

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра інформаційних систем

Затверджено

На засіданні кафедри інформаційних систем
факультету прикладної математики та інформатики
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 28 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри Г.А. Шинкаренко



Силабус з навчальної дисципліни
“Моделювання еволюційних систем”, що
викладається в межах ОПП інформатика
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів за спеціальністю

122 – Комп’ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Моделювання еволюційних систем
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра інформаційних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – Інформаційні технології 122 – Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Вовк Володимир Дмитрович, доцент кафедри інформаційних систем Горlach Віталій Михайлович, доцент кафедри інформаційних систем
Контактна інформація викладачів	volodymyr.vovk@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/vovk-volodymyr vitaliy.horlatch@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/horlatch Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, ауд. 260. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації за оприлюдненим розкладом (або за попередньою домовленістю) в ауд. 260 або дистанційно з використанням MS Teams.
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/mds-informatics
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Моделювання еволюційних систем” є нормативною дисципліною зі спеціальності 122 – Комп'ютерні науки, яка викладається в ОПП Інформатика в 7-му семестрі в обсязі 3-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна знайомить студентів з сучасними підходами до мікро – мезо та – макромоделювання процесів еволюції і самоорганізації у складних динамічних нелінійних нерівноважних матеріальних, суспільних та інформаційних системах.
Мета та цілі дисципліни	Потреби підготовки висококваліфікованих спеціалістів з тої чи іншої професії змушують освітню галузь вдаватися до все більш спеціалізованих предметних курсів на шкоду формуванню цілісного сприйняття фундаментальних закономірностей та універсальних принципів, які керують природними процесами. Проте на передових рубежах наук все відчутнішими стають також інтеграційні тенденції розвитку міждисциплінарних підходів, котрі прогнозують принципову відмінність науки XXI століття від попередніх. Метою даного курсу є ознайомлення з новітніми досягненнями у цьому напрямку, які все впевненіше заявляють про необхідність ґрунтовного перегляду головних засад та підходів до вивчення природи.
Література для вивчення дисципліни	Підручники <ul style="list-style-type: none"> - Хусаїнов Д. Я., Шатирко А. В. Основи нелінійної динаміки: Посібник для студентів спеціальності "Прикладна математика". – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2017. – 159 с. - В. Я. Данилов, А. Ю. Зінченко. Синергетичні методи аналізу. Практикум. Навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 122 Комп'ютерні науки та 124 Системний аналіз. Електронне мережне навчальне видання. Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2023 - Щвець О.Ю. Детермінований хаос: навчальний посібник для студентів фізико–математичного ф–ту.–К:НТУУ "КПІ" , 2010.–93 с.

Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекцій та 32 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 26 год.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - класичні, комп'ютерні та експериментальні моделі неперервних та дискретних еволюційних систем - якісну теорію динамічних систем - основи теорії стійкості та біфуркацій; - основи синергетики: динамічний хаос, дисипативні структури у відкритих активних середовищах - методи реконструкції динамічних моделей за часовими вибірками - методи керування хаотичними системами - базові елементи динамічної теорії інформації <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - застосовувати класичне, комп'ютерне та експериментальне моделювання для аналізу та керування складними системами з нелінійною динамікою в регулярних та хаотичних режимах роботи. <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей: ЗК-1, ЗК-6, ЗК-7, ЗК-8, ЗК-11, СК-1, СК-4, СК-5, СК-7 та програмних результатів навчання: ПР-1, ПР-2, ПР-6, ПР-8 освітньо-професійної програми "Інформатика"</p>
Ключові слова	Моделювання. Нелінійна динаміка. Якісна теорія. Атрактори, флуктуації, біфуркації. Активні середовища. Дисипативні структури. Хаос. Самоорганізація. Інформаційні моделі.
Формат курсу	<p>Очний: проведення лекцій, лабораторних занять та консультацій.</p> <p>Змішаний: проведення лекцій та консультацій з використанням засобів відеоконференцій, лабораторні заняття очно.</p> <p>Дистанційний: проведення лекцій, лабораторних занять та консультацій з використанням засобів відеоконференцій</p>
Теми	<p>Лекційні заняття: (по 2 год. на тиждень кожне)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тематична екскурсія матеріалом курсу. 2. Системи. Види. Ієрархія. Еволюція. 3. Неперервні математичні моделі. 4. Ентропія. 5. Дискретні моделі. Фрактали і хаос. 6. Методи дослідження моделей. 7. Якісна теорія динамічних систем. 8. Атрактори. 9. Стійкість за початковими даними. 10. Режимы із загостреннями. 11. Структурна стійкість. Біфуркації 12. Сценарії хаосу. 13. Активні середовища. Дисипативні системи. 14. Комп'ютерні моделі. Клітинні автомати. 15. Динамічна теорія інформації. 16. Синергетичні аспекти інформації. <p>Лабораторні заняття: (по 2 год. на тиждень кожне)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Детермінізм та індетермінізм. (Не)оборотн. процесів. Стріла часу. 2. Точки лібрації (точки Лагранжа). Перехід до концепції дин. хаосу. 3. Статистична ентропія Больцмана. Січення Пуанкаре. Відобр. Ено. 4. Розмірності фрактальних множин. Мультифрактали. Криві Пеано. Фрактальна природа хаосу. 5. Реакція Білоусова-Жаботинського 6. ДА, ДНА та ХНА.

	<p>7. Реконструкція атракторів. 8. Роль флуктуацій в еволюції ДС. 9. Теорія катастроф. 10. Керування хаосом. 11. Самоорганізована критичність. 12. Біологічна еволюція в конт. ДС. Модель С.П.Капіци демогр.розв. 13. Теорія перколяції. 14. Антропний принцип. 15. Глобальна нестійкість. Більярди Синая. 16. Принципи синергетичного світогляду</p> <p>Самостійна робота: (по 1,5 год. на тиждень кожна)</p> <p>1. Тематична екскурсія матеріалом курсу. 2. Системи. Види. Ієрархія. Еволюція. 3. Неперервні математичні моделі. 4. Ентропія. 5. Дискретні моделі. Фрактали і хаос. 6. Методи дослідження моделей. 7. Якісна теорія динамічних систем. 8. Атрактори. 9. Стійкість за початковими даними. 10. Режими із загостреннями. 11. Структурна стійкість. Біфуркації 12. Сценарії хаосу. 13. Активні середовища. Дисипативні системи. 14. Комп'ютерні моделі. Клітинні автомати. 15. Динамічна теорія інформації. 16. Синергетичні аспекти інформації.</p>
Підсумковий контроль, форма	Екзамен у кінці семестру, очно.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань за курсами: математичний аналіз, дискретна математика, диференціальні рівняння, чисельні методи, теорія інформації.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, підготовка студентами семінарських виступів за визначеною тематикою, написання рефератів, домашні завдання з програмної реалізації окремих методик.
Необхідне обладнання	Презентаційне обладнання, дошка та крейда.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Поточний (семестровий) контроль за успішністю студента виконується в три етапи:</p> <ul style="list-style-type: none"> • виступ з доповіддю на задану тематику (25 залікових балів); • написання реферату за цією ж темою (10 б.); • тестування знань у вигляді колоквиуму (15 б.); <p>Кожний студент групи має самостійно опрацювати додаткову тематику у напрямку розширення лекційного курсу та висвітлити її у 30 хв. доповіді на лабораторному занятті. Список тем наведено в п. "Лабораторні заняття". Черговість виступів визначається посорттованим за алфавітом списком групи, а терміни підготовки - з розрахунку на дві доповіді за практичне заняття (починаючи з другого від початку семестру).</p>

	<p>Оцінювання виступу виконується викладачем за наступними критеріями:</p> <ul style="list-style-type: none"> • якість підбраного матеріалу (робота з літературою); • порядок, стиль, самостійність викладання; • доступність для слухачів, новизна, корисність та цікавість поданої інформації. <p>За матеріалами виголошеної доповіді має бути підготовлено написаний від руки реферат за наступним зразком:</p> <ul style="list-style-type: none"> • титульний лист, зміст; • вступ; • основна частина; • підсумки та висновки; • використана література та інтернет-джерела інформації. <p>Терміни здачі рефератів мають забезпечити викладачу час на їхнє оцінювання до початку екзаменаційної сесії.</p> <p>На ближчих до екзаменаційної сесії практичних заняттях засобами системи MOODLE буде проведено колоквиум у вигляді тесту з 10 питань. Підсумковий контроль за успішністю проводиться під час іспиту.</p>
	<p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в індивідуальних завданнях студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Альтернативою відвідування лекційних та лабораторних занять в університеті може бути дистанційна онлайн робота за розкладом проведення занять за погодженням з викладачем. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали поточної успішності, самостійної роботи та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання тощо.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання дозаліку чи екзамену.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Концепції детермінізму та індетермінізму. 2. Оборотність та необоротність. Стріла часу. Перехід до концепції динамічного хаосу. 3. Ієрархія видів динамічних систем. 4. Консервативні системи. Принципи побудови моделей. 5. Інтегровність (оборотність) систем. 6. Нелінійні системи. Керуючі параметри. 7. Коливні системи. Автоколивання.

8. Рівноважні та нерівноважні системи.
9. Типи рухів динамічних систем.
10. Фундаментальний рівень моделювання в класичній механіці.
11. Мезоскопічний рівень моделювання в МСС.
12. Поняття «матеріального об'єму» в МСС
13. Аксиоми суцільного середовища
14. 1-й закон термодинаміки. Внутрішня енергія.
15. Термодинамічна ентропія.
16. Статистична ентропія Больцмана.
17. 2-й закон термодинаміки. Теорія «теплової» смерті.
18. Лінійна нерівноважна термодинаміка.
19. Відображення як модель. Діаграма Ламерея.
20. Відображення Ферхюльста.
21. Зв'язок між дискретними та неперервними моделями. Відображення Пуанкаре.
22. Фрактали, як дискретна модель. Самоподібність.
23. Системи ітерованих функцій.
24. Розмірності фрактальних множин.
25. Криві Пеано.
26. Фрактальність хаосу.
27. Порядок Шарковського.
28. Якісна теорія ДС. Фазовий простір. Фазовий об'єм.
29. Особливі точки лінійних систем. Вузол. Фокус. Сідло.
30. Сепаратриси.
31. Побудова фазового портрету системи. Поле напрямків. Метод ізоклин.
32. Атрактори динамічних систем. Регулярні атрактори.
33. Нелінійні системи. Автоколивання. Квазіперіодичні коливання.
34. Модель лінійного осцилятора із затуханням.
35. Дивні атрактори. Атрактор Лоренца.
36. Фрактальна природа дивних атракторів.
37. Дивні нехаотичні та хаотичні недивні атрактори. Відображення Арнольда.
38. Пороговий характер якісних змін у природі.
39. Поняття стійкості ДС. Моделі Лагранжа та Пуассона.
40. Стійкість за Ляпуновим.
41. Лінійний аналіз стійкості.
42. Сигнатура динамічних систем.
43. Показники Ляпунова.
44. Метод функцій Ляпунова.
45. Антропний принцип.
46. Режимы із загостренням. Темпосвіти.
47. Біфуркації. Біфуркаційні діаграми.
48. Параметричні діаграми.
49. Біфуркації положення рівноваги.
50. Біфуркація Хопфа.
51. Біфуркація «сідло-вузол».
52. М'які та жорсткі біфуркації. Теорія катастроф.
53. Біфуркації періодичних рухів. Каскад Фейгенбаума.
54. Біфуркації у дискретних моделях. Універсальність Фейгенбаума.
55. Вихід на хаотичні режими. Сценарій подвоєння періоду.
56. Сценарій Рюеля - Такенса - Ньюхауза.
57. Сценарій Помо-Манневілля.
58. Вибір сценарію хаотизації. Дерево можливих сценаріїв переходу до

	<p>хаосу.</p> <p>59. Концепція універсального еволюціонізму.</p> <p>60. Дисипативні структури.</p> <p>61. Два основні класи необоротних процесів.</p> <p>62. Активні середовища. Автохвилі.</p> <p>63. Роль флуктуацій в процесах самоорганізації.</p> <p>64. Комп'ютерні моделі ДС. Генетичні алгоритми.</p> <p>65. Клітинкові автомати. Гра «Життя». Модель Вінера-Розенблюта.</p> <p>66. Інформація з точки зору ДС. Цінність та змістовність сигналу.</p> <p>67. Вплив інформації на систему. Рецепція інформації.</p> <p>68. Мікро- та макроінформація. Генерація інформації.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>