**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 31 серпня 2020 р.)

Завідувач кафедри Г.А. Шинкаренко

Силабус з навчальної дисципліни

“Моделювання еволюційних систем”, що викладається в межах

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів зі спеціальності

122 – Комп’ютерні науки (інформатика)

**Львів 2020 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 технології122 – Комп’ютерні науки (Інформатика) |
| **Викладачі****дисципліни** | Вовк Володимир Дмитрович, доцент кафедри інформаційних системГорлач 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 (Інформатика), яка викладається в 7-му семестрі в обсязі 4-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 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 ХХІ століття від попередніх. Метою даного курсу є ознайомлення з новітніми досягненнями у цьому напрямку, які все впевненіше заявляють про необхідність грунтовного перегляду головних засад та підходів до вивчення природи.   |
| **Література для вивчення дисципліни** | **Підручники*** [Анищенко Знакомство с нелинейной динамикой](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12951)
* Кузнецов. Динамический хаос
* [Мандельброт Фрактальная геометрия природы](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=13251)
* [Эбелинг В. - Введение в теорию диссипативных структур](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12953)
* [Хакен Иерархии неустойчивостей](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=13250)
* [Пригожин. Конец определенности](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12956)
* [Рюэль. Случайность и хаос](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12966)
 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |   |
| **Обсяг курсу** | Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційта 32 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 56 год. |
| **Очікувані результати навчання** | Після завершення цього курсу студент буде знати:* 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

вміти:* застосовувати класичне, комп’ютерне та експериментальне моделювання для аналізу та керування складними системами з нелінійною динамікою в регулярних та хаотичних режимах роботи.
 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Ключові слова** | Моделювання. Нелінійна динаміка. Якісна теорія. Атрактори, флуктуації, біфуркації. Активні середовища. Дисипативні структури. Хаос. Самоорганізація. Інформаційні моделі. |
| **Формат курсу** | Очний: проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій;Дистанційний: проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій з використанням засобів відеоконференцій. |
| **Теми** | **Лекційні заняття:**1. Тематична екскурсія матеріалом курсу.
2. [Системи. Види. Ієрархія. Еволюція.](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12919)
3. [Неперервні математичні моделі.](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12920)
4. [Ентропія](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12921).
5. [Дискретні моделі. Фрактали і хаос.](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12922)
6. Методи дослідження моделей.
7. [Якісна теорія динамічних систем](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12923).
8. [Атрактори.](https://e-learning.lnu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=12924)
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.

**Лабораторні заняття:**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. Фракт.природа хаосу.
5. Реакція Білоусова-Жаботинського
6. ДА, ДНА та ХНА.
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. Глоб. нестійкість. Більярди Синая.
16. Принципи синергет. світогляду
 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Підсумковий контроль,****форма** | Екзамен у кінці семестру у формі тесту в системі онлайн навчання Moodle |
| **Пререквізити** | Для вивчення курсу студенти потребую базових знань за курсами: математичний аналіз, дискретна математика, диференціальні рівняння, чисельні методи, теорія інформації. |
| **Навчальні ме-****тоди та техніки, які будуть ви-****користовуватися під час викладання****курсу** | Презентації, лекції, підготовка студентами семінарських виступів за визначеною тематикою, написання рефератів, домашні завдання з програмної реалізації окремих методик. |
| **Необхідне об- ладнання** | Презентаційне обладнання, дошка та крейда. |
| **Критерії оці- нювання (ок- ремо для кож- ного виду нав- чальної діяль- ності)** | Поточний (семестровий) контроль за успішністю студента виконується в три етапи:* виступ з доповіддю на задану тематику (50 залікових балів);
* написання реферату за цією ж темою (20 б.);
* тестування знань у вигляді колоквіуму (30 б.);

   Кожний студент групи має самостійного 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 посортованим за алфавітом списком групи, а терміни підготовки - з розрахунку на дві доповіді за практичне заняття (починаючи з другого від початку семестру).   Оцінювання виступу виконується викладачем за наступними критеріями:* якість підібраного матеріалу (робота з літературою);
* порядок, стиль, самостійність викладання;
* доступність для слухачів, новизна, корисність та цікавість поданої інформації.

За матеріалами виголошеної доповіді має бути підготовлено написаний від руки реферат за наступним зразком:* титульний лист, зміст;
* вступ;
* основна частина;
* підсумки та висновки;
* використана література та інтернет-джерела інформації.

Терміни здачі рефератів мають забезпечити викладачу час на їхнє оцінювання до початку екзаменаційної сесії.На ближчих до екзаменаційної сесії практичних заняттях засобами системи MOODLE буде проведено колоквіум у вигляді тесту з 10 питань. Підсумковий контроль за успішністю проводиться під час іспиту.  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Академічна доброчесність**: Очікується, що роботи студентів будуть їх 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 недобро- чесності в індивідуальних завданнях студента є підставою для її незарахуван- ння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.**Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Альтернативою відвідування лекційних та лабораторних занять в університеті може бути дистанційна онлайнова 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.**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.П**олітика 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.Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. |
| **Питання до заліку чи екзамену.** | 1. Концепції детемінізму 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. Аксіоми суцільного середовища
14. 1-й закон термодинаміки. Внутрішня енергія.
15. Термодинамічна ентропія.
16. Статиcтична 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. Режими 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 хаосу.
59. Концепція універсального еволюціонізму.
60. Дисипативні структури.
61. Два основні класи необоротних процесів.
62. Активні середовища. Автохвилі.
63. Роль флуктуацій в процесах самоорганізації.
64. Комп’ютерні моделі ДС. Генетичні алгоритми.
65. Клітинкові автомати. Гра «Життя». Модель Вінера-Розенблюта.
66. Інформація з точки зору ДС. Цінність та змістовність сигналу.
67. Вплив інформації на систему. Рецепція інформації.
68. Мікро- та макроінформація. Генерація інформації.
 |
| **Опитування** | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершеннюкурсу. |