

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра

мікро- та наноелектроніки
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма:

Якість, стандартизація та сертифікація
(назва освітньої програми)

Спеціальність:

152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка
(найменування спеціальності)

Галузь знань:

15 Автоматизація та приладобудування
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти:

бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
мікро-та наноелектроніки
(найменування кафедри)

Протокол №1 від 17.08.2021 р.

м. Запоріжжя 2021

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Комп'ютерне моделювання Навчальна дисципліна вибіркової компоненти
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Василенко О. В., к.т.н., доцент, доцент Мікро- і наноелектроніки
Контактна інформація викладача	Робочий телефон: +380617698367, телефон викладача: 0952394162, e-mail: traven03@yahoo.com
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно до розкладу занять
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 135 годин кредитів – 4,5 кредити ЄКТС розподіл годин: 30 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 14 годин практичних, 77 годин самостійна робота, вид контролю – екзамен
Консультації	Згідно з графіком консультацій https://zp.edu.ua/kafedra-mikro-ta-nanoelektroniki
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни: «Українська мова», «Теорія електричних і електронних кіл», «Обчислювальна техніка та програмування» Постреквізити Дисципліна: «Проектування вимірювальних систем»	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
Комп'ютерне моделювання (КМ) – це курс теоретично-практичного спрямування, що поєднує в собі теорію математичного моделювання із її практичним застосуванням при аналізі автоматизованих вимірювальних систем. Вивчення навчальної дисциплін «Комп'ютерне моделювання» дозволить студентів приймати обґрунтовані рішення при подальшому проектуванні та вдосконаленні систем автоматичного регулювання (САР) та інформаційно-вимірювальних систем (ІВС). загальні компетентності: К01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях. К02. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. К03. Здатність спілкуватися іноземною мовою. К04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. фахові компетентності: К14. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи. К16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань. К17. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструювання модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів. Очікувані програмні результати навчання: ПРО1. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки. ПРО2. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту. ПРО6. Вміти використовувати інформаційні технології при розробці програмного	

забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації.

ПРО9. Розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання.

ПРО12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів, в тому числі шляхом математичного моделювання.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

підготовка спеціалістів, що зрозуміли і засвоїли основні моделі приладів та пристроїв електроніки та основних алгоритмів моделювання електронних схем. Це дозволить майбутнім спеціалістам приймати оптимальні схемні рішення при автоматизованому проектуванні пристроїв та систем вимірювальної техніки. В результаті вивчення дисципліни студенти мають навчитися вибирати по критеріям необхідне програмне забезпечення для кожного етапу проектування інформаційно-вимірювальних систем, та проводити всебічний аналіз САК, САР та ІВС.

5. Завдання вивчення дисципліни

Пізнавальні – є освоєння принципів математичного, комп'ютерного моделювання систем вимірювальної техніки.

Практичні – сформувати практичні навички дослідження шляхом моделювання інформаційно-вимірювальних систем (ІВС).

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Моделінг засобів ІВТ

Вступ. Цілі та задачі дисципліни. Вимоги до студентів. Література. Макетування та математичне моделювання.

Тема 1. Моделінг на різних рівнях абстракції.

Етапи та рівні проектування та ступінь абстрагування від фізичних властивостей реальних об'єктів. Мультидоменне моделювання. Каузальний та акаузальний підходи в моделінгу. Програми для моделювання та проектування на різних рівнях абстракції. Програми наскрізного проектування. Ланка САЕ-CAD-CAM. Універсальні математичні процесори CAS. Зручність ECAD для мультидоменного моделювання ІВТ. Структура, можливості ECAD.

Тема 2. Моделі приладів ІВТ на мікро-рівні.

Моделі аналогових приладів для програм ECAD: схема заміщення, набір параметрів.

Моделі резисторів, ємностей та індуктивностей. Нелінійні пасивні елементи. Закони Ома та Кірхгофа, схеми заміщення та аналітичні рівняння моделей різного ступеню точності та діапазону частот. Параметричні залежності. Універсальні та спеціалізовані моделі напівпровідникових елементів. Еквівалентні схеми й параметри. Особливості моделей цифрових схем: алгоритми, засоби сполучення із аналоговою частиною схеми.

Тема 3. Макромоделі функціональних блоків САР/САК/ІВС.

Класифікація та принцип побудови макромоделей. Макромоделі пасивних елементів. Визначення та фізичний сенс параметрів. Модель довгої лінії. Еквівалентна схема моделі. Визначення та фізичний сенс параметрів. Макромодель затримки Delay. macro. Макромоделі блоків, що реалізують математичні функції. Макромоделі блоків, що задають передаточну характеристику (статику). Макромоделі блоків, що задають динамічні характеристики (PID та PWM регулятори/контролери). Макромоделі структурних блоків ІВС/САК.

Змістовий модуль 2. Симуляція ІВТ

Тема 4. Програми акаузального моделювання.

Загальні підходи до симуляції. Основні вимоги до симуляції: точність, універсальність, економічність (витрати часу/пам'яті). Каузальний та акаузальний підходи в симуляції.

Базиси рівнянь математичних моделей для різних ієрархічних рівнів моделювання. Способи спрощення моделей при переході між ієрархічними рівнями та рівня для спрощення симуляції. Математично-програмні засоби організації обчислень. Способи розв'язання алгебраїчних, алгебро-диференціальних, лінійних та нелінійних, з комплексними коефіцієнтами рівнянь та систем рівнянь.

Неявний алгоритм – послідовна дискретизація та лінеаризація рівнянь моделей. Формування та обробка вихідних даних в постпроцесорі.

Види та методика аналізу IBC в програмах ECAD.

Тема 5. *Програми каузального моделювання.*

Поведінкові алгоритми. Інтерпретаційний та компіляторний підходи. Стандартні підходи до дослідження IBC та САК в програмах CAE. Редактори фільтрів, PID та лінійних систем. Проблеми обирання підходу до симуляції в CAS. Підходи до моделювання в MathCAD. Спеціалізовані надбудови в Matlab (Simulink). Мова блочних діаграм, готові програмні рішення для підсистем IBC, CAP та САК.

Тема 6. *Оптимізація та автоматизований синтез.*

Синтез, аналіз та оптимізація як етапи циклічного проектування. Ступінь автоматизації етапів проектування. Роль моделювання в проектуванні IBC.

Структурна та параметрична оптимізація (синтез). Особливості оптимізації на системному та структурному рівні дослідження систем. Концептуальні моделі. Евристичні методи. Алгоритми параметричної оптимізації. Роль багатоваріантного аналізу/моделювання в оптимізації.

Заключна. *Перспективи розвитку моделювання.*

Критерії якості моделювання. Адекватність та точність. Похибка обчислень. Збіжність та тривкість обчислень. Тривкість алгоритму, жорсткість моделей Контроль похибки. Алгоритмічні збої та методи їх усунення. Розвиток програм, методів, бібліотек моделей та алгоритмів моделювання. Критерії обирання засобів моделювання. Приклади адаптації нових моделей та вбудови до бібліотек. Розгляд питань на екзамен.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Вступ.	лекція	2
1	Математичний базис моделювання на мікро-рівні.	Практичне заняття	2
2	Моделінг на різних рівнях абстракції.	лекція	2
2	Дослідження інтерфейсів і можливостей ECAD	Лабораторна робота	2
3	Моделінг на різних рівнях абстракції.	лекція	2
3	Математичний базис моделювання на макро-рівні.	Практичне заняття	2
4	Моделі приладів IBT на мікро-рівні.	лекція	2
4	Моделі елементів IBT. Моделінг систем	Лабораторна робота	2
5	Моделі приладів IBT на мікро-рівні.	лекція	2
5	Аналітичні методи аналізу IBT.	Практичне заняття	2
6	Макромоделі функціональних блоків CAP/CAK/IBC.	лекція	2
6	Моделі блоків IBT. Симуляція, структурний підхід	Лабораторна робота	2
7	Макромоделі функціональних блоків CAP/CAK/IBC.	лекція	2
7	Графічний аналіз стійкості САК .	Практичне заняття	2
7	Змістовний модуль 1	тестування	1
8	Програми каузального моделювання.	лекція	2
8	Моделі блоків IBT. Симуляція, системний підхід	Лабораторна робота	2
9	Програми каузального моделювання.	лекція	2
9	Аналіз точності моделі.	Практичне заняття	2
10	Програми акаузального моделювання.	лекція	2
10	Дослідження інтерфейсів і можливостей CAE	Лабораторна робота	2

11	Програми акаузального моделювання.	лекція	2
11	Методи формування математичної моделі системи.	Практичне заняття	2
12	Оптимізація та автоматизований синтез	лекція	2
12	Проектування пристроїв та систем IBT в САЕ	Лабораторна робота	2
13	Оптимізація та автоматизований синтез	лекція	2
13	Евристичні методи оптимізації.	Практичне заняття	2
14	Перспективи розвитку моделювання.	лекція	2
14	Оптимізація IBT	Лабораторна робота	2
15	Змістовний модуль 2	тестування	1

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1, 2	Програми для аналізу пристроїв та систем IBT, класифікація. Мови моделювання «всього». Мова BondGraphs.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
3, 4	Моделювання пристроїв та систем IBT в MathCAD. Моделювання пристроїв та систем IBT в MatLab Simulink	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
5,6	Моделювання мехатронних систем Макромоделювання електронних пристроїв IBT	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
7	Змістовний модуль 1. Моделінг засобів IBT	Підготовка до тестування	5	Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання (тест 1).
8, 9	Синтез нових моделей IBT	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
10,11	Конструкторське проектування і моделювання в Proteus	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
12,13	Методика параметричної оптимізації	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
14	Перспективи розвитку моделювання IBT	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
15	Змістовний модуль 2. Симуляція IBT	Підготовка до тестування.	6	Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання (тест 2).

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (не менш ніж 2 години на тиждень або за попередньою домовленістю);
- використання системи дистанційного навчання Moodle:
<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=2861>;
- листування за допомогою електронної пошти traven03@yahoo.com (у форматі 24/7 кожного дня);
- відеозустріч в системі Zoom Meeting, аудіоспілкування або повідомлення у сервісах Viber та Telegram (за графіком консультацій викладача);
- спілкування по телефону (за графіком консультацій викладача).с

9. Система та критерії оцінювання курсу

Оцінка знань студентів здійснюється за кредитно-модульною системою. Навчальний семестр складається з двох змістових модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовий модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістові модулі. Студент має право додатково скласти іспит за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому трьох змістових модулів та іспиту.

Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС – A, B, C, D, E, FX, F). Оцінка «відмінно» виставляється студентові за повне та відмінне виконання завдання без, або з незначною помилкою. Оцінка «добре» – за правильне виконання завдання але з деякими помилками. Оцінка «задовільно» – за виконання завдання в достатньому обсязі зі значною кількістю недоліків, або в мінімальному обсязі. Оцінка «незадовільно» виставляється студентові, який не виконав завдання або його обсяг недостатній та містить грубі помилки

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85 – 89	B	добре	
75 – 84	C		
70 – 74	D	задовільно	
60 – 69	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1 – 34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовий модуль оцінюється за 100- бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовому модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 10 балів (3 лабораторні роботи по 10 балів = 30 балів);
- робота на практичних заняттях оцінюється до 10 балів (4 практичних заняття по 10 балів = 40 балів);
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 30 балів.

Під час контролю по другому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та

відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 10 балів (4 лабораторні роботи по 10 балів = 40 балів);
- робота на практичних заняттях оцінюється до 10 балів (3 практичних заняття по 10 балів = 30 балів);
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 30 балів.

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за змістові модулі.

Якщо студент додатково складає екзамен, то оцінювання враховує наступні критерії:

1. Студент отримує два теоретичних питання, які потребують змістової відповіді, кожне з них оцінюється від 0 до 30 балів;

- 30-25 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення;
- 24-20 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття або поверхово проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення;
- 19-10 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення;
- 9-0 балів отримують студенти, які частково і поверхово визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

2. Студент також отримує задачу, яка має продемонструвати його навички в практиці моделювання, яке оцінюється в 40 балів максимум.

- 40-35 балів отримують студенти, які правильно зібрали схему для моделювання (моделінг), сформулювали завдання на аналіз та отримали адекватні результати симуляції;
- 34-30 балів отримують студенти, які правильно зібрали схему для моделювання, але отримали не точні результати симуляції;
- 29-20 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки на етапі моделінгу, або отримали не точні результати симуляції;
- 19-0 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки на етапі моделінгу та не отримали адекватних результатів симуляції.

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістових модулів та іспиту.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна оцінюється також за 100-бальною шкалою.

Під час підсумкового контролю (іспиту) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті двох лабораторних робіт студента оцінюється до 40 балів всього;
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуальної роботи студента оцінюється до 40 балів;
- тестування в системі Moodle (до 10 балів кожне).

10. Політика курсу

Політика щодо академічної доброчесності.

Складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб.

Надавати для оцінювання лише результати власної роботи.

Не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів.

Не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів

Політика щодо відвідування аудиторних занять (особиста присутність студента).

Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний

матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформулювати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (сервіс Moodle) з подальшим захистом. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік, інше) аудиторні види занять та завдань також можуть бути трансформовані в систему дистанційного навчання.

Політика щодо дедлайнів.

Студент зобов'язаний дотримуватись крайніх термінів (дата для аудиторних видів робіт або час в системі дистанційного навчання), до яких має бути виконано певне завдання. За наявності поважних причин (відповідно до інформації, яку надано деканатом) студент має право на складання індивідуального графіку вивчення окремих тем дисципліни.

Політика щодо оскарження результатів контрольних заходів.

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються.

Політика щодо дотримання прав та обов'язків студентів.

Права і обов'язки студентів відображено в Положенні про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка»

<https://zp.edu.ua/normativna-baza-navchalnogo-procesu>

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних.

Обмін персональними даними між викладачем і студентом в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>). Стаття 10, п.3.