



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Комп'ютерне моделювання фізичних та технологічних процесів мікро- та наноелектроніки

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



Кіріченко Михайло Валерійович

Mykhailo.Kirichenko@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший дослідник, доцент кафедри мікро- та наноелектроніки НТУ «ХПІ».

Стаж роботи 16 років. Автор понад 200 наукових і навчально-методичних праць. Провідний викладач дисциплін: «Кристалічні сонячні елементи», «Комбіновані фотоенергетичні установки», «Вакуумна техніка», «Основи електронного захисту» та ін.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на здобуття теоретичних і практичних знань щодо сучасних методів математичного та комп'ютерного моделювання систем і процесів, які використовуються в системах мікро- та наноелектроніки. В ході навчання студенти дізнаються, як створювати імітаційні моделі, інтерпретувати отримані результати моделювання, використовувати отримані результати для досягнення поставлених цілей дослідження або проектування, розвивають навички праці з пакетами прикладних програм.

Мета та цілі дисципліни

Формування у студентів практичних навичок математичного моделювання фізичних процесів та сучасних методів чисельного розв'язку. Основними завданнями навчальної дисципліни є вироблення у студентів навичок комп'ютерного моделювання фізичних процесів та явищ при дослідницькій та педагогічній роботі за фахом.

Формат занять

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

Компетентності

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.

СК4. Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності.

СК7. Здатність проектувати та впроваджувати ефективні, надійні й безпечні, зв'язані з мережею та автономні електрогенеруючі установки й станції, що використовують відновлювані джерела енергії, зокрема фотоелектричні.

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.

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

РН12. Застосовувати наявне та опанувати нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, а також мікро- та наноелектронних системах.

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

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Без пререквізитів.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Теоретичний аналіз наукових джерел, створення власного технічного проекту, робота в малих групах, практичні вправи.

Дисципліна побудована на розгляді практичних рішень та проектів для промислових об'єктів України з урахуванням розгляду світових досягнень і рішень у сфері відновлюваної енергетики. В рамках самостійної роботи студентам пропонується розрахунково-графічна робота, яка дозволить сформулювати індивідуальні навички проектування завершених рішень для подальшої професійної діяльності.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ

Історія розвитку комп'ютерного моделювання. Області застосування комп'ютерного

моделювання. Завдання, які вирішуються з допомогою комп'ютерного моделювання. (2 год.)

Тема 2. Сфери застосування комп'ютерного моделювання.

Сфери застосування комп'ютерного моделювання. Відтворення різного роду процесів у різних сферах діяльності людини: екологія, геофізика, транспорт, електроніка та електротехніка, економіка, архітектура, промисловість, медицина, наука. (2 год.)

Тема 3. Методологія моделювання.

Імітаційне комп'ютерне моделювання. Особливості побудови моделі та етапи її розробки. (2 год.)

Тема 4 Застосування комп'ютерного моделювання для дослідження, оптимізації та проектування реальних технологічних процесів

Застосування комп'ютерного моделювання для дослідження, оптимізації та проектування реальних технологічних процесів. Особливості застосування спеціалізованих комп'ютерних програм. Спеціалізовані графічні середовища. Використання програм 3ds Max, Simulink, MatLab, MathCAD. (2 год.)

Тема 5. Застосування результатів комп'ютерного моделювання

Аналіз та опрацювання результатів комп'ютерного моделювання. Оформлення та представлення результатів. (2 год.)

Тема 6. Стохастичні та імовірнісні моделі.

Стохастичні моделі. Метод Монте-Карло Безперервно-стохастичні моделі. Основи теорії масового обслуговування. Стени та мережі масового обслуговування. Дискретно-стохастичні моделі. Імовірнісні автомати. Метод Монте-Карло.. (2 год.)

Тема 7. Комп'ютерні моделі та їх види.

Комп'ютерні моделі та їх види. Поняття моделі. Види моделей. Моделювання. Комп'ютерне моделювання. Види комп'ютерних моделей. Області застосування. (2 год.)

Тема 8. Детерміновані та дискретні моделі.

Детерміновані моделі. Метод молекулярної динаміки Безперервно-детерміновані моделі. Дискретно детерміновані моделі. Кінцеві автомати. Приклад створення дискретних моделей. Метод молекулярної динаміки.. (2 год.)

Тема 9. Імітаційне моделювання

Імітаційне моделювання. Основні поняття імітаційного моделювання. Етапи імітаційного моделювання. Час у імітаційних моделях. Алгоритми імітаційного моделювання. Обробка та аналіз результатів імітаційного моделювання. Планування експериментів із імітаційними моделями. (2 год.)

Тема 10. Моделювання руху тіла.

Рух тіл у центральному полі Одномірний та двовимірний рух точки в однорідному та центральному полі сил. Складні випадки руху частки у силовому полі. Рух системи частинок у силовому полі. Моделювання руху тіла. (2 год.)

Тема 11. Моделювання коливального руху тіла.

Коливальний та хвильовий рух Вільні та вимушені коливання. Моделювання коливань складних систем. Моделювання хвилі в одновимірному та двовимірному середовищі. (2 год.)

Тема 12. Моделювання однорідних та неоднорідних процесів.

Явлення перенесення. Автохвильові процеси. Зрівняння теплопровідності для однорідного та неоднорідного середовища. Моделювання автохвильових процесів. (2 год.)

Тема 13. Підходи до моделювання течії рідини .

Розрахунок течії рідини. Конвекція Потенційний перебіг рідини. Течія в'язкої рідини. (2 год.)

Тема 14. Моделювання електричного та магнітного полів.

Розрахунок електричного та магнітного полів. Рух заряджених частинок Розрахунок електричного поля. (2 год.)

Тема 15. Моделювання електромагнітних хвиль.

Розрахунок магнітного поля провідників зі струмом. Поширення електромагнітної хвилі у хвилеводі. (2 год.)

Тема 16. Моделювання оптичних та квантових явищ.

Оптичні та квантові явища Моделювання інтерференції та дифракції хвиль. Найпростіші моделі атома та молекули. (2 год.)

Теми практичних занять

Тема 1. Рух тіл у центральному полі. Одномірний та двовимірний рух точки в однорідному та центральному полі сил. Складні випадки руху частки у силовому полі. Рух системи частинок у силовому полі. Моделювання руху тіла.

Тема 2. Генерація випадкових чисел у MATLAB. Моделювання розподілу випадкових величин в MATLAB. Метод Монте-Карло.

Тема 3. Побудова безперервно детермінованої моделі системи. Дискретно детерміновані моделі. Кінцеві автомати. Класифікація кінцевих автоматів.

Тема 4. Розробка імітаційної моделі в середовищі MATLAB (SIMULINK).

Теми лабораторних робіт

ЛР 1. Інтерфейс середовища MATLAB. Найпростіші обчислення. Графіка у системі MATLAB..

ЛР 2. Графіка у системі MATLAB. Основи програмування серед MATLAB.

ЛР 3. Безперервно-стохастичні моделі. Дискретно-стохастичні моделі. Імовірнісні автомати.

ЛР 4. Система моделювання SIMULINK та її можливості Використання пакета SIMULINK для моделювання випадкових чисел.

Самостійна робота

Самостійна робота студента виконується у вигляді розрахунково-графічної роботи (на вибір):

РГР 1: Моделювання процесу руху частинок під час формування тонких плівок

1. Вихідні дані завдання.
2. Обрання оптимального методу формування тонких плівок.
3. Обрання методу моделювання та створення попередньої моделі.
4. Уточнення параметрів моделі та її оптимізація.
5. Розрахунок траєкторій руху частинок в процесі напilenня.
6. Аналіз отриманих даних та співставлення з експериментально досягнутими результатами.
7. Висновки.

РГР 2: Моделювання процесу руху носіїв заряду під час роботи напівпровідникового фотоелектричного перетворювача.

1. Вихідні дані завдання.
2. Аналіз механізмів та фізичних явищ, що впливають на рух заряджених частинок під час роботи напівпровідникового фотоелектричного перетворювача .
3. Особливості конструкцій і базових напівпровідникових матеріалів фотоелектричних перетворювачів концентрованого сонячного випромінювання.
4. Сучасні системи концентрації сонячного випромінювання та залежність коефіцієнта корисної дії фотоелектричного перетворювача від коефіцієнта концентрації сонячного випромінювання на його фотоприймальній поверхні.
5. Фізико-технологічні особливості розробки плівкових фотоелектричних перетворювачів.
6. Конструкції і параметри сучасних плівкових фотоелектричних перетворювачів на основі полікристалічної гетероструктури CdS/CdTe.
7. Конструкції і параметри сучасних плівкових фотоелектричних перетворювачів на основі полікристалічної гетероструктури CdS/Cu(In,Ga)Se₂.
8. Висновки.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Harvey Gould, Jan Tobochnik, and Wolfgang Christian. An Introduction to Computer Simulation Methods Applications to Physical System. – 2016. – 780p..
2. Semiconductor Device Physics: Basic Principles, 4th ed. / D. Neamen. - McGraw- Hill, New York, NY, USA, 2012.
3. Універсальний математичний пакет MATLAB і типові задачі обчислювальної математики. Навчальний посібник.– К.: НАУ, 2004. – 176 с.
4. Solar energy. The physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems. / A. Smets, K. Jäger, O. Isabella, R. van Swaaij, M. Zeman. - UIT Cambridge Ltd, England, 2016.

5. Flow Simulation 2020 Tutorial [Електронний ресурс] – Електронні текстові дані (1 файл: 15,6 Мбайт). – Dassault Systems, 2020. “SOLIDWORKS Home directory” \SOLIDWORKS Flow Simulation\lang\english\Docs\Tutorial.pdf
6. M. Rosu Multiphysics simulation by design for electrical machines, power electronics and drives/ M. Rosu, P. Zhou, D. Lin and etc./ Wiley, 2018
7. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering / ed. by Antonio Luque, Steven Hegedus - John Wiley & Sons, 2010. - 1132 p.

Додаткова література:

1. Огородник К. В. /Моделювання в електроніці : навчальний посібник / К. В. Огородник, Б. П. Книш, П. М. Ратушний, О. О. Лазарев// – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 118 с.
2. Васильєв А. Програмування мовою Python. – Навчальна книга – Богдан. – 2018. – 504 с.
3. С.В.Шокалюк. Основи роботи в SAGE. – К.: НПУ ім. Драгоманова. – 2008. – 64 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка складається із наступних обов'язкових частин:

1. Звіти за результатами розрахунків практичних занять 1-4 - 10 балів кожний (40%).
2. Звіти за результатами лабораторних робіт 1-4 - 10 балів кожний (40%).
2. Звіт за результатами індивідуальної РГР - 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