

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука

Затверджено

На засіданні кафедри теоретичної фізики
Імені професора Івана Вакарчука
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри  проф. В. М. Ткачук

Силабус
з навчальної дисципліни «Складні системи»,
що викладається в межах
ОПП «Квантові комп'ютери та квантове програмування»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 104 Фізика та астрономія

Львів 2022

Назва дисципліни	Складні системи
Адреса викладання дисципліни	вул. Драгоманова, 12, 79005, м. Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 104 Фізика та астрономія
Викладач дисципліни	доцент кафедри теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука, к.ф.-м.н. Григорчак Орест Іванович
Контактна інформація викладача	orest.hryhorchak@lnu.edu.ua https://physics.lnu.edu.ua/employee/hryhorchak-o-i
Консультації з курсу відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі консультації через електронну пошту або он-лайн засобами Microsoft Teams, Zoom, Telegram.
Сторінка курсу	
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Складні системи» є вибірковою дисципліною для підготовки бакалавра за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія», яка викладається в V семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Складні системи» сприяє формуванню розуміння закономірностей, властивих складним системам, зокрема таким як штучні нейронні мережі, і вміння їх використовувати в задачах прогнозування. Під час курсу студенти ознайомляться з основами теорії ігор, архітектурою штучних нейронних мереж, а також навчатимуться з їх допомогою вирішувати прикладні задачі, зокрема наукоємного характеру.
Мета та цілі дисципліни	Метою даної дисципліни є одержання студентами знань і навичок, які потрібні людині для ефективного опису процесів у складних системах. Завданням курсу є формування в студентів знань та умінь необхідних для створення та/або налагодження таких складних систем як штучні нейронні мережі і вирішення з їх допомогою практичних задач наукоємного характеру.
Література для вивчення дисципліни	Базова: 1. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: підручник. К.: Видавничий дім «Слово», 2006.– 816с. 2. Руденко О.Г., Бодяньський Є.В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. – Київ : Компанія СМІТ, 2006. – 404 с. 3. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 444 с Допоміжна: 1. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень. К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. – 306 с. 2. А.А. Шиян Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 164 с. Додаткові матеріали також буде запропоновано для кожної теми окремо. Інформаційні ресурси: 1. https://uk.myservername.com/complete-guide-artificial-neural-network-machine-learning 2. https://scikit-learn.org/stable/tutorial/statistical_inference/index.html

Тривалість курсу	Один семестр
Обсяг курсу	120 годин, з яких 64 годин аудиторних занять, з них 32 годин лекцій, 32 годин лабораторних занять, та 56 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>В результаті вивчення даного курсу студенти повинні</p> <p>знати: основи теорії ігор та основні типи архітектур штучних нейронних мереж</p> <p>вміти: створювати та налагоджувати штучні нейронні мережі для вирішення практичних задач наукоємного характеру</p> <p>Курс формує такі загальні (ЗК) та спеціальні компетентності (СК):</p> <p><i>Загальні компетентності:</i></p> <p>К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>К02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><i>Спеціальні компетентності:</i></p> <p>К21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.</p> <p>К23. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.</p> <p>К24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.</p> <p>К28. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.</p> <p>К29. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.</p> <p><i>Програмні результати навчання (ПРН), на досягнення яких спрямоване вивчення курсу:</i></p> <p>ПР04. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.</p> <p>ПР08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.</p> <p>ПР11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.</p> <p>ПР12. Вміти представляти одержані наукові результати, брати участь у дискусіях стосовно змісту і результатів власного наукового дослідження.</p> <p>ПР16. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.</p> <p>ПР25. Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку.</p>

Ключові слова	Штучні нейронні мережі, теорія ігор, машинне навчання, штучний інтелект
Формат курсу	Очний
	проведення лекцій, лабораторних занять і консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у таблиці 1
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують знань з програмування, лінійної алгебри, основ математичного аналізу, теорії ймовірностей та алгоритмів
Навчальні методи та техніки, які буде використано під час викладання курсу	Презентації, лекції, робота за комп'ютером.
Необхідне обладнання	персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми й операційні системи, проєктор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні заняття: 80% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 80 • контрольна робота 20% семестрової оцінки. Максимальна кількість балів 20. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на лабораторних роботах та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.</p>
Питання до екзамену (чи питання на контрольні роботи)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ігри з послідовними та одночасними ходами 2. Неперервні та дискретні стратегії 3. Змішані стратегії 4. Дилема в'язня

	5. Колективні ігри 6. Еволюційні ігри 7. Перцептрон та його властивості 8. Класифікація та види нейромереж 9. Класифікація та види нейромереж 10. Нейронні мережі прямого поширення 11. Нейронні мережі зі зворотніми зв'язками 12. Нейронні мережі з латеральними зв'язками 13. Глибинні нейронні мережі 14. Програми для моделювання штучних нейронних мереж
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Складні системи»

Тижні	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1–3	Тема 1. Концепції і методи теорії ігор	Лекції — 6 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 10 год.	3 тижні
4–7	Тема 2. Класи і стратегії в теорії ігор	Лекції — 8 год. лабораторні — 8 год. самостійна робота — 14 год.	4 тижні
8 - 10	Тема 3. Характеристики та властивості нейронних мереж	Лекції — 6 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 11 год.	3 тижні
11–13	Тема 4. Типи нейронних мереж	Лекції — 6 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 10 год.	3 тижні
14–16	Тема 5. Програмне моделювання нейронних мереж	Лекції — 6 год. лабораторні — 6 год. самостійна робота — 11 год.	3 тижні