

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
“ Комп’ютерне моделювання фізичних процесів ”

Галузь знань	10 Природничі науки
Шифр та назва спеціальності	104 Фізика та астрономія
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Статус дисципліни	обов’язкова
Затверджено	Протокол № 4 від 26.08.2025 засідання науково-методичної ради.
Часткові зміни до силабусу затверджені:	Протокол № 4 від 04.09.2024 засідання науково-методичної ради.

Викладач (розробник)



Пономарьов Олександр Георгійович,
Доктор фізико-математичних наук, професор
ponom56@gmail.com
Інститут прикладної фізики НАН України,
вул. Петропавлівська, 58, м. Суми

Загальна інформація про дисципліну

Анотація	Після проходження курсу "Комп’ютерне моделювання фізичних процесів" аспіранти отримують знання в галузях принципів підходів до математичного моделювання фізичних процесів, основних етапів математичного моделювання, класифікації математичних моделей, основні методи чисельного моделювання в фізиці, можуть вирішувати характерні завдання із застосуванням комп’ютерів.
Мета	Метою викладання дисципліни "Комп’ютерне моделювання фізичних процесів" є ознайомлення аспірантів з завданнями моделювання фізичних процесів і явищ, первинному ознайомленні аспірантів з низкою основних обчислювальних методів, застосовуваних при вирішенні фізичних завдань і при обробці даних експерименту, способами їх оптимальної реалізації на комп’ютері. Завдання вивчення дисципліни - отримання практичних навичок використання основних математичних методів при моделюванні фізичних явищ. Такі навички є вкрай важливою частиною в системі сучасної підготовки фізиків в сучасних умовах розвитку комп’ютерної техніки в світі можливості її використання в безпосередньо в фізичному експерименті, а також при створенні чисельної моделі реального

	фізичного явища.
Результати навчання	Внаслідок вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен мати здатність демонструвати базові знання в області чисельного моделювання фізичних процесів і готовністю використовувати основні закони в професійній діяльності, застосовувати методи математичного аналізу і моделювання, теоретичного і експериментального дослідження, обробки результатів експерименту. Компетентності: • ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). • СК06. Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики. • СК08 Здатність застосовувати сучасні методи комп'ютерного моделювання фізичних процесів. • СК09 Здатність проводити дослідження процесів взаємодії іонів, електронів і фотонів з речовиною, в тому числі з біооб'єктами та полями. • СК10 Здатність застосовувати електростатичні прискорювачі та пучкові технології у вирішенні загально-фізичних та прикладних задач. • Результати навчання: • РН05. Розробляти моделі процесів і систем у фізиці та дотичних міждисциплінарних напрямках, використовувати їх у науково-дослідницькій діяльності для отримання нових знань, створення розробок та інноваційних продуктів. • РН07. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи. • РН12 Оцінювати ефективність чисельних методів та розробляти оптимальні алгоритми при комп'ютерному моделюванні фізичних процесів. • РН15 Мати навички застосування електростатичних прискорювачів та пучкових технологій для вирішення загально-фізичних та прикладних задач.
Обсяг дисципліни	Кількість кредитів – 3 Загальна кількість годин — 90 год.: ○ Лекції — 30 год; ○ Практичні — 14 год; ○ Самостійна робота — 44 год. ○ Іспит — 2 год.
Форма підсумкового контролю	<i>Іспит</i>

Опис навчальної дисципліни		
Лекційні заняття		
№ з/п	Назви тем	К-сть годин
1	<i>Вступ</i>	1
2	<i>Чисельне рішення звичайних диференціальних рівнянь.</i>	4
3	<i>Вступ в теорію різницевих схем для рішення рівнянь математичної фізики.</i>	6
4	<i>Метод скінченних елементів</i>	4
5	<i>Інтегральний метод теорії потенціалу</i>	4
6	<i>Метод частинок в комірках (Харлоу)</i>	4
7	<i>Метод матрицантів для моделювання динаміки пучків іонів в іонно-оптичних системах</i>	7
Разом (год.)		30
Теми практичних занять		
1	<i>Фур'є аналіз експериментальних даних. Визначення параметрів струму пучка заряджених частинок.</i>	2
2	<i>Обробка експериментальних даних. Методи підгонки. Визначення параметрів розподілу густини струму пучка по експериментальним даним реєстрації вторинної електронної емісії. Визначення параметрів розподілу яскравості пучка заряджених частинок. Визначення розкиду по енергії в пучку заряджених частинок.</i>	6
3	<i>Відновлення параметрів магнітного поля</i>	2
	<i>Розрахунок розподілу електричного поля.</i>	2
	<i>Моделювання руху заряджених частинок в електромагнітних полях.</i>	2
Разом (год.)		14
Самостійна робота		
Опрацювання тем, які не входять до плану аудиторних занять		
1	<i>Моделювання формування пучків іонів в зондоформуючих системах</i>	8
2	<i>Побудова огінаючої пучка іонів вздовх оптичного тракту в зондоформуючих системах</i>	6
3	<i>Визначення колімованого приведенного аксептансу в зондоформуючій системі</i>	6
4	<i>Формування пучків іонів з неоднорідної фазової щільністю в зондоформуючих системах</i>	6
5	<i>Моделювання стаціонарних електромагнітних полів інтегральним методом граничних елементів</i>	6

6	Моделювання задач динаміки з використанням кінцево-різної схеми Еверхарда	6
7	Обробка експериментальних даних на підставі фітінга за допомогою метода Левенберга-Марквардта	6
Разом (год.)		44

ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

Сумативне оцінювання

1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
1	Практичні заняття	50 балів / 50%	Згідно графіка навчального процесу
2	Проміжна атестація (тест множинного вибору)	20 балів / 20%	
4	Іспит (комплексне завдання)	30 балів / 30%	

1.2. Критерії оцінювання

№ з/п	Вид діяльності	Оцінювання
1	Практичні заняття	Нарахування балів відбувається по шкалі: (Відповідно до кількості практичних занять) - відмінні відповіді 10-15 балів; - добрі відповіді 5-10 балів; - задовільні, достатні відповіді 1-5 балів.
2	Атестація (тест множинного вибору)	Залежить від кількості вірних відповідей на тест
3	Іспит	0-5 балів - здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі не розв'язані; 5-15 балів - здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі розв'язані не повністю; 15-27 балів - здобувач достатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі розв'язані з невеликими помилками; 27-30 балів - здобувач гарно орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі розв'язані вірно.

Навчальна література (підручники, навчальні посібники)

1. Press W.H. Numerical Recipes The Art of Scientific Computing / W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery. - 3rd Edition, Cambridge University Press. – 2007. - 1262 p.
2. Пономарьов О.Г., Пономарьов А.О. Формування пучків іонів в ядерному скануючому мікросонді / Суми: Колаж-принт, 2019. - 368 с..
3. Korn, G. A., Korn, T. M. Mathematical Handbook for Scientists and Engineers, 2nd Edition, Dover. Publications, New York, 2000. - 832 p.
4. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and

Fundamentals, Elsevier, 2005. - 752 p.

5. K.W. Morton and D.F. Mayers, Numerical Solution of Partial Differential Equations, An Introduction. Cambridge University Press, 2005. - 387 p.

Академічна доброчесність

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Етичного кодексу ученого України. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і сум права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

У випадку порушення академічної доброчесності – реагування відповідно до «Положення про академічну доброчесність в ІПФ НАН України».