

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра електрофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комп'ютерна фізика

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	другий
освітня програма	Радіофізика та електроніка
вид дисципліни	обов'язкова
Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі:

Савенков Сергій Миколайович, професор, доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри електрофізики

Радченко Сергій Петрович, доцент, канд. фіз.-мат. наук, завідувач кафедри медичної радіофізики

Оберемок Євген Анатолійович, доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

Розробники:

Савенков Сергій Миколайович, професор, доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри електрофізики

Радченко Сергій Петрович, доцент, канд. фіз.-мат. наук, завідувач кафедри медичної радіофізики

Оберемок Євген Анатолійович, доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри електрофізики

_____Сергій
САВЕНКОВ

Протокол № __ від « __ » _____ 2022
р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

1. Мета навчальної дисципліни

Комп'ютерна фізика є обов'язковою дисципліною для студентів освітньої програми «Радіофізика та електроніка», що викладається в 2 семестрі для студентів 1-го року магістратури в обсязі 3 кредитів (90 години), в тому числі 30 годин аудиторних занять, яких 20 годин лекцій, 10 години лабораторних занять, і 60 годин самостійної роботи. Форма заключного контролю – екзамен.

Метою дисципліни Комп'ютерна фізика є ознайомлення студентів з основами комп'ютерного моделювання фізичних процесів та набуття практичних навичок застосування цих методик при дослідженні фізичних явищ, процесів та систем.

2. Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:

До успішного вивчення дисципліни «Комп'ютерна фізика» необхідно успішне опанування наступних курсів: «Ядерна фізика та астрофізика», «Фізика конденсованого середовища», «Прикладна фізика та електроніка», «Нанофізика та нанотехнології», «Додаткові розділи фізики», «Оптоелектроніка та волоконна оптика», «Професійна та корпоративна етика».

3. Анотація навчальної дисципліни:

При вивченні студенти отримують короткі теоретичні відомості про моделювання детермінованих та випадкових процесів і полів, стохастичних структур, вибір аналітичних і числових методів для розв'язання різних задач моделювання та ознайомляться із практичними прикладами моделювання фізичних процесів методом Монте-Карло, методи дослідження стійкості математичних моделей, методи аналізу розв'язків.

4. Завдання (навчальні цілі):

Надати студентам розуміння місця комп'ютерної фізики у сучасному арсеналі методів наукових досліджень поряд із теоретичною та експериментальною фізикою, умов ефективного застосування методик моделювання, перевірки та порівняння отриманих результатів. Успішне засвоєння курсу «Комп'ютерна фізика» забезпечує набуття студентами

загальних компетентностей:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК3. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність працювати в команді.

ЗК11. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

фахових компетентностей:

ФК2. Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для виконання

ФК4. Здатність відповідно до поставленої задачі виконувати науково-технічні розробки в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

5. Результати навчання. У результаті вивчення дисципліни «Комп'ютерна фізика» студент отримує підготовку, достатню для подальшого навчання за освітньою програмою, самостійного вивчення необхідної наукової літератури, вирішення типових задач, що потребують використання методів моделювання.

Результат навчання		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	знати:			40
1.1	Місце і роль комп'ютерної фізики у сучасному арсеналі методів наукових досліджень, взаємозв'язок із теоретичною та експериментальною фізикою	лекції, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи	4
1.2	Методи моделювання стохастичних процесів	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	4
1.3	Метод Монте-Карло моделювання фізичних явищ і процесів	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	12
1.4	Принципи побудови математичних моделей	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	6
1.5	Принципи і підходи до аналізу моделей	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	6
1.6	Особливості аналізу розв'язків різних типів математичних моделей	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	8
2	вміти:			40
2.1	Опанувати та знаходити матеріали за вказаною тематикою	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	5
2.2	Обрати метод моделювання	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	5
2.3	Оцінити точність результатів моделювання	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	5

2.4	Визначити необхідні значення параметрів моделювання	лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	5
2.5	Оцінити адекватність математичної моделі			6
2.6	Зробити контроль розмірностей			6
2.7	Оцінити стійкість отриманого розв'язку			8
3	комунікація			10
3.1	Розподіляти акценти при пошуку матеріалів для виконання завдання самостійна робота та підготовки до лабораторних робіт	лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання результатів самостійної роботи, здача лабораторних робіт	10
4	автономність та відповідальність			10
4.1	Оптимально планувати роботу при самостійному вивченні матеріалу, підготовці до лабораторних робіт	лабораторні роботи, самостійна робота	оцінювання доповіді та обговорення	10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання	Код														
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	4.1
Програмні результати навчання (назва)															
ПРН1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень, інженерно-технічних робіт на виробничих, науково-технічних, конструкторських, сервісних ділянках тощо.	+	+	+	+	+	+		+		+					+
ПРН2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.	+	+	+					+	+						+
ПРН3. Обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проектів.	+		+							+					+
ПРН4. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.	+	+	+								+				
ПРН6. Коректно формулювати висновки у вигляді умов, критеріїв, числових оцінок, перевіряти, апробувати та представляти їх у аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.	+		+					+	+	+	+	+	+		+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання:

- **Семестрове оцінювання.** Передбачено оцінювання результатів: розв'язання домашніх завдань (в межах самостійної роботи), відповідей на додаткові завдання лекційної частини (в межах самостійної роботи), підготовки до лабораторних робіт та результатів виконання та їх оформлення, модульних контрольних робіт. Умови допуску до екзамену: студент повинен набрати під час семестру не менше ніж 30 балів та виконати всі заплановані лабораторні роботи.
- **Письмові контрольні роботи.** У курсі дві письмові модульні контрольні роботи, які проводяться після завершення відповідного блока лекцій.
- **Контроль самостійної роботи студентів.** виконується в рамках модульних контрольних робіт включенням у питання роботи тематики СРС, домашніх завдань, відповідей на додаткові завдання лекційної
- **Лабораторні роботи.** Підготовка до лабораторних робіт здійснюється під час виконання самостійної роботи. Студенти, які не володіють необхідними знаннями для виконання лабораторної роботи, не допускаються до її виконання і, відповідно, не можуть отримати за лабораторну роботу. Результати, отримані під час виконання лабораторної роботи, їх обробка, висновки та оформлення перевіряються під час її здачі перед виконанням наступної планової лабораторної роботи.
- **Підсумкове оцінювання.** Проводиться у форма письмового екзамену. Максимальна оцінка при правильному виконанні всіх завдань – 30 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50%, оцінка за екзамен не може бути меншою 15 балів. У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” (<http://nmc.univ.kiev.ua/docs/POLOJENNIA-2010-1.doc>).

7.2. Організація оцінювання

Графік оцінювання.

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	Березень
Модульна контрольна робота 1	Квітень
Здача лабораторних робіт	Травень
Екзамен	Червень

Розрахунок балів.

Контроль			
поточний			підсумковий
Модульна контрольна робота		Лабораторні роботи	Екзамен
№1	№2		
20 балів (максимум)	20 балів (максимум)	30 балів (максимум)	30 балів (максимум)

7.3. Шкала відповідності оцінок

Підсумковий контроль: Письмові відповіді при складанні екзамену із обов'язковою співбесідою – 30 балів. Екзаменаційна робота містить 4 питання – 2 теоретичних завдання по 6 балів кожне, два практичних завдання по 9 балів кожне.

Критерії оцінювання:

- Повна відповідь – 6/9 бали;
- Часткова відповідь – 4/7 бали;
- Відповідь з помилками – 2/4 бали;
- Відповідь з суттєвими помилками – 1/2 бали;
- Відповідь не зараховано – 0 балів

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Maks, %
Зараховано / Passed	60-100%
Не зараховано / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№	Назва	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні	Сам. робота
Змістовий модуль №1				
1.	Вступ. Поняття комп'ютерної фізики як сучасного методу наукових досліджень, співвідношення з теоретичною та експериментальною фізикою, узагальнені поняття ефективного застосування методик моделювання, перевірки та порівняння отриманих результатів.	2	–	2
2.	Математичні моделі випадкових процесів, моделювання випадкових процесів із заданими багатовимірною функцією густини ймовірності та кореляційними властивостями. Генерація послідовності випадкових величин, перевірка та оцінка якості послідовності випадкових величин.	2	–	4

№	Назва	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні	Сам. робота
3.	Метод Монте-Карло. Приклади моделювання методом Монте-Карло.	6	–	14
Змістовий модуль №2				
4.	Типи математичних моделей	2	–	4
5.	Принципи побудови математичних моделей. Спрощення і уточнення.	2	–	4
6.	Методи побудови і дослідження розв'язків. Узагальнені розв'язки.	2	–	8
7.	Дослідження моделей. Аналіз впливу спрощень.	4	–	8
Змістовий модуль № 3 (лабораторні роботи)				
8.	Квантова теорія одномірного руху	–	4	8
9.	Випромінювання абсолютно чорного тіла	–	4	8
10.	Квантовий гармонічний осцилятор	–	2	4
ВСЬОГО		20	10	60

Самостійна робота студентів (СРС).

1. Стохастичні, статистичні, детерміновані математичні моделі.
2. Методи моделювання стаціонарних випадкових процесів.
3. Моделювання випадкових величин, що мають нормальний розподіл.
4. Основи використання пакета OpenGATE для моделювання методом Монте-Карло.
5. Узагальнені розв'язки для квантової одномірної системи.
6. Методи аналізу відповідності моделей.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. М. В. Кононов, А. В. Мисник, С. П. Радченко, О. О. Судаков. Моделювання фізичних процесів Київський університет, Київ, 2006, 90с (Укр.)
2. User's guide & Installation guide for the current GATE release <https://opengate.readthedocs.io/en/latest/> 01.09.2022
3. А. О. Пашко. Моделювання Гауссових стаціонарних випадкових процесів з неперервним спектром / Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. 2019 Вип. 11, с. 184 – 195.
4. Sven Erick Alm. Simple random walk http://www2.math.uu.se/~sea/kurser/stokprocmn1/slumpvandring_eng.pdf.
5. В. А. Stickler, Е. Schachinger Basic Concepts in Computational Physics. Springer, New York, 2014, 377 p.
6. J. Franklin J. Computational Methods for Physics. Cambridge University Press, 2013, 419 p.

Додаткові джерела:

7. Моделювання Гауссових стаціонарних випадкових процесів з неперервним спектром: підручник / [О. В. Багацька, О. Ю. Бутрим, М. М. Колчигін та ін.] – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 414 с.
8. Вижва З. О. Математичні моделі в природознавстві / З. О. Вижва. –К. : ВГЛ "Обрій", 2007. – 164 с.
9. Козаченко Ю. В., Пашко А. О. Моделювання випадкових процесів. К.: Київський університет, 1999. 223 с.
10. Козаченко Ю. В., Пашко А. О. Точність моделювання випадкових процесів в нормах просторів Орлича І. Теор. ймовірн. та матем. стат., 1988. № 58, с. 45-60.
11. М. Shinozuka, С.-М. Jan, Digital simulation of random processes and its applications, Journal of Sound and Vibration, Volume 25, Issue 1, 1972, p. 111-128, 10.1016/0022-460X(72)90600-1