" галузі знань 17 "Електроніка, автоматизація та електронні комунікації".</p>	
3. Мета та цілі навчальної дисципліни	
<p>Мета курсу "Сучасні проблеми швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів" полягає у формуванні у аспірантів практичних навиків та теоретичних знань у сфері сучасних методів та алгоритмів обробки сигналів. Особливий акцент зроблено на швидкісні техніки, які дозволяють ефективно обробляти великі об'єми даних у реальному часі. Курс передбачає вивчення та використання САПР як інструменту для детального аналізу та оптимізації алгоритмів обробки сигналів.</p> <p>Завданням дисципліни є сформувати у аспірантів науково-дослідницькі підходи щодо аналізу, проектування та оптимізації систем швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів. В курсі</p>	

розглядається наступна тематика:

- принципи та методи швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів;
 - алгоритми швидкого перетворення Фур'є та їх застосування;
 - сучасні техніки фільтрації та адаптивної обробки сигналів;
 - використання САПР для моделювання та аналізу систем обробки сигналів;
 - практичні аспекти реалізації алгоритмів на спеціалізованому апаратному забезпеченні та ПЛІС.
- У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

знати:

- основні методи та алгоритми швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів;
- принципи роботи сучасних систем обробки сигналів та їх практичне застосування;
- методики моделювання та аналізу систем обробки сигналів у САПР;
- сучасні підходи до оптимізації алгоритмів обробки сигналів для реалізації на апаратному рівні.

вміти:

- розробляти та оптимізувати алгоритми швидкісної обробки сигналів для різних застосувань;
- використовувати САПР для аналізу, моделювання та оптимізації систем обробки сигналів;
- адаптувати та інтегрувати методи швидкісної обробки сигналів у сучасні електронні системи;
- реалізовувати алгоритми обробки сигналів на ПЛІС та іншому спеціалізованому апаратному забезпеченні.

4. Програмні компетентності та результати навчання

ІК. Здатність генерувати нові ідеї та розв'язувати складні проблеми в області швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів, що включає глибокий аналіз існуючих знань та формування нових концепцій.

ЗК3. Здатність ефективно співпрацювати в міжнародному науковому та технічному середовищі.

СК2. Здатність дотримуватися етичних норм і академічної чесності у наукових дослідженнях.

СК6. Здатність використовувати сучасні педагогічні підходи та ІТ-технології для викладання вищої освіти.

СК9. Здатність до саморозвитку та постійного вдосконалення своїх професійних навичок.

СК10. Здатність вибирати та застосовувати ефективні системи автоматизованого проектування для розробки інтегральних схем та програмування ПЛІС.

СК11. Здатність розробляти та оптимізувати алгоритми швидкісної обробки сигналів для біомедичних та комунікаційних систем.

СК12. Розуміння та застосування сучасних технологій в області аналогово-цифрової обробки для підвищення ефективності та надійності систем.

СК13. Здатність інтегрувати методи швидкісної обробки сигналів у системи Інтернету речей (IoT) та вбудовані системи.

СК14. Здатність адаптувати та оптимізувати алгоритми обробки сигналів для реалізації на спеціалізованому апаратному забезпеченні.

ПРН2. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефхівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми електроніки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН3. Продувати, формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази та аргументи, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, математичного та комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН6. Планувати, організувати роботу та керувати проектами в галузі наукових досліджень, розробки, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування

електронних пристроїв та систем.

ПРН7. Організовувати та керувати дослідницькою, інноваційною та інвестиційною діяльністю, бізнес-проектами та виробничими процесами з урахуванням технологічних показників, вимог ринку, існуючих стандартів, конкурентоспроможності наукової та інженерної продукції, прав інтелектуальної власності, правил професійної етики та академічної доброчесності.

ПРН10. Здійснювати критичний аналіз та застосовувати знання, вміння і наукові досягнення для розв'язування задач синтезу та аналізу елементів та систем в галузі електроніки та суміжних галузях, знаходити засоби розв'язання проблем і прогнозувати майбутні наслідки прийнятих рішень.

5. Організація навчання

Обсяг навчальної дисципліни

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	20
лабораторні	10
самостійна робота	60

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
3	171 Електроніка	2	вибірковий

Тематика навчальної дисципліни

Тема	Кількість год		
	Лекції	Лаб. заняття	Сам. роб.
Тема 1. Вступ до швидкісної аналогово-цифрової обробки сигналів. Огляд історії та еволюції методів обробки сигналів. Загальні поняття та класифікація методів обробки сигналів. Перспективи та виклики в області швидкісної обробки сигналів.	2		3
Тема 2. Алгоритми швидкого перетворення Фур'є. Теоретичні основи та математичні моделі. Застосування в аналізі та синтезі сигналів. Практичні приклади та випадки використання.	3		6
Тема 3. Сучасні техніки фільтрації та адаптивної обробки сигналів. Принципи роботи адаптивних фільтрів. Методи оптимізації та налаштування фільтрів. Приклади застосування в реальних системах.	2		6
Тема 4. Використання САПР у швидкісній обробці сигналів. Огляд інструментів: TopSpice, LT Spice,	3		6

Місrowind. Приклади використання САПР для моделювання та аналізу схем.			
Тема 5. Практичні аспекти реалізації алгоритмів на ПЛІС. Основи проектування на ПЛІС. Оптимізація алгоритмів для реалізації на апаратному рівні. Приклади реальних проектів.	2		6
Тема 6. Інтеграція методів швидкісної обробки сигналів у сучасні електронні системи. Аналіз вимог до систем швидкісної обробки сигналів. Приклади інтеграції в медичні, військові та інші системи.	3		5
Тема 7. Оптимізація алгоритмів обробки сигналів для апаратного рівня. Методи оптимізації швидкодії та енергоефективності. Практичні приклади оптимізації.	3		4
Тема 8. Майбутнє швидкісної обробки сигналів. Огляд сучасних тенденцій та технологій. Перспективи розвитку та наукові дослідження.	2		4
Лабораторна робота №1. Вивчення алгоритмів швидкого перетворення Фур'є		1	4
Лабораторна робота №2. Розробка та аналіз фільтрів для обробки сигналів.		2	4
Лабораторна робота №3. Проектування та оптимізація алгоритмів на ПЛІС		2	4
Лабораторна робота №4. Адаптивна обробка сигналів		1	4
Лабораторна робота №5. Моделювання систем обробки сигналів у Місrowind		2	4
Лабораторна робота №6. Практичне застосування методів швидкісної обробки сигналів у сучасних електронних системах.		2	4
ЗАГ:	20	10	60
6. Система оцінювання навчальної дисципліни			

<p>Загальна система оцінювання курсу</p>	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань аспірантів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані аспірантами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності курсу аспірантів зі спеціальності 171 Електроніка.</p> <p>Завданням поточного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення дослідницьких робіт з інтегральної елементної бази КМОН ІС з використанням САПР, вміння вирішувати конкретні ситуативні завдання, приймати рішення щодо подальших досліджень на основі отриманих результатів. <i>Семестровий (поточний контроль)</i> у першому семестрі проводиться у формі заліку.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий контроль)</i> у другому семестрі проводиться у формі заліку.</p> <p><i>Екзамен</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння аспірантом теоретичного та практичного програмного матеріалу з предмету “Біомедична електроніка”, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</p> <table border="1" data-bbox="667 1106 1468 1821"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності</th> <th rowspan="2">Оцінка ECTS</th> <th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th> </tr> <tr> <th>Для екзамену</th> <th>Для заліку</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90 – 100</td> <td>A</td> <td>відмінно</td> <td rowspan="5">зараховано</td> </tr> <tr> <td>80 – 89</td> <td>B</td> <td rowspan="2">добре</td> </tr> <tr> <td>70 – 79</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>60 – 69</td> <td>D</td> <td rowspan="2">задовільно</td> </tr> <tr> <td>50 – 59</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>26 – 49</td> <td>FX</td> <td>незадовільно з можливістю повторного складання</td> <td>не зараховано з можливістю повторного складання</td> </tr> <tr> <td>0-25</td> <td>F</td> <td>незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни</td> <td>не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни</td> </tr> </tbody> </table>	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою		Для екзамену	Для заліку	90 – 100	A	відмінно	зараховано	80 – 89	B	добре	70 – 79	C	60 – 69	D	задовільно	50 – 59	E	26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання	0-25	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS			Оцінка за національною шкалою																									
		Для екзамену	Для заліку																										
90 – 100	A	відмінно	зараховано																										
80 – 89	B	добре																											
70 – 79	C																												
60 – 69	D	задовільно																											
50 – 59	E																												
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання																										
0-25	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни																										
<p>Вимоги до письмової роботи</p>	<p>Підсумкова робота може виконуватися за необхідності згідно розкладу контролю самостійної роботи (КСР) у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді з застосуванням технічних засобів навчання. Кількість тестових завдань – 20. Вартість кожного запитання складає 1 бал. Максимальна оцінка 20 балів.</p>																												
<p>Практичні/лабораторні</p>	<p>Після узагальнення (вступного слова) викладач дає</p>																												

заняття	<p>відповіді на окремі теоретичні запитання, які виникли у аспірантів у процесі підготовки до заняття.</p> <p>До початку лабораторної роботи аспірант має отримати допуск за результатами усної співбесіди. На лабораторній роботі кожен аспірант отримує інструкцію до виконання. Після завершення роботи аспірант оформляє і захищає звіт з результатами роботи. Кожна лабораторна робота оцінюється за національною шкалою (відмінно добре задовільно незадовільно), середня оцінка за всі лабораторні роботи приводиться до 100 бальної шкали. Максимальний бал за лабораторні роботи 30 балів.</p>
Умови допуску до підсумкового контролю	<p>Аспірант допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Аспірант не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він набрав менше 25 балів. У цьому випадку аспіранту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу завідувача аспірантури за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання аспірантом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок.</p> <p>Напередодні екзамену викладач подає доповідну завідувачу аспірантури про недопуск аспірантів курсу спеціальності 171 "Електроніка". Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження завідувача аспірантури.</p>
Підсумковий контроль	<p>Форму контролю – екзамен; форму здачі – комбінована (письмова з усною співбесідою), можливе також проведення екзамену в тестовій формі з використанням технічних засобів навчання;</p> <p>Білет складається з трьох теоретичних питань і одного короткого завдання. Розподіл балів за питаннями і завданнями рівномірний. Максимальний бал за екзамен 50 балів.</p>
7. Політика навчальної дисципліни	
<p>Аспірант зобов'язаний відвідувати заняття відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. У разі відсутності через хворобу надається відповідна довідка.</p> <p>Пропущена лекція відпрацьовується аспірантом самостійно, як короткий конспект за темою заняття.</p> <p>Пропущена лабораторна робота виконується аспірантом самостійно вдома або в комп'ютерній лабораторії кафедри, результати оцінюються викладачем.</p> <p>У випадку, коли аспірант приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів або наявних сертифікатів.</p> <p>Політика академічної поведінки і етики</p>	

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.

Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.

Плагиат та академічна недобросовісність несумісні з принципами діяльності ЗВО.

Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю.

Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими допоміжними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.

Також є можливість перезарахування результатів навчання в інших закладах вищої освіти чи результатів неформальної освіти згідно Положення про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти, в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника (затверджено вченою радою університету 01 листопада 2022 р. протокол № 9 та введено в дію наказом ректора № 672 від 24 листопада 2022 р.).

8. Рекомендована література

1. Wenqing Jiang, Luyao Huang, Yongxin Xu, Zhixue He, Weisheng Hu, L. Yi. "Real-Time Deployment of Simplified Volterra Nonlinear Equalizer in High-Speed PON," 2023.
2. R. Shankar, R. Eswaramoorthi, J. Joselin, Jeya Sheela, Ashish Suri, N. Vellachi. "High-Performance Digital Signal Processing Circuit Design and Analysis for Wireless Communication Systems," 2023.
3. M. Schiavon, Y. Piétri, L. T. Vidarte, Damien Fruleux, Manon Huguenot, Baptiste Gouraud, A. Rhouni, P. Grangier, E. Diamanti. "High-speed continuous-variable quantum key distribution with advanced digital signal processing," 2023.
4. A. Karar, Abdul Rahman El Falou, Julien Moussa H. Barakat, Zeynep Nilhan Gürkan, K. Zhong. "Recent Advances in Coherent Optical Communications for Short-Reach: Phase Retrieval Methods," 2023.
5. Proakis, J. G., & Manolakis, D. G. "Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications." Pearson Education, Inc., 2006.
6. Lyons, R. G. "Understanding Digital Signal Processing." Pearson Education, 2010.
7. Vitetta, G. M., Taylor, D. P., Hodges, D. A., & Rashidzadeh, R. "High-Speed DSP and Analog System Design." Springer Science & Business Media, 2013.
8. Wanhammar, L. "DSP Integrated Circuits." Elsevier, 2018.
9. Harris, F. J. "Multirate Signal Processing for Communication Systems." Prentice Hall PTR, 2004.

Викладач – старший викладач, Котик М.В.