



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Програмовані мікро- та наносистеми

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка,
176 – Мікро- та наносистемна техніка

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія

Кафедра

Мікро- та наноелектроніки (167)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Вибіркова, Вирівнювальна підготовка

Семестр

1

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Зайцев Роман Валентинович

roman.zaitsev@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, доцент, старший дослідник, завідувач кафедри

Має більш ніж 300 наукових та навчально-методичних праць, з них 67 у виданнях включених до наукометричних баз Scopus та Web of Science, 2 монографії, 2 підручники, 4 навчальні посібники та 12 патентів України на корисну модель. Керівник та виконавець більш ніж 10 науково-дослідних робіт в сфері сонячної енергетики.

Основні дисципліни:

- «Оптоелектронні прилади та матеріали»;
- «Розробка новітніх конструкційно-технологічних рішень та методи атестації перетворювачів енергії сонячного випромінювання»;
- «Плівкові оптоелектронні приладові структури»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Надання студентам теоретичної бази знань з основ побудови мікро- та наносхем з програмованими структурами, вивчення їх принципів дії, характеристик та параметрів, застосування досягнень сучасної мікро- та наноелектроніки в високопродуктивних комп'ютеризованих системах, системах діагностики та керування, інформаційних системах і медичному електронному обладнанні.

Мета та цілі дисципліни

Набуття знань про теоретичні та технологічні основи побудови мікро- та наносхем з програмованими структурами і перспективи розвитку сучасної мікро- та наноелектроніки; набуття теоретичних і практичних знань з принципів дії, характеристик і параметрів мікро- та наносхем з програмованими структурами і автоматизованих методик проектування пристроїв на

їх основі; засвоєння методики набуття знань і формування навичок роботи з літературою та іншими джерелами інформації.

Формат занять

Лекції, лабораторні та практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

СК1. Здатність обґрунтовано обирати, застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

СК3. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові й технічні методи для вирішення науково-технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки, оцінювати отримані результати.

СК6. Здатність розробляти й реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

Результати навчання

РН1. Формулювати й розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем, а також мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

РН2. Визначати напрями, розробляти й реалізовувати проекти створення та модернізації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем, а також виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, а також мікро- та наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН7. Будувати й досліджувати фізичні, математичні й комп'ютерні моделі об'єктів та процесів електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, а також мікро- та наноелектроніки.

РНс2.2. Визначати режими роботи пристроїв мікро- та наносистемної техніки для забезпечення максимальної ефективності систем відновлюваної генерації, зокрема фотоелектричних.

РНс2.3. Визначати напрями модернізації технологічних аспектів виробництва пристроїв мікро- та наносистемної техніки для систем відновлюваної генерації, зокрема фотоелектричних.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Без пререквізитів.

Для успішного опанування курсу необхідно мати знання та практичні навички з основ програмування, володіти навичками безпечної професійної діяльності та навичками провадження дослідницької та практичної діяльності при вирішенні наукових та практичних проектів.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Теоретичний аналіз наукових джерел, робота в малих групах, практичні вправи.

При вивчення навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, метод проблемного викладу, дослідницький метод. Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному вирішенні задач, роботі з навчальною літературою для опанування фундаментальних, загально технічних і професійних основ спеціальності та специфіки майбутньої роботи випускника.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Історичний огляд, перспективи і прогнозування розвитку мікро- та наносхем з програмованими структурами.

Теоретичні і технологічні основи побудови мікро- та наносхем з програмованими структурами. Проблеми спеціалізації та універсальності мікро- та наноелектронних пристроїв. Алгоритмізація функціонування програмованої логічної інтегральної схеми (ПЛІС), програмованість, зворотні та незворотні структури. Зміни програмованих структур.

Тема 2. Надмірність апаратної частини ПЛІС та можливості програмування.

Додаткові елементи налаштування та інформаційні кола. Багатофункціональність та уніфікація номенклатури ПЛІС. Налаштування ПЛІС на етапах виготовлення мікро- та нанопристроїв.

Тема 3. Програмування мультиплексорів в якості універсальних логічних елементів.

Багатофункціональні мультиплексорні комутуючі пристрої, які реалізують довільні функції алгебри логіки. Програмування та налаштування інформаційних чи адресних входів. Обмеження налаштувань та деревоподібні мультиплексорні програмовані структури. Функції налаштування та залишкові функції програмованих мультиплексорних структур. Прямі та зворотні переходи багатофункціональність-універсальність при програмуванні мультиплексорних пристроїв.

Тема 4. Узагальнена структурна схема ПЛІС.

Диз'юнктивна форма функцій алгебри логіки для технічної реалізації ПЛІС. Призначення вхідних буферних пристроїв ПЛІС. Проміжні блоки кон'юнкцій та диз'юнкцій. Налаштування матриць проміжних блоків, вибір постійних та програмованих структур блоків. Вихідний буфер з програмованим виходом вибірки.

Тема 5. Застосування перепрограмованих запам'ятовуючих пристроїв (ППЗП) в якості ПЛІС.

Архітектура ППЗП та роль дешифратора як програмованої матриці І. Комутуючі функції матриці АБО. Реалізація функцій алгебри логіки на ППЗП у вигляді повністю диз'юнктивної нормальної форми без застосування алгоритмів мінімізації. Вимоги однозначності до вхідних аргументів. Табличні методи програмування ППЗП. Алгоритми перетворення алгебраїчних функцій для реалізації мікро- та наноелектронних пристроїв з використанням ППЗП. Параметри налаштування максимальної швидкодії ППЗП. Апаратна надмірність ППЗП. Реалізація цифрових автоматів на ППЗП. Вимоги до параметрів розрядності ППЗП, необхідні для розробки заданого алгоритму функціонування цифрових автоматів.

Тема 6. Програмована матрична логіка (ПМЛ).

Шляхи зменшення апаратної надмірності ППЗП при використанні ПМЛ. Відповідність входів та виходів ПМЛ. Обмеження алгоритмів програмування матриці І при жорстко заданих зв'язках матриці АБО. Переваги та недоліки ПМЛ. Вимоги до можливостей змін зв'язків яв в матриці І, так і в матриці АБО. Обмеження програмування ПМЛ. Порівняння архітектур побудови ПЛМ та ПМЛ. Технології програмування з перепаленням та переплавленням легких перемичок, ультрафіолетовий та електричний перезапис інформації. Методи розширення функціональних можливостей ПЛМ та ПМЛ. Вмикання кіл зворотного зв'язку. Розробка спеціалізованих ПЛМ та ПМЛ.

Тема 7. Квантові однорідні структури.

Однорідні універсальні структури з гуртовою поведінкою комірок. Визначальні властивості цього класу структур: залежність стану та функції, що реалізуються коміркою, від зовнішніх сигналів налаштування та сигналів від оточуючих на відстані ефективного тривимірного радіусу впливу комірок. Структури комірок з індивідуальною поведінкою. Залежність побудови однорідної структури від кількості логічних та з'єднаних функцій кожної складової комірки.

Тема 8. Схемотехніка квантових коміркових автоматів.

Схемотехніка квантових коміркових автоматів (КА) як однорідних структур з гуртовою поведінкою комірок. Технологічні особливості формування квантових острівців (точок, штучних

молекул, кластерів) на нанорозмірних діелектричних підкладках. Класифікація квантових коміркових структур: за зміною конфігурацій та конформацій (цис-, транс-) органічних молекул, за електронним/магнітним збудженнями та за орієнтацією спінів (спінова конверсія). Створення КА на базі одиночних органічних молекул для комірок пам'яті, логічних елементів та випромінювачів/приймачів світла. Мономолекулярні КА - перспективні елементи наноелектроніки.

Тема 9. Схемотехніка наноприладів на базі КА.

Гране- та кутоцентровані квантові нанопровідники. Різновиди інверторних схем заперечення НІ: інверторний нанопровідник зі зміною орієнтації комірок на 45° , нанопровідник для одночасної передачі прямого та інвертованого сигналів, наноінвертори зміщення та завадостійкий наноінвертор з розгалуженням масивів КА. Універсальний мажоритарний елемент (МЕ) на КА. Програмування квантових МЕ для реалізації логічних операцій І, АБО та НІ. Напівсуматори та одно розрядні суматори на КА та проблеми синхронізації їх роботи при виконанні логічних операцій переносу кодів до старших розрядів. Мультиплексори та демюльтиплексори на КА. Послідовні тригерні схеми на базі КА. Умови та проблеми створення зворотніх зв'язків при розробці послідовних схем з пам'яттю. Моделювання часових характеристик за допомогою комп'ютерної системи QCA- Designer.

Тема 10. Схемотехніка нанопристроїв з програмованими характеристиками.

Проблеми створення універсальних та спеціалізованих наносхем великого ступеня інтеграції. Узагальнена структурна схема програмованих логічних схем (ПЛІС). Принципові варіанти налаштування ПЛІС: 1) постійна структура матриці елементів І та програмована структура матриці АБО (перепрограмовані запам'ятовуючі пристрої (ППЗП)); 2) програмована структура матриці І та постійна структура матриці АБО (програмована матрична логіка (ПМЛ)); 3) програмовані структури як матриці І так і матриці АБО (програмовані логічні матриці (ПЛМ)).

Тема 11. Квантові елементи пам'яті на базі нанотранзисторів зі структурою МОН.

Технологія формування запам'ятовуючих пристроїв (ЗП) на квантових точках. Кремнієвий двозатворний одноелектронний транзистор (ОЕТ) на ізоляторі (КНІ) з енергозалежною пам'яттю (ЕНП) на квантовій точці пам'яті (КТП). Ефект пам'яті заряду-розряду КТП після прикладання напруг запису/лічіння на другий керуючий затвор ПМЛ та ПЛМ з ЕНП на чотирьох КТП. Варіанти програмування цих схем для створення широкого спектру логічних нанoeлементів. Елементарні запам'ятовуючі нанoeлементи (ЕЗЕ) на базі накопичуючих нанорозмірних конденсаторів, ОЕТ з ЕНП (DRAM) та комплементарних ОЕТ (EPROM).

Тема 12. ПЛІС з комбінованою архітектурою (FLEX - Flexible Logic Element matrix).

Структура мікросхем сімейства FLEX. Функціональні блоки. Система комутації ПЛІС FLEX. Структура логічних елементів ПЛІС FLEX. Структура вбудованих блоків пам'яті. Елементи введення/виведення. Використання ПЛІС FLEX.

Тема 13. Програмовані системи на кристалі (SOC- System On Chip).

Основні відомості про ПЛІС SOC. Основні поняття, класифікація. Однорідні та блочні системи на кристалі. ПЛІС з вбудованими мікропроцесорними ядрами. Внутрішньокристалльні шини. Шина Core Connect. Використання ПЛІС SOC.

Теми практичних занять

Тема 1. Загальні характеристики мікроконтролерів.

Тема 2. Робота з системою AVR Studio.

Тема 3. Моделювання модулів мікроконтролерів у пакеті Proteus.

Тема 4. Дослідження команд пересилання, арифметичних, логічних команд та роботи з окремими бітами.

Тема 5. Дослідження команд передачі керування, виклику та повернення з підпрограм.

Тема 6. Дослідження оновленого списку команд сучасних контролерів.

Тема 7. Моделювання роботи цілісної системи.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Планування розробки системи. Аналіз вимог і моделювання.

Тема 2. Специфікація вимог. Прототипування і спільна розробка.

Тема 3. Системне проектування апаратного рішення.

Тема 4. Проектування програмної системи.

Самостійна робота

Самостійна робота студентів складається з опрацювання лекційного матеріалу, підготовки до лабораторних робіт, опанування особливостей програмування програмованих логічних інтегральних схем. Студентам також рекомендовано додаткові матеріали (посібники, методичні вказівки) для самостійної роботи.

Індивідуальне завдання – розрахункове завдання

Вихідні дані: за варіантом

Обсяг: 5-10 с.

Термін подачі: 16-й тиждень.

Оцінюється повнота та точність розрахунків, оформлення роботи.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Сергієнко А.М. Багатопроцесорні системи на ПЛІС. Підручник. К.: Політехнік, 2017.- 127с.
2. Матвійків М.Д. Елементи та компоненти електронних пристроїв. Підручник. Львів: 2016.- 496с.
3. Бондаренко І.М. Сучасна компонента база електронних систем. Навчальний посібник. Харків, ХНУРЕ: 2020.- 268с.
4. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз. Електронний навчальний посібник І В.В. Макаренко, В.М. Співак, -К.: НТУУ "КПІ", 2015. -314 с. іл.

Додаткова література:

1. Цифрова схемотехніка електронних систем. Підручник/ В.І., Бойко, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі, В.В. Багрій, В.М. Співак, Т.О. Терещенко. 3-те вид. допов. і переробл.-К.: Вища школа, 2010. -426 с. (гриф надано МОН України -протокол No 1.4/18-Г-414 від 14.02.2008 р.).
2. Мельник О.С. Компоненти мікро- та наноелектроніки. Конспект лекцій. - К.: Каф. електроніки ІАН НАУ, 2013. -191 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка складається із наступних обов'язкових частин:

1. Звіти з лабораторних робіт 1-4 - 5 балів кожний (20%).
2. Звіти з практичних занять 1-7 - 5 балів кожний (35%).
3. Індивідуальне завдання - 25 балів (25 %)
4. Екзамен - 20 балів (20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

28.08.23



Завідувач кафедри
Роман ЗАЙЦЕВ

28.08.23



Гарант ОП
Костянтин МАХОТІЛО