

**Силабус курсу «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів»  
2020–2021 н.р.**

<b>Назва курсу</b>	<b>Комп'ютерне моделювання фізичних процесів</b>
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	вул. Драгоманова, 19, 79005 Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	фізичний факультет, кафедра загальної фізики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки / 105 Прикладна фізика та наноматеріали
<b>Викладачі дисципліни</b>	професор кафедри загальної фізики, д.ф.-м.н. Демків Тарас Михайлович
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:taras.demkiv@lnu.edu.ua">taras.demkiv@lnu.edu.ua</a> , <a href="mailto:tmdemkiv@gmail.com">tmdemkiv@gmail.com</a>
<b>Консультації з дисципліни відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Можливі також он-лайн консультації через електронну пошту.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://physics.lnu.edu.ua/course/prykladna-fizyka-komp-iuterne-modeliuvannia-fizychnykh-protseviv-105-prykladna-fizyka-ta-nanomaterialy">https://physics.lnu.edu.ua/course/prykladna-fizyka-komp-iuterne-modeliuvannia-fizychnykh-protseviv-105-prykladna-fizyka-ta-nanomaterialy</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Чисельне моделювання фізичних процесів складає невід'ємну частину сучасної фундаментальної і прикладної науки. За важливістю воно наближається до традиційних експериментальних і теоретичних методів. Тому майбутні наукові робітники, інженери та викладачі обов'язково повинні володіти технологією комп'ютерного моделювання, вміти досліджувати різні фізичні явища та процеси за допомогою комп'ютера. Курс комп'ютерного моделювання фізичних процесів розширює знання майбутніх бакалаврів в області дискретної математики, дає навички опису складних фізичних процесів за допомогою математичного апарату, складання алгоритму вирішення завдання, переклад алгоритму на одну з мов програмування, отримання результатів за допомогою комп'ютера та проведення їх аналізу.
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Програма вивчення навчальної дисципліни “Комп'ютерне моделювання фізичних процесів” складена відповідно до освітньо-професійної програми бакалаврів спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали (складова 1: глибинні знання зі спеціальності). Її викладають у 8 семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів: 1. Математичне моделювання за допомогою ООП Python. 2. Математичне моделювання за допомогою математичного середовища Sage.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою і завданням навчальної дисципліни “Моделювання фізичних процесів” є ознайомити студентів з основними поняттями і методами комп'ютерного моделювання фізичних процесів та їх застосуванням за допомогою мови програмування Python та математичного середовища Sage.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Основна література:</b> 1. Lutz M. Learning Python – Published by O'Reilly Media, Inc., 2013. 2. Шкловський Б.И., Ефрос А.Л. Електронні властивості легованих напівпровідників. – М.: Наука. – 1979. – 351с. (рус.)

	<p>3. Barry P. Head First Python (2nd Edition). – All IT books. – 2016. – 624 p.</p> <p>4. <a href="https://uk.wikibooks.org/wiki/Підручник_мови_Python/Неформальний_вступдо_мови_Python">https://uk.wikibooks.org/wiki/Підручник_мови_Python/Неформальний_вступдо_мови_Python</a>.</p> <p>5. Васильєв А. Програмування мовою Python. – Навчальна книга – Богдан. – 2018. – 504 с.</p> <p>6. С.В.Шокалюк. Основи роботи в .SAGE. – К.: НПУ ім. Драгоманова. – 2008. – 64 с.</p> <p>7. Майер Р.В. Комп'ютерне моделювання фізичних моделей. – Глазов: ГГПИ. – 2009. – 112с. (рус.)</p> <p><b>Додаткова література:</b></p> <p>1. Гулд Х., Тобочник Я. Комп'ютерне моделювання у фізиці. Т. 1-М.: Мир, 1990 (рус.).</p> <p>2. Гулд Х., Тобочник Я. Комп'ютерне моделювання у фізиці. Т. 2-М.: Мир, 1990. (рус.).</p> <p>3. Б.М.Аскеров. Електронні явища перенесення у напівпровідниках. – М.: Наука. – 1985. – 320с. (рус.)</p> <p>4. Савчин В.П., Шувар Р.Я. Електронне перенесення в напівпровідниках та напівпровідникових структурах. – Видавничий центр ЛНУ імені І.Франка. – 2008. – 688с.</p> <p>5. Harvey Gould, Jan Tobochnik, and Wolfgang Christian. An Introduction to Computer Simulation Methods Applications to Physical System. – 2016. – 780p.</p> <p>6. Білий М.У. Основи нелінійної оптики та її застосування: навч. посібник / М.У. Білий. – К.: Видавничий центр „Київський Університет”, 1999. – 172 с.</p> <p>7. Журавльов А.А., Теплов В.Ю., Зиков Е.Ю. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів. – Казань. – 2001. – 50 с. (рус.)</p> <p>Наукові статті у періодичних виданнях за тематикою дисципліни.</p>
<b>Тривалість дисципліни</b>	один семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	120 год, з яких 64 год аудиторних занять, з них 32 год лекцій, 16 год практичних занять та 56 год самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>знати</b> основні поняття програмування, синтаксис мови програмування Python та математичного середовища Sage; методи чисельного інтегрування та диференціювання функцій; чисельні методи рішення задач математичної фізики;</li> <li>- <b>вміти</b> розуміти фізичні принципи явищ та процесів, які моделюються; розраховувати та аналізувати результати комп'ютерного моделювання, виходячи як з основних положень комп'ютерного моделювання, так і з емпіричних експериментальних даних; вміти використовувати для цього сучасне програмне забезпечення (мову програмування Python та математичне середовище Sage)</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	математичні моделі, кінетичні ефекти у напівпровідниках, математичне середовище SAGE, перколяція,
<b>Формат дисципліни</b>	очний
	проведення лекцій, семінарських робіт та консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Наведено у табл. 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік у кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань із загальних

	курсів з фізики, вищої математики, методів розв'язування диференціальних та інтегральних рівнянь, базових знань з програмування та чисельних методів.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	лекції, презентації (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, дискусія
<b>Необхідне обладнання</b>	персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, програмне середовище Python, проектор
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	Контроль засвоєння матеріалу включає: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поточний контроль (виконання 9 лабораторних робіт за темами 1 – 7, кожна з яких оцінюється в 10 балів – разом 90 балів;</li> <li>• 10 балів за роботу на лекціях.</li> </ul> Сумарна оцінка за 2 змістовими модулями виставляється за 100-бальною шкалою.
<b>Питання до модульних контролів (замірів знань)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Переваги та недоліки мови програмування Python. Области використання.</li> <li>2. Типи даних, що використовуються в Python та їх синтаксис.</li> <li>3. Етапи обчислювального експерименту. Порівняння з фізичним експериментом.</li> <li>4. Чисельні методи та вимоги до них при використанні у математичному моделюванні.</li> <li>5. Методи для побудови 2-D та 3-D графіків у Python. Методи форматування графіків. Побудова кількох графіків в одному вікні.</li> <li>6. Реалізація класів у Python. Змінна self.</li> <li>7. Перколяція. Поріг перколяції на квадратній ґратці. З'єднувальний кластер.</li> <li>8. Характеристики кластерів у теорії протікання для квадратної ґратки.</li> <li>9. Ренорм-групи. Реалізація методу ренорм-групи за запропонований Рейнольдсом.</li> <li>10. Область застосування теорії протікання.</li> <li>11. Бібліотека Tkinter у Python. Об'єкт Canvas. Синтаксис і застосування.</li> <li>12. Математична модель руху частинки в електричних та магнітних полях. Магнітні лінзи.</li> <li>13. Спеціальні методи у Python. Можливості та область використання.</li> <li>14. Функція розподілу Фермі-Дірака та концентрація носіїв заряду у зоні провідності й дірок у валентній зоні напівпровідника.</li> <li>15. Механізми розсіяння у напівпровідниках та їх часи релаксації.</li> <li>16. Рівняння електронейтральності для власних та легованих напівпровідників. Рівень Фермі.</li> <li>17. Параболічні та непараболічні закони дисперсії зон у напівпровідниках. Ефективна маса носіїв.</li> <li>18. Модель температурних залежності провідності у напівпровідниках з параболічними законами дисперсії.</li> <li>19. Модель залежності провідності від температури у напівпровідниках з параболічними та непараболічними законами дисперсії.</li> <li>20. Система комп'ютерної математики SAGE. Програмні інтерфейси. Функціональні можливості.</li> </ol>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

## Схема курсу «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1, 2	Місце комп'ютерного експерименту у фізиці. ООП Python.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні
3,4	Методи розрахунку диференціальних рівнянь.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні
5, 6	Методи чисельного розв'язування ньютонівських рівнянь руху.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні
7, 8	Задача про перколяцію. Теорія про-тікання.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні
9 - 12	Статичні поля зарядів. Рух заряджених частинок в електричних та магнітних полях	Лекції – 8 год, практ. заняття – 6 год, самостійна робота – 7 год.		4 тижні
13-15	Кінетичні ефекти у напівпровідниках	Лекції – 6 год, практ. заняття – 4 год, самостійна робота – 9 год.		3 тижні
16	Розв'язок диференціальних рівнянь з декількома незалежними змінними	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год.		2 тижні