

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

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія аналогових та цифрових сигналів

Освітня програма Комп'ютерна інженерія
Галузь знань 12 Інформаційні технології
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “30” серпня 2023 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Теорія аналогових та цифрових сигналів
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти
Викладач (-і)	старший викладач, кандидат технічних наук Котик Михайло Васильович
Контактний телефон викладача	0342596007
Е-mail викладача	mykhaylo.kotyk@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Семестровий
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.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 курсу	
<p>Дисципліна «Теорія аналогових та цифрових сигналів» належить до переліку дисциплін вільного вибору за освітнім рівнем «бакалавр», що пропонуються в рамках циклу професійної та практичної підготовки студентів за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія». Вона забезпечує формування у студентів науково-дослідницьких і професійно-орієнтованих компетенцій. Предметом вивчення навчальної дисципліни є опанування студентами основних принципів і методів представлення різноманітних сигналів, проведенні їх аналізу та визначення основних характеристик.</p> <p>Силабус навчальної дисципліни “Теорія аналогових та цифрових сигналів” складений відповідно до освітньо-професійної програми “Комп'ютерна інженерія” підготовки бакалаврів спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Мета: вивчення студентами основних методів представлення цифрових і аналогових сигналів, базових алгоритмів обробки різних типів сигналів, формування навичок практичної реалізації спеціалізованих задач опрацювання сигналів в галузі інформаційних технологій.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначення й класифікацію сигналів та їх математичні моделі; - енергетичні характеристики сигналів; - спектральні характеристики сигналів; - основи дискретизації та квантування сигналів; - основні принципи модуляції та фільтрації сигналів та їх характеристики; - основні методи компресії сигналів; - основи аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення ; - основні особливості вейвлетного перетворення; - базові операції алгоритмів ортогональних перетворень сигналів; - основні колірні моделі зображень та їх властивості; - методи стиску нерухомих зображень. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - опанувати можливості пакету прикладних програм Matlab; - виконувати елементарні операції над сигналами; - виконувати дискретизацію і квантування сигналів та оцінювати похибку оцифрування; - виконувати перевірку систем функцій на ортогональність і нормованість; 	

- виконувати фільтрацію і апроксимацію сигналів;
- реалізовувати алгоритми швидкого та дискретного перетворення Фур'є;
- проводити аналіз кореляційних характеристик сигналів;
- досліджувати аналогові і цифрові сигнали та їх спектри;
- досліджувати спектральні характеристики сигналу;
- досліджувати алгоритми просторової і частотної фільтрації сигналів;
- виконувати стиск нерухомих зображень з використанням дискретних косинусних перетворень;
- здійснювати обробку растрових та 3D-зображень;
- здійснювати обробку цифрового звуку і відео.

4. Компетентності

Загальні компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

Спеціальні (фахові) компетентності

Р2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.

Р12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання;

Р13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.

5. Результати навчання

Н1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

Н2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

Н9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	32 30
семінарські заняття / практичні / <u>лабораторні</u>	58 30
самостійна робота	180 120

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
VI	123 Комп'ютерна інженерія	3	вибіркова

Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Література	Кількість годин	Вага оцінки	Термін виконання
------------	---------------	------------	-----------------	-------------	------------------

Змістовий модуль 1. Основи теорії обробки сигналів.

Тема 1. Сигнали та їх математичні моделі. Розмірність сигналу.	лекція	[1-15]	2	0,5	Згідно розкладу
--	--------	--------	---	-----	-----------------

Подання аналогових і дискретних сигналів у часовій формі. Випадкові сигнали та завади. Часове і спектральне представлення сигналів.					
Тема 2. Енергетичні характеристики сигналів. Періодичність спектра дискретної функції. Апроксимація сигналу.	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу
Тема 3. Класифікація сигналів. Дискретизація та квантування сигналів. Теорема Котельникова.	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу
Тема 4. Амплітудний та фазовий спектри сигналу. Дискретне перетворення Фур'є.	лекція	[1-15]	2	0,5	Згідно розкладу
Тема 5. Модуляція та фільтрація сигналів. Цифрова модуляція і демодуляція. Частотна та імпульсна характеристика.	лекція	[1-15]	2	0,5	Згідно розкладу
Тема 6. Компресія сигналів. Статистичні методи компресії. Застосування компресії при обробці мультимедійної інформації.	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу
Тема 7. Перетворення дискретних і неперервних сигналів. Аналого-цифрове перетворення. Цифро-аналогове перетворення. Вейвлетні методи.	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу
Тема 8. Вейвлет перетворення і його застосування в задачах цифрової обробки сигналів. Дискретне вейвлет перетворення.	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу
Модульний контроль 1			16	6,5	Згідно розкладу
Змістовий модуль 2. Опрацювання сигналів. Стиск зображень.					
Тема 9. Основи цифрового представлення зображень. Зображення як багатовимірні сигнали. Цифрове представлення зображень.	лекція	[1-15]	2	0,5	Згідно розкладу
Тема 10. Просторова область обробки зображень. Градаційні перетворення	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу

зображень. Еквалізація гістограми.					
Тема 11. Частотні методи покращення зображення. Двовимірне перетворення Фур'є. Згортка з використанням перетворення Фур'є.	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу
Тема 12. Швидке перетворення Хартлі. Швидке косинусне перетворення. Базові операції ортогональних перетворень.	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу
Тема 13. Цифрова обробка кольорових зображень. Колірна модель RGB. Колірна модель СМУК. Колірна модель HSB.	лекція	[1-15]	2	0,5	Згідно розкладу
Тема 14. Стиск нерухомих зображень з використанням дискретних косинусних перетворень.	лекція	[1-15]	2	1	Згідно розкладу
Тема 15. Поняття хвильового перетворення. Стиск нерухомих зображень з використанням хвильового перетворення.	лекція	[1-15]	1	1	Згідно розкладу
Тема 16. Фрактальне стиснення. Алгоритми RLE, JPEG та JBIG.	лекція	[1-15]	1	0,5	Згідно розкладу
Модульний контроль 2			16	6,5	Згідно розкладу
Лабораторні роботи					
Тема 1. Виконання елементарних операцій над сигналами в MatLab.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 2. Дослідження процесів дискретизації і квантування сигналів.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 3. Дослідження систем функцій на ортогональність і нормованість.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 4. Обчислення спектральних характеристик сигналів.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 5. Дослідження і аналіз авто- та взаємкореляційних характеристик неперіодичних сигналів.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 6. Дослідження спектральних характеристик	Лаб.	[1-15]	2	2	Згідно розкладу

сигналу за допомогою перетворення Фур'є.	робота				
Тема 7. Дослідження цифрових і аналогових сигналів та їх спектрів.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 8. Дискретизація і квантування аналогового гармонійного сигналу.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 9. Дослідження алгоритмів просторової фільтрації зображень.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 10. Дослідження алгоритмів частотної фільтрації зображень.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 11. Реалізація стиску зображень з використанням дискретних косинусних перетворень.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 12. Обробка растрових зображень в різних колірних моделях.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 13. Обробка 3D-зображень.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Тема 14. Обробка цифрового звуку і відео.	Лаб. робота	[1-15]	2	2	Згідно розкладу
Контроль лабораторних робіт			30	28	
Самостійна робота студентів					
Тема 1. Числові характеристики сигналів і завад. Математичні моделі сигналів з обмеженим спектром. Класифікація шумів та завад.	Само-стійна робота	[1-15]	5	0,5	Впродовж семестру
Тема 2. Переваги та недоліки цифрової обробки інформації. Використання ЦОІ в електроніці. Основні закономірності дискретизації та квантування сигналів.	Само-стійна робота	[1-15]	5	0,5	Впродовж семестру
Тема 3. Спектр шуму квантування. Поняття цифрової фільтрації. Формула згортки. Оператор цифрового фільтру.	Само-стійна робота	[1-15]	5	0,5	Впродовж семестру
Тема 4. Спектральний опис періодичних сигналів. Ряд Фур'є. Спектральний опис імпульсних сигналів.	Само-стійна робота	[1-15]	5	1	Впродовж семестру

Перетворення Фур'є.					
Тема 5. Дискретні та цифрові фільтри. Лінійні аналогові фільтри. Пристрій цифрової обробки сигналів. Алгоритм з прорізування за частотою.	Само- стійна робота	[1-15]	10	0,5	Впродовж семестру
Тема 6. Компресія одновимірних аудіо сигналів. Компресія двовимірних сигналів зображень. Двовимірне дискретне малохвильове перетворення.	Само- стійна робота	[1-15]	10	0,5	Впродовж семестру
Тема 7. Теорія вейвлетів. Дискретне та неперервне вейвлет-перетворення. Стиск з використанням вейвлет-перетворень.	Само- стійна робота	[1-15]	10	0,5	Впродовж семестру
Тема 8. Вейвлет перетворення Хаара, Добеші, Гауса, Морле, Пауля.	Само- стійна робота	[1-15]	10	0,5	Впродовж семестру
Контроль самостійної роботи			60	4,5	Згідно розкладу
Тема 9. Нелінійна просторова фільтрація. Медіанний фільтр. Фільтри підвищення верхніх просторових частот зображення.	Само- стійна робота	[1-15]	5	1	Впродовж семестру
Тема 10. Частотна фільтрація зображень. Двомірне перетворення Фур'є.	Само- стійна робота	[1-15]	5	0,5	Впродовж семестру
Тема 11. Фільтри низьких та високих частот для зображення. Циклічна згортка. Розв'язок рівняння Віннера-Хопфа.	Само- стійна робота	[1-15]	5	0,5	Впродовж семестру
Тема 12. Графічне зображення результату перетворення Фур'є. Властивості дискретного перетворення Фур'є. Обчислювальна складність. Швидке перетворення Фур'є. Алгоритми реалізації ШПФ.	Само- стійна робота	[1-15]	5	0,5	Впродовж семестру
Тема 13. Підвищення візуальної якості зображень шляхом по елементного	Само- стійна робота	[1-15]	10	0,5	Впродовж семестру

перетворення. Лінійне контрастування зображення. Соляризація зображення.					
Тема 14. Кодування по методу LZW. Метод кодування Хаффмана. Стиск даних по методу JPEG.	Само-стійна робота	[1-15]	10	0,5	Впродовж семестру
Тема 15. Методики просторової фільтрації растрів. Стискання зображень та відеоінформації.	Само-стійна робота	[1-15]	10	0,5	Впродовж семестру
Тема 16. Параметри цифрового звуку. Параметри цифрових зображень та відеоінформації.	Само-стійна робота	[1-15]	10	0,5	Впродовж семестру
Контроль самостійної роботи			60	4,5	Згідно розкладу
Підсумковий контроль (екзамен)				50	

7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів 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 студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль</i> (сума балів за окремий змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі екзамену.</p> <p><i>Екзамен</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</p>				
	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою		
	90 –		А	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
			відмінно		

	100			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	
Вимоги до письмової роботи	Підсумкова письмова робота виконується у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді. Кількість тестових завдань – 25.			
Лабораторні заняття	<p>Після узагальнення (вступного слова) викладач дає відповіді на окремі теоретичні запитання, які виникли в студентів у процесі підготовки до заняття. Зазвичай з кожної теми лекційного курсу на практичні заняття виносять індивідуалізовані теми комплексного характеру, які дають змогу студенту ширше застосувати здобуті знання та підготуватися до самостійного виконання домашнього завдання.</p> <p>Для перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу студенти виконують тестові завдання.</p> <p>До початку лабораторної роботи студент має отримати допуск на основі усної співбесіди. На лабораторній роботі кожен студент отримує інструкцію до виконання. Після завершення роботи студент оформляє і захищає звіт з результатами роботи.</p>			
Умови допуску до підсумкового контролю	<p>Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі.</p> <p>Напередодні екзамену викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.</p>			
8. Політика курсу				
<p>Студент 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 студентом самостійно, як короткий конспект за темою заняття.</p> <p>Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерному класі, результати оцінюються викладачем.</p> <p>У випадку, коли студент приймав участь у програмі мобільності, можливе</p>				

врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів.

Можливе зарахування результатів неформальної освіти згідно з Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.

Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.

Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.

Плагіат та академічна недоброчесність 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 електронними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.

9. Рекомендована література

Базова

1. Наконечний А.Й., Наконечний Р.А., Павлиш В.А. Цифрова обробка сигналів. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 368 с.
2. Майданюк В. П. Обробка сигналів: навчальний посібник / В. П. Майданюк, А. М. Петух. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 144.
3. Мандзій Б.А., Желен Р.І. Основи теорії сигналів – Львів: Видавничий дім «Ініціатори» - 2009 – 240 с.
4. Бортник Г.Г., Кичак В.М. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник / – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 232с.
5. Бабак В.П., Хандецький В.С., Шрюфер Е. В. Обробка сигналів: Підручник / – К.: Либідь, 1996. – 392.
6. Майданюк В. П. Методи і засоби КІТ. Кодування зображень / В. П. Майданюк. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 63 с.
7. О.В. Дробик О.В., Кідалов В.В., Коваль В.В., Костік Б.Я, Лазебний В., Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навчальний посібник. – К.: Наукова думка, 2008. – 144 с.

Викладач

Котик М.В.