

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

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Статистична радіофізика

Рівень вищої освіти – другий (освітньо-науковий) рівень вищої освіти
Освітня програма «Медична фізика», «Матеріали та системи відновлювальної енергетики»
Спеціальність 105 - "Прикладна фізика та наноматеріали"
Галузь знань 10 – Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № __ від __ _____ 2023 р.

Івано-Франківськ – 2023 рік

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Статистична радіофізика
Викладач (-і)	старший викладач, кандидат технічних наук Котик Михайло Васильович
Контактний телефон викладача	0342596007
E-mail викладача	mykhaylo.kotyk@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний, дистанційний
Обсяг дисципліни	6 кредитів ЄКТС, 180 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 "Статистична радіофізика" є ключовою частиною навчального процесу для бакалаврів, що спеціалізуються у галузі "Радіофізика". Курс спрямований на формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у сфері статистичної радіофізики. Предметом вивчення є основні теоретичні концепції та практичні аспекти використання статистичних методів у галузі радіофізики та електроніки.</p> <p>Курс розглядає ключові питання, пов'язані із статистичними методами в радіофізиці, фізикою випадкових процесів та їхнім застосуванням у різних електронних пристроях. Особлива увага приділяється статистичному аналізу сигналів, характеристикам випадкових полів і хвиль, а також їхньому впливу на електронні системи.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни студенти повинні мати глибоке розуміння статистичних методів в радіофізиці та вміти застосовувати ці знання для аналізу та моделювання електронних пристроїв та систем у умовах статистичної невизначеності.</p>	
3. Мета та цілі навчальної дисципліни	
<p>Мета курсу "Статистична радіофізика" полягає у формуванні студентів бакалаврського рівня для виробничо-наукової, наукової, проектної та дослідницької діяльності в галузі радіофізики та електронної техніки. У результаті вивчення цього курсу студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - елементи теорії ймовірностей і функціонального аналізу для розв'язування задач статистичної радіофізики і електроніки. - розподіли випадкових величин і функцій, параметри і характеристики випадкових сигналів як випадкових процесів (функціональних і числових). - перетворення фур'є, Лапласа, Вінера-Хінчина та їх взаємодію. - фізику флуктуаційних процесів у приладах електронної техніки та радіотехнічних пристроях, їх шумові параметри і характеристики. - статистичний опис випадкових полів і хвиль, закони поширення і розсіювання випадкових полів і хвиль. <p>зміти:</p>	

- використовувати методи математичної фізики для аналізу випадкових процесів, полів і хвиль.
- визначати функціональні параметри випадкових величин та процесів на основі їх розподілів.
- визначати параметри і шумові характеристики напівпровідникових електронних приладів та інтегральних схем.
- використовувати розподіли неперервних і дискретних випадкових величин для аналізу сигналів та їх кореляційних характеристик.
- застосовувати теорію поширення і розсіювання випадкових полів і хвиль для вирішення задач статистичної радіофізики.

4. Програмні компетентності та результати навчання

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі прикладної фізики і наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення і характеризується певною невизначеністю умов, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій.

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

ФК2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

ФК3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

ФК5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ПРН1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики..

ПРН4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

ПРН5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

ПРН12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

5. Організація навчання			
Обсяг навчальної дисципліни			
Вид заняття		Загальна кількість годин	
лекції		40	
лабораторні		20	
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. Основи теорії ймовірностей в радіофізиці. Основні поняття ймовірнісного простору. Ймовірнісні розподіли та їх застосування в радіофізиці.	3		8
Тема 2. Статистичні характеристики випадкових величин. Сподівані значення, дисперсія, коваріація. Аналіз інтервалів невизначеності.	4		7
Тема 3. Випадкові процеси в радіофізиці. Визначення та властивості випадкових процесів. Статистичний аналіз сигналів і шумів.	4		8
Тема 4. Перетворення Фур'є в статистичній радіофізиці. Застосування перетворення Фур'є до аналізу випадкових сигналів. Спектральний аналіз стаціонарних та нестаціонарних процесів.	4		7
Тема 5. Статистичний аналіз радіохвиль та поля. Розподіли випадкових полів. Статистичні характеристики хвильових процесів.	4		7
Тема 6. Флуктуації та їх вплив на радіофізичні системи. Фізика флуктуацій в електронних системах. Статистичні параметри флуктуаційних процесів.	4		7
Тема 7. Статистичний аналіз в електроніці та телекомунікаціях. Аналіз статистичних характеристик сигналів у	4		7

каналах зв'язку. Статистичні методи обробки сигналів.			
Тема 8. Шумові параметри напівпровідникових пристроїв. Історія та фізика шумів в електроніці. Визначення та вимірювання параметрів шумів в напівпровідникових пристроях.	3		7
Тема 9. Кореляційний аналіз в радіофізиці. Кореляція та автокореляція випадкових процесів. Застосування кореляційного аналізу в радіофізиці.	3		7
Тема 10. Статистична теорія поля в радіофізиці. Статистичний аналіз електромагнітного поля. Квантова статистика у радіофізичних системах.	3		7
Тема 11. Статистичні методи обробки сигналів в радіофізиці. Статистичне фільтрування та спектральний аналіз сигналів. Статистичні методи оцінки параметрів сигналів.	3		6
Тема 12. Застосування машинного навчання в статистичній радіофізиці. Введення в машинне навчання для аналізу радіофізичних даних. Застосування моделей машинного навчання в статистичній радіофізиці.	3		6
Лабораторна робота №1. Аналіз ймовірнісних розподілів. Вивчення базових ймовірнісних розподілів. Практичне визначення характеристик випадкових величин.		2	4
Лабораторна робота №2. Спектральний аналіз сигналів. Використання перетворення Фур'є для аналізу сигналів. Створення спектрограм для випадкових сигналів.		3	5
Лабораторна робота №3. Статистичний аналіз сигналів у каналах зв'язку. Визначення параметрів каналу зв'язку за допомогою статистичних методів. Моделювання статистичних характеристик каналів.		3	5
Лабораторна робота №4. Шумові параметри напівпровідникових пристроїв. Вимірювання шумових параметрів напівпровідникових		2	4

пристроїв. Аналіз впливу шумів на роботу електронних схем.			
Лабораторна робота №5. Кореляційний аналіз сигналів. Визначення кореляційних характеристик сигналів. Взаємозв'язок між кореляцією та спектральним аналізом.		2	5
Лабораторна робота №6. Моделювання електромагнітного поля. Використання статистичних методів для моделювання поля. Аналіз статистичних властивостей поля.		2	5
Лабораторна робота №7. Статистичне фільтрування сигналів. Розроблення та апробація статистичних фільтрів для сигналів. Порівняння ефективності статистичних та класичних методів фільтрації.		2	4
Лабораторна робота №8. Застосування машинного навчання в аналізі радіофізичних даних. Вивчення основ машинного навчання та його застосування в радіофізичних дослідженнях. Розробка моделей на основі навчання з учителем і без учителя.		2	4
ЗАГ:	42	18	120

6. Система оцінювання навчальної дисципліни

Загальна система оцінювання курсу	<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</p>
-----------------------------------	---

	<p>заліку.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий контроль) у другому семестрі проводиться у формі заліку.</i></p> <p><i>Екзамен – 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.</i></p> <table border="1" data-bbox="667 481 1469 1196"> <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 заняття</p>	<p>Після узагальнення (вступного слова) викладач дає 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>																												
<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>	<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</p>																												

	<p><i>допущений"</i> 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>
<p>Підсумковий контроль</p>	<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>
<p>7. Політика навчальної дисципліни</p>	
<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 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 допоміжними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.</p> <p>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.).</p>	
<p>8. Рекомендована література</p>	

1. V. F. Kistjakovsky, A. A. Rukhadze. "Statistical Radiophysics." Nauka, 1986.
2. A. A. Rukhadze. "Statistical Radiophysics: Wave Propagation through Random Media." Springer, 2007.
3. A. Ishimaru. "Wave Propagation and Scattering in Random Media." IEEE Press, 1999.
4. M. I. Mishchenko, J. W. Hovenier, L. D. Travis. "Light Scattering by Nonspherical Particles: Theory, Measurements, and Applications." Academic Press, 1999.
5. Yu. A. Kravtsov, A. I. Saichev. "Introduction to the Theory of Random Processes and Fields of Waves in Random Media." American Mathematical Society, 1999.
6. D. L. Jaggard, F. A. Duck. "Statistical Electromagnetics." Academic Press, 1979.
7. B. B. Mandelbrot. "The Fractal Geometry of Nature." W. H. Freeman, 1982.
8. A. Yarovoy, J. van der Neut. "Introduction to Wave Scattering, Localization and Mesoscopic Phenomena." Birkhäuser, 2016.
9. T. W. Lee. "Random Processes in Two-Dimensional Fields: Theory and Applications." Elsevier, 1973.

Викладач – старший викладач, Котик М.В.