ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра Телекомунікацій, медійні та інтелектуальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
інформаційних технологій
_____ Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
«___» _____ 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій**

Освітньо-професійна програма **Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі**

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач	**Пивовар Олег Сергійович**
Профайл викладача	https://tmit.khmnu.edu.ua/kafedra/sklad-kafedry/
E-mail викладача	pyvo@i.ua
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліну в ІСУ	https://msn.khmnu.edu.ua/course/index.php?categoryid=611
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	**Очні:** четвер, 6-а пара, 4-402 **Онлайн:** за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни	Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС				
				Кредити ЄКТС	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття					Залік	Іспит
О	Д	1	2	5	150	54	18	36	-	90	-	+	-	+

Силабус розроблено на основі робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій».

Силабус складено Олег ПИВОВАР

Завідувач кафедри ТМІТ Сергій ПІДЧЕНКО

Хмельницький – 2024

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій» є однією із фахових дисциплін професійної підготовки магістра за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» на основі однойменної ОПП «Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі».

Пререквізити - програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації інфокомунікацій; методологія та організація наукових досліджень.

Кореквізити – системний аналіз в інформаційно телекомунікаційних системах та мережах; апаратно-програмне забезпечення інформаційно-комунікаційних систем та мереж.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Формування у студентів знань новітніх та діючих методичних основ побудови оптимальних моделей процесів в радіотехнічних засобах електронних комунікацій, застосування інструментальних засобів комп'ютерного моделювання та оптимізації обробки радіосигналів, розкриття суті наукових концепцій, понять та методів комплексної оптимізації радіотехнічних засобів, надання студентам необхідного обсягу теоретичних знань практичних навичок в галузі комп'ютерного моделювання та оптимізації застосування прогресивних САПР імітаційного моделювання.

Завдання дисципліни. Формування у слухачів комплексу знань, вмінь та уявлень з питань застосування прогресивних методів математичного опису процесів в радіотехнічних засобах в поєднанні із застосуванням комп'ютерних технологій для математичного, аналітичного, імітаційного тощо, моделювання і оптимізації електронних комунікацій із застосуванням радіосигналів.

Очікувані результати навчання

Студент, який успішно опанував весь обсяг дисципліни повинен: знати, розуміти та вміти застосовувати прогресивні методи оптимізації та моделювання радіотехнічних засобів та процесів, що в них протікають, оцінювати їх рівень адекватності та комплексної ефективності під час застосування в електронних комунікаціях; володіти мовами програмування загального та спеціалізованого призначення, пакетами спеціалізованих програм математичного та імітаційного моделювання, а також середовищами розробки програмного та/або апаратного забезпечення радіотехнічних засобів за напрямком професійної діяльності.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

Таблиця 3 – Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ т-ня	Тема лекції	Тема лабораторного заняття	Курсова робота		Самостійна робота студента		
			Зміст	Год.	Зміст	Год	Літ.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	Зміст узагальненого поняття моделі. Способи побудови моделей радіотехнічних засобів. Класифікація моделей об'єктів радіотехніки. Задачі, методи та процеси оптимізації радіотехнічних засобів		Вибір теми курсової роботи	2	Знайомство із робочою програмою та силабусом по курсу, реєстрація в модульному середовищі, розробка індивідуальних планів та графіків дистанційного навчання (за потреби), вибір часу (графіку) консультацій за узгодженням із викладачем.. Вибір індивідуальних завдань. Опрацювання матеріалів лекції 1	2	Літ.: [1] с.30,42, 71-74; [2] с.9-15, [3] с. 21-35
2		Створення, моделювання та оптимізація та аналіз моделей лінійних кіл радіотехнічних засобів в середовищі Matlab	Затвердження технічного завдання та графіку виконання (графіку індивідуальних консультацій)	2	Підготовка до виконання лабораторної роботи 1, підготовка до короткого тестового контролю збереження знань - Т1	2	Літ.: [1] с.32-39; [2] с.21-30; [3] с. 35-39

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Системний підхід до розробки моделей радіотехнічних засобів. Методи збору вихідної інформації для моделювання та оптимізації засобів електронних комунікацій		Визначення предмету та об'єкту та мети дослідження в курсовій роботі, аналіз літературних джерел	2	Опрацювання матеріалів лекції 2, виконання індивідуальних завдань	2	Літ.: [1] с.277-308; [2] с.31-40, 168-185; [3] с.23-34
4		Створення, моделювання та оптимізація та аналіз моделей нелінійних кіл радіотехнічних засобів в середовищі Matlab	Постановка завдань дослідження, визначення можливостей реалізації в заданій САПР, аналіз літературних джерел	2	Підготовка до лабораторної роботи 2, захист результатів виконання лабораторної роботи 1, виконання індивідуальних завдань	2	Літ.: [1] с.41-52; [2] с.39-49
5	Моделювання радіотехнічних засобів стохастичними методами під час застосування в мережах електронних комунікацій. Оптимізація вибору маршруту доставки повідомлень		Складання концептуальної моделі дослідження, аналіз літературних джерел	2	Опрацювання матеріалу лекції 3, , виконання індивідуальних завдань	2	Літ.: [1] с.104-107; [2] с.52-63
6		Оптимізація параметрів цифрового сигналу для поширення радіоканалами зв'язку в середовищі Matlab	Вибір теоретичної бази моделювання, формальне представлення моделі та способів моделювання, аналіз аналогічних моделей проєктів	4	Підготовка до лабораторної роботи 3, захист результатів виконання лабораторної роботи 2, виконання індивідуальних завдань	2	Літ.: [1] с.113-127; [2] с.72-78
7	Етапи комп'ютерного моделювання. Узагальнена методика комп'ютерного моделювання та наукова організація процесу моделювання моделювання		Створення моделі, первинний аналіз працездатності в середовищі Matlab, написання першого розділу курсової роботи	4	Опрацювання матеріалу лекції 4, виконання індивідуальних завдань	2	Літ.: [1] с.122-127, [2] с.41-78, [3] с.61-65

1	2	3	4	5	6	7	8
8		Оптимізація застосування способів завадостійкого кодування і в середовищі Matlab для каналів із різним рівнем завад	Тестування та верифікація розробленої моделі (ч.1) в лінійних режимах без завад	4	Підготовка до лабораторної роботи 4, захист результатів виконання лабораторної роботи 3, виконання індивідуальних завдань	2	Літ: [1] с.976-993 , [2] с.203-208; [3] с.216-229
9	Використання методології «технічна система» під час створення, аналізу та синтезу радіотехнічних засобів електронних комунікацій. Класифікація найбільш дієвих факторів під час моделювання та оптимізації радіотехнічних засобів. Особливості комп'ютерного та експериментального моделювання радіотехнічних засобів.		Тестування та верифікація розробленої моделі (ч.2) в нелінійних режимах	4	Опрацювання матеріалу лекції 5, виконання індивідуальних завдань, підготовка та проведення електронного тестування - Т2	2	Літ.: [1] с.148-164, [2] с.30-41, [3] с.133-142
10		Створення, моделювання оптимізація та аналіз нелінійних динамічних систем із хаотичною поведінкою в середовищі Matlab	Тестування та верифікація розробленої моделі (ч.3) під час дії стаціонарних та нестаціонарних завад	2	Підготовка до лабораторної роботи 5, захист результатів виконання лабораторної роботи 4, виконання індивідуальних завдань	2	Літ: [1] с.676-692 , [2] с.164-161
11	Застосування прикладного програмного забезпечення імітаційного моделювання для розробки радіотехнічних засобів. САПР Matlab\Simulink, як універсальних засіб моделювання технічних систем. Система імітаційного моделювання Hyperlynx		Оцінювання рівня адекватності розробленої моделі	4	Опрацювання матеріалу лекції 6, виконання індивідуальних завдань	2	Літ: [1] с.91-104 , [2] с.30-41; [3] с.112-133,207-214

1	2	3	4	5	6	7	8
12		Моделювання нелінійних радіоканалів передачі в умовах стохастичних стаціонарних завад в середовищі Matlab	Аналіз результатів моделювання.	4	Підготовка до лабораторної роботи 6, захист результатів виконання лабораторної роботи 5, виконання індивідуальних завдань	2	Літ: [1] с.91-104 , [2] с.63-66; [3] с.232-237
13	Оптимізація імітаційних моделей. Система цифрового імітаційного моделювання Hyperlynx Оптимізація через використання факторного експерименту. Еволюційні методи пошуку покрокової оптимізації радіотехнічних засобів		Підсумовування результатів моделювання порівняння результатів із аналогами із літературних джерел, написання другого розділу курсової роботи	4	Опрацювання матеріалу лекції 7, виконання індивідуальних завдань	2	Літ: [1] с.196-204 , [2] с.110-126
14		Імітаційне моделювання електромагнітної сумісності по небажаним випромінюванням в спеціалізованому середовищі Hyperlynx	Формулювання пропозицій щодо подальших досліджень та оптимізації засобів із точки зору якості отриманих результатів	2	Підготовка до лабораторної роботи 7, захист результатів виконання лабораторної роботи 6, виконання індивідуальних завдань	2	Літ: [1] с.734-759 , [2] с.100-110; [3] с.67-87
15	Методи багатокритеріальної оптимізації. Гладка та опукла оптимізація, координатна нелінійна оптимізація, стохастична оптимізація роботи радіотехнічних засобів електронних комунікацій		Застосування одного із методів оптимізації для розробленої моделі за критерієм покращення ТТХ радіотехнічних засобів електронних комунікацій	4	Опрацювання матеріалу лекції 8, виконання індивідуальних завдань, підготовка та проведення електронного тестування – Т3	2	Літ: [1] с.983-1005 , [2] с.152-156; [3] с.145-160
16		Імітаційне моделювання поширення широкосмугових сигналів лініями передачі та оптимізація параметрів лінії звязку в середовищі Hyperlynx	Аналіз результатів оптимізації, написання третього розділу курсової роботи	6	Підготовка до лабораторної роботи 8, захист результатів виконання лабораторної роботи 7, оформлення індивідуальних завдань	2	Літ: [1] с.983-1005 , [2] с.152-156; [3] с.145-160

1	2	3	4	5	6	7	8
17	Використання розроблених імітаційних моделей радіотехнічних засобів для оптимального прогнозування. Моделювання в задачах управління проектами в галузі електронних комунікацій		Підготовка до захисту та захист курсових робіт	6	Опрацювання матеріалу лекції 9, виконання індивідуальних завдань , захист індивідуальних завдань	2	Літ: [1] с.995-1016 , [2] с.219-222
18		Застосування нейронних мереж для моделювання та оптимізації радіотехнічних засобів електронних комунікацій в середовищі Matlab	Підготовка до захисту та захист курсових робіт (для відстаючих студентів)	2	Підготовка до лабораторної роботи 9, захист результатів виконання лабораторної роботи 8,9, підготовка до підсумкового контрольного заходу	2	Літ: [1] с.961-993 , [2] с.106-110, [3] с.336-359

Примітки:* Лабораторні заняття проводяться раз у два тижні по знаменнику відповідно до розкладу занять та займають 4 академічних години.

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально - методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, лабораторні та практичні заняття згідно із розкладом, а також вчасно звітувати про хід виконання курсової роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі. Лабораторні роботи виконуються індивідуально, згідно з варіантами, що представлені у методичних вказівках до лабораторних робіт. У разі наявності плагіату, або спроби представити до захисту лабораторну роботу іншого варіанту, здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати лабораторну роботу згідно із його варіантом.

Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (http://khnu.km.ua/root/files/01/06/03/006.pdf).

Здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни можуть користуватись як наявним в аудиторіях кафедри комп'ютерним обладнанням, так і власними пристроями (ноутбуками, планшетами, смартфонами). Власними пристроями можна користуватися як для роботи в системі Moodle, так і для доступу до зовнішніх інформаційних ресурсів та пакетів офісних та прикладних програм, які необхідні для виконання лабораторних, практичних робіт та курсового проектування.

Критерії оцінювання результатів навчання

Кожний різновид контролю з дисципліни оцінюється за чотирибальною шкалою (2…5). Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи включаючи підсумковий контрольний захід, виконаних і зданих позитивно(3 бали і вище) з урахуванням вагових коефіцієнтів.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається із наступних елементів:

результати захисту та якість оформлення завдання для підготовки до лабораторної роботи;

рівень опанування методик моделювання та методів оптимізації під час виконання роботи;

якість оформлення протоколу отриманих даних та форма представлення графічної та текстової частини лабораторної роботи;

рівень компетенцій щодо використання спеціальної термінології, уміння професійно обгрунтувати отримані результати під час захисту лабораторної роботи;

своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент оформив та захистив роботу на наступному після виконання роботи аудиторному занятті (не більше 2 тижнів). Пропущене аудиторне лабораторне заняття студент має відпрацювати в окремий, встановлений викладачем, термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до закінчення аудиторних занять у семестрі.

Підсумкова контрольна робота (іспит) виконується в письмовій формі під час останнього аудиторного заняття. Завдання підсумкової роботи включає в себе 2-4 теоретичних запитання та 1-2 задачі із розрахунком.

Кожне запитання є елементом контролю та оцінюється за чотирибальною шкалою. Сумарна оцінка є середньоарифметичним значенням оцінювання кожного елементу. Підсумкова контрольна робота має найвищий ваговий коефіцієнт.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Електронне тестування проводиться в онлайн режимі в модульному середовищі для навчання (MOODLE) в рамках самостійної роботи. Для перевірки самостійності проходження електронних тестів тестування може бути проведено під час аудиторних робіт або під час консультації під наглядом викладача. Кожен електронний тест складається із 15-35 тестових завдань та охоплює тематику розділу курсу. Кожне тестове завдання оцінюється одним балом. Результати тесту пропорційно приводяться до 5-ти бальної дробової інституційної інтервальної шкали балів та фіксуються у загальному рейтингу за 4-бальною шкалою за таблицею, наведеною нижче.

Відсоток правильних відповідей у тесті	0%-59%	60%-74%	75%-89%	90%-100%
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

Для відповіді на кожне завдання під час електронного тестування відводиться не більше 2 хвилин (залежно від тесту), наступна спроба проходження тесту можлива не раніше як за годину після закінчення попередньої. Кількість спроб виконання електронного тесту не більше 5. Кінцевий результат виставляється за найкращою спробою. У випадку отримання негативної оцінки тестування проводиться повторно, не раніше ніж за тиждень в установленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю.

Перевірка та апеляція результатів тестування мають буди реалізовані до наступного аудиторного заняття. Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	**Інституційна інтервальна шкала балів**	**Інституційна оцінка, критерії**		
A	4,75–5,00	**5**	Зараховано	***Відмінно*** – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	**4**		***Добре*** – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	**4**		***Добре*** – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	**3**		***Задовільно*** – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	**3**		***Задовільно*** – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	**2**	Незараховано	***Незадовільно*** – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	**2**		***Незадовільно*** – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. Що називається моделлю радіотехнічних засобів електронних комунікацій?
2. Із якими різновидами моделей радіотехнічних засобів ви зустрічались в попередніх курсах?
3. Як узагальнено класифікують моделі, наведіть основні класифікаційні ознаки узагальнених моделей?
4. Які існують класичні та некласичні способи побудови моделей?
5. Які різновиди моделей називають фізичними. Які різновиди моделей застосовують для радіотехнічних засобів?
6. Які існують методи моделювання радіотехнічних засобів електронних комунікацій?
7. Вкажіть особливості та відмінності аналітичного моделювання радіоелектронних засобів? Імітаційного моделювання? Математичного моделювання?
8. Які переваги та недоліки імітаційного моделювання електронних комунікацій?
9. Сформулюйте постановку завдання моделювання та завдання оптимізації радіоелектронних засобів?
10. Вкажіть відмінність понять таких завдань дослідження: завдання ідентифікації; завдання управління; завдання прогнозування?
11. У чому полягають основні положення системного підходу до побудови моделей радіотехнічних засобів?
12. Вкажіть основні особливості та базові технології імітаційного моделювання радіотехнічних засобів?
13. Вкажіть можливості щодо математичного моделювання радіотехнічних систем, наведіть приклади моделювання?
14. Як представляється та аналізується концептуальна модель радіотехнічних засобів та радіотехнічних систем?
15. Які характерні етапи та особливості генерації концептуальної моделі радіотехнічних засобів та систем?
16. Для яких моделей під час моделювання та оптимізації застосовують генератори випадкових значень фізичних величин?
17. Які інтегральні та диференційні закони розподілу переважно застосовують для моделювання процесів в

радіотехнічних засобах електронних комунікацій?
18. Які критерії оптимізації використовують для покращення ТТХ радіоелектронних засобів?
19. Що обумовлює визначення відповідності інтегрального закону розподілу стохастичної величини і де застосовується критерій хі-квадрат?
20. Дайте визначення задачі ідентифікації функціональної або випадкової залежності комбінованого процесу модуляції в радіотехнічних засобах.
21. Як досліднику визначити функціональну залежність між змінними моделі в радіотехнічних сигналах під час певного різновиду модуляції?
22. Використання математичних методів моделювання апроксимації, інтерполяції та екстраполяції під час моделювання передавальних характеристик радіотехнічних засобів?
23. За якими критеріями визначаються параметри функціональної залежності перетворення сигналів в радіотехнічних засобах електронних комунікацій?
24. Основи регресивного аналізу. Система умовних та нормальних рівнянь?
25. Яка мета досягається під час застосування для радіотехнічних процесів кореляційно-регресійного аналізу?
26. Застосування нормованої шкали Чеддока під час моделювання та оптимізації радіотехнічних засобів електронних комунікацій?
27. За яким критерієм можливо оцінити рівень значущості параметрів функціональної залежності перетворення сигналів в радіотехнічних засобах?
28. Опишіть суть відмінності методів гладкої та негладкої багатокритеріальної оптимізації ТТХ радіотехнічних засобів?
29. Вкажіть етапи побудови комплексної моделі часового прогнозування стабільності виконання функцій радіотехнічними засобами електронних комунікацій?

Рекомендована література

Основна

1. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І. В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2015. – 399 с.
2. Моделювання та оптимізація систем: підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Квєтний, О. І. Михальов, А. В.Усов. – Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. – 804 с.
3. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. / Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.

Допоміжна

1. Конахович Г. Ф., Мачалін І. О, Пузиренко О. Ю. Теорія електричного зв'язку : [навч. посіб.] — [2-е вид., випр. і доп.] — К. : ТОВ «НВП “Інтерсервіс”», 2013. — 368 с., іл.
2. Лосев Ю. І. Основи теорії передачі інформації : навчальний посібник / Ю. І. Лосев, С. І. Шматков ; за ред. Ю.І.Лосева. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013.– 292 с
3. Телекомунікаційні та комп’ютерні системи та мережі: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / О. С. Пивовар. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 96 с.
4. Основи цифрового зв’язку : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів телекомунікаційних напрямів підготовки / О. С. Пивовар, Л. О. Ковтун. –Хмельницький : ХНУ, 2012. – 54 с.
5. Інтегральна цілісність сигналів : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки “Телекомунікації” / О. С. Пивовар. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 33 с.

Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: https://msn.khnu.km.ua.
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=6183
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk