

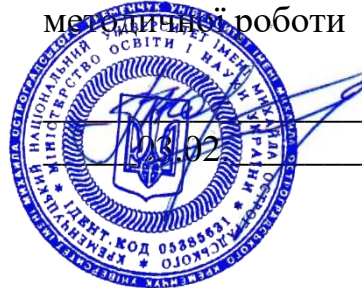
Форма № Н - 3.04у

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА
ОСТРОГРАДСЬКОГО

Навчально-науковий інститут електричної інженерії та
інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-
педагогічної та
методичної роботи



Віктор КОСТІН
2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Моделювання в електроніці»

першого (бакалаврського) освітнього рівня

спеціальності 171 «Електроніка»

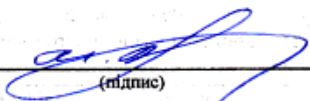
освітньо-професійної програми

«Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки»

КРЕМЕНЧУК 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання в електроніці» розроблена на основі освітньо-професійної програми «Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки», підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:
доц. каф. КІЕ, к. т. н.


(підпис)

Денис МОСЬПАН

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки», спеціальності 171 «Електроніка» протокол № 6 від «30» січня 2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми  Дмитро КУХАРЕНКО

Завідувач кафедри  Андрій ПЕРЕКРЕСТ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методичної ради інституту електричної інженерії та інформаційних технологій, протокол № 5 від «30» січня 2025 р.

Голова науково-методичної ради  Юрій ЗАЧЕПА

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,0	Галузь знань <u>17 Електроніка та телекомунікації</u> (шифр і назва)	Обов'язкова	
Модулів – 2	Спеціальність <u>171 Електроніка ОПП</u> «Технологія, обладнання та виробництво електронної техніки»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	–
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 150		4-й	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5	Освітній ступінь: бакалавр	Лекції	
		24 год.	–
		Практичні, семінарські	
		10 год.	–
		Лабораторні	
		16 год.	–
		Самостійна робота	
		100 год.	–
		Індивідуальні завдання: – – год.	
Вид контролю:			
диф. залік	–		

співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 1/2

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є формування знань щодо формулювання основних понять та припущень, які базуються на досвіді (апостеріорні), аналізу адекватності застосованих моделей, гарантованій точності обчислювальних алгоритмів та ін.

Завданням дисципліни є вироблення уміння виконання робіт з аналізу, технічних розрахунків параметрів та здійснення операцій проектування. Також необхідно виконати процедуру формалізації реальних процесів, явищ, приладів, пристроїв та ін., яка полягає у заміні реальних об'єктів на їх моделі.

Ефективність проектування визначатиметься ступенем формалізації постановки задачі, адекватністю переходу від фізичної моделі до математичного опису елементів техніки, а також обранням і розробленням методів, алгоритмів і програм виконання проектних процедур.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

отримати досвід з компетентностей:

ІК. Здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі електроніки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електроніки.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

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

СК5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

набути навички та уміння:

РН5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички

програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.

РН8. Визначати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об'єктів при розробці у комп'ютерному середовищі нових складних електронних систем та виборі оптимального рішення.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Моделювання елементів схем та конструкцій електронних пристроїв

Змістовий модуль 1. Основи моделювання

Тема 1. Модель та моделювання.

Тема 2. Математичні моделі та їх класифікація.

Тема 3. Узагальнена математична модель. *

Тема 4. Класифікація математичних моделей. *

Тема 5. Етапи побудови математичної моделі.

Тема 6. Підходи до побудови математичних моделей. *

Тема 7. Обчислювальний експеримент.

Модуль 2. Розрахункові моделі

Змістовий модуль 2. Застосування моделей для розрахунків електронних схем

Тема 8. Класифікація електронних схем за типом математичних моделей.

Тема 9. Лінійні схеми. *

Тема 10. Лінійні параметричні схеми.

Тема 11. Лінійні та нелінійні параметричні схеми.

Тема 12. Топологічні моделі електронних схем.

Тема 13. Схеми заміщення електронних кіл. *

Тема 14. Поліусні графи.

Тема 15. Топологічні матриці та рівняння. *

Тема 16. Математичні моделі компонентів електронних схем.

Тема 17. Базовий набір елементів схемних моделей. *

Тема 18. Багатополіусники.

Тема 19. Особливості опису реальних елементів схеми. *

Тема 20. Схемне моделювання.

Тема 21. Моделі біполярного транзистора в режимі малого сигналу (динамічний режим).

Тема 22. Нелінійні моделі біполярних транзисторів. *

Тема 23. Форми струмів біполярного транзистора з урахуванням його інерційності при збудженні від джерела напруги. *

Тема 24. Моделі біполярних транзисторів інструментального середовища проектування AWR MWO. *

Тема 25. Моделі польових транзисторів.

Тема 26. Особливості роботи транзисторів в режимі великого сигналу.

Тема 27. Приклад застосування моделей для аналізу та розрахунків ключа на біполярному транзисторі. *

Тема 28. Приклад застосування моделей для аналізу та розрахунків ключа на МДН транзисторі. *

Тема 29. Модель IGBT транзистора.

Тема 30. Рівняння математичної моделі IGBT.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лекцій	практ.	лаб. роб.	індив.	самост.		лекцій	практ.	лаб. роб.	індив.	самост.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1 Моделювання елементів схем та конструкцій електронних пристроїв												
Змістовий модуль 1. Основи моделювання												
Тема 1.	3	1	2	–	–	–						
Тема 2.	3	1	2	–	–	–						
Тема 3.	8	–	–	–	–	8						
Тема 4.	8	–	–	–	–	8						
Тема 5.	1	1	–	–	–	–						
Тема 6.	8	–	–	–	–	8						
Тема 7.	3	1	–	2	–	–						
Разом за змістовим модулем 1	34	4	4	2	–	24						
Модуль 2 Розрахункові моделі												
Змістовий модуль 2. Застосування моделей для розрахунків електронних схем												
Тема 8.	2	2	–	–	–	–						
Тема 9.	8	–	–	–	–	8						
Тема 10.	5	1	2	2	–	–						
Тема 11.	5	1	2	2	–	–						
Тема 12.	2	2	–	–	–	–						
Тема 13.	8	–	–	–	–	8						
Тема 14.	2	2	–	–	–	–						
Тема 15.	8	–	–	–	–	8						
Тема 16.	6	2	2	2	–	–						
Тема 17.	8	–	–	–	–	8						
Тема 18.	2	2	–	–	–	–						
Тема 19.	8	–	–	–	–	8						
Тема 20.	4	2	–	2	–	–						
Тема 21.	3	1	–	2	–	–						
Тема 22.	8	–	–	–	–	8						
Тема 23.	4	–	–	–	–	4						
Тема 24.	10	–	–	2	–	8						
Тема 25.	2	2	–	–	–	–						

Тема 26.	1	1	–	–	–	–						
Тема 27.	8	–	–	–	–	8						
Тема 28.	8	–	–	–	–	8						
Тема 29.	1	1	–	–	–	–						
Тема 30.	3	1	–	2	–	–						
Разом за змістовим модулем 2	116	20	6	14	–	76						
Разом за семестр	150	24	10	16		100						

Примітка: * – Питання для самостійного опрацювання

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання простих лінійних електронних кіл	2
2	Метод еквівалентних перетворень електронних кіл	2
3	Аналізу і розрахунки мішаного кола	2
4	Моделювання пасивних компонентів електронних кіл	2
5	Побудова еквівалентних схеми	2
	Усього	10

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Обчислювальний експеримент над математичною моделлю	4
2.	Топологічні моделі електронних схем	4
3.	Схемне моделювання	4
4.	Модель IGBT транзистора	4
	Усього	16

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Узагальнена математична модель	8
2	Класифікація математичних моделей	8
3	Підходи до побудови математичних моделей	8
4	Лінійні схеми	8
5	Схеми заміщення електронних кіл	8
6	Топологічні матриці та рівняння	8
7	Базовий набір елементів схемних моделей	8
8	Особливості опису реальних елементів схеми	8
9	Нелінійні моделі біполярних транзисторів	8
10	Форми струмів біполярного транзистора з урахуванням його інерційності при збудженні від джерела напруги	4
11	Моделі біполярних транзисторів інструментального середовища проектування AWR MWO	8
12	Приклад застосування моделей для аналізу та розрахунків ключа на біполярному транзисторі	8
13	Приклад застосування моделей для аналізу та розрахунків ключа на МДН транзисторі	8
	Усього	100

8. Методи навчання

Словесні (лекції, бесіди, пояснення, розповіді), наочні (ілюстрації та демонстрації) та практичні методи (практичні, лабораторні роботи та контрольні завдання), що за особливостями навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти базуються на пояснювально-інформативному (інформаційно-рецептивний), репродуктивному, частково-пошуковому та дослідницькому методах навчання, а також застосовується метод проблемного виконання.

9. Методи контролю

Облік відвідування, опитування, захист лабораторних робіт, виконання практичних завдань, комплекти тестових завдань для проведення поточного та підсумкового контролю.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Вид занять, складові контролю	Бали
Поточний контроль	
Лекційні заняття: відвідування, наявність конспекту та активність	10
Практичні заняття: відвідування, активність, опитування, виконання індивідуальних завдань, перевірка самостійної роботи	30
Лабораторні роботи: підготовка, опрацювання результатів та оформлення звіту, захист	40
Підсумковий контроль	
Підсумковий тест (залік)	20
Підсумок	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за 100-бальною шкалою	Оцінка в ECTS	Значення оцінки ECTS	Критерії оцінювання	Рівень компетентості	Оцінка за національною шкалою
					іспит, диференційований залік
90-100	A	відмінно	Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили	Високий (творчий)	відмінно
82-89	B	дуже добре	Студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна	Достатній (конструктивно-варіативний)	добре
74-81	C	добре	Студент вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок		

64-73	D	задовільно	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих	Середній (репродуктивний)	задовільно
60-63	E	достатньо	Студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання семестрового контролю	Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу	Низький (рецептивно-продуктивний)	незадовільно
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням залікового кредиту	Студент володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів		

11. Рекомендована література

Базова

1. Бондаренко І. М., Свідерська Л. І., Грицунов О. В. Моделювання в електроніці: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2020. 163 с.

2. Балтовський О. О., Форос Г. В, Сіфоров О. І. Основи математичного моделювання / За заг. ред. д. т. н., доц. О.А. Балтовського. Одеса, 2023. 125 с.

3. Зіньковський Ю. Ф., Коваль А. В. Комп'ютерне схемотехнічне моделювання елементів радіоелектроніки. Ч. 2. Київ, 2013. 376 с.

4. Моделювання в електроніці: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 118 с.

5. Лебедєв О. М. Моделювання у науково-технічних дослідженнях. Київ: «Вища школа», 2019. 224 с.

6. Гусев, А. В., Гусев С. В. Математичне моделювання в техніці. Київ:

Юрайт, 2023. 352 с.

7. Моделювання в електроніці: підручник / А. В. Переверзєв, В. І. Бойко, А. А. Зорі, В. П. Тарасюк, О. В. Вовна, В. В. Багрій та ін. 2-ге вид., доповн. і переробл. Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2010. 352 с.

8. Уривський Л. О., Мошинська А. В., Осипчук С. О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 202 с.

9. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування: навч. посіб. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.

10. Мар'ян М., Юркович Н., Шебень В. Інноваційні технології комп'ютерного моделювання фізичних та інформаційних процесів. Синергетика інформаційно-комунікаційних систем. Presov: University of Presov Publishing, 2019. 120 с.

11. Моделювання та аналіз цифрових схем. Підручник / Є. З. Маланчук, В. В. Макаренко, В. М. Співак, Г. Г. Власюк, А. В. Рудик. Рівне: НУВГП, 2018. 463 с.

12. Математичне моделювання в техніці: підручник для вузів / В. С. Зарубін [та ін]; за ред. В. С. Зарубіна. К. КМУЦА, 2020. 496 с.

13. Введення в математичне моделювання: навчальний посібник / В. Н. Ашихмін [та ін]; за ред. П. В. Трусова. Київ: «Вища школа», 2015. 440 с.

14. Махней О. В. Математичне моделювання: навчальний посібник. Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2015. 372 с.

15. Батаєв О. П., Ковтун І. В., Корольова Н. А. Теорія електричного зв'язку: Навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2010. 630 с.

16. Цифрова схемотехніка електронних систем. Підручник / В. І. Бойко, В. Я. Жуйков, В. М. Співак, А. А. Зорі, В. В. Багрій, Т. О. Терещенко. 3-тє вид. допов. і переробл. Київ: Вища школа, 2010. 426 с.

17. Макаренко В. В., Співак В. М. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз. Навчальний посібник. Київ: НТУУ

«КПШ», 2016. 314 с.

18. Мосьпан Д. В., Кухаренко Д. В., Юрко О. О. Електронні та оптоелектронні прилади. Збірник задач: навчально-методичний посібник. Кременчук: ТОВ «Кременчуцька міська типографія», 2023. 136 с.

19. Моделювання в електроніці: навчально-методичний посібник / К. В. Огородник, Б. П. Книш, П. М. Ратушний, О. О. Лазарєв. Вінниця: ВНТУ, 2017. 118 с.

20. Глотов А. Ф. Математичне моделювання електронних схем: навч. посібник. Тернопіль: ТПУ, 2011. 154 с.

21. Бахрушин В. Є. Математичні основи моделювання систем: навч. посібник. Запоріжжя: КПУ, 2009. 286 с.

22. Рябенський В. М., Жуйков В. Я., Гулий В. Д. Цифрова схемотехніка: навч. посібник. Львів: «Новий світ-2000», 2009.

23. Кофанов В.Л. Математичні та схемотехнічні основи цифрових пристроїв: навч. посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. 165 с

24. Семеренко М. М. Автоматизоване моделювання елементів електронної техніки. Вінниця: ВДТУ, 2001. 85 с.

Додаткова

1. Мосьпан Д. В., Юрко О. О., Перекрест А. Л., Кухаренко Д. В., Вадурін К. О. Комп'ютеризований практикум з моделювання фізичних процесів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Кременчук : КрНУ, 2022. Випуск 6 (137).

2. Бойко О. С., Воробйов В. М., Гаврилов О. В. Математичне моделювання процесу управління якістю продукції. *Вісник НТУ «ХПШ». Серія: Машинобудування та матеріалознавство.* 2022. № 1. С. 101–108.

3. Зіньковський Ю. Ф., Коваль А. В. Макромодель тунельного діода в системах схемотехнічного моделювання. *Вісник Національного технічного університету України «КПШ». Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування.* 2014. №59. С. 85–92.

4. Прокопенко І. Г., Корнільєв Е. А., Тарасенко С. А. Математичні моделі в обрахунках на ЕОМ: конспект лекцій. Київ: КМУЦА, 2000. 67 с.

5. Мосьпан Д. В., Мосьпан В. О. Окремі аспекти застосування електроніки в медицині. *Prospects and priorities of research in science and technology : Collective monograph*. Czech technical University in Prague. Riga : Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2020. Vol. 2. 320 p. ISBN 978-9934-26-008-7. DOI: 10.30525/978-9934-26- 008-7.2-8.

6. Мосьпан Д. В., Фомовська О. В. Оцінка ефективності моделі параметричного синтезу для вибору елементної бази систем управління технологічними процесами виробництва РЕА. *Modern engineering research: topical problems, challenges and modernity: Collective monograph*. Riga : Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2020. 524 p. ISBN 978-9934-588-47-1. DOI: 10.30525/978-9934-588-47-1.12.

7. Невлюдов І. Ш., Мосьпан Д. В., Роменський В. І. До питань адаптації математичних моделей для систем управління технологічним процесом холодного листового штампування. *Науково-технічний журнал «Технологія приладобудування»*. Харків, 2020. 1. С. 3–7.

8. Невлюдов І. Ш., Невлюдова В. В., Мосьпан Д. В., Демська Н. П. Модель параметричного синтезу для вибору елементної бази при проектуванні систем управління технологічними процесами формоутворення. *Науково-виробничий журнал «Електромеханічні і енергозберігаючі системи»*. Кременчук: КрНУ, 2019. Випуск 4 (48). С.35–44. DOI: 10.30929/2072-2052.2019.4.48.