

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій

Затверджено

На засіданні кафедри оптоелектроніки та
інформаційних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету імені
Івана Франка
(протокол №8 від _____ 2020 р.)

Завідувач кафедри



Силабус з навчальної дисципліни
«Складні системи і мережі»,
що викладається в межах ОПП «Комп'ютерні науки»
третього рівня вищої освіти (доктор філософії)
для здобувачів з спеціальності
122 «Комп'ютерні науки»

Назва дисципліни	Складні системи і мережі
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. Тарнавського, 107
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології, 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Кушнір Олег Степанович, докт. фіз.-мат. наук, проф., проф.
Контактна інформація викладачів	oleh.kushnir@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/kushnir-o-s
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі онлайн-консультації через Zoom. Для погодження часу онлайн-консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://electronics.lnu.edu.ua/course/komp-iuterna-linhvistyka-its http://194.44.208.156/moodle/course/view.php?id=59
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Складні системи і мережі» є дисципліною вільного вибору аспірантів зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в 4 семестрі в обсязі 3,0 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою – ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено для одержання аспірантами теоретичних знань зі складних систем і мереж, а також для формування в них навичок ефективного застосування засвоєних знань і методів у розв'язанні відповідних прикладних задач. Представлено основи теорії систем і мереж, зокрема підходів до складних систем і мереж, класифікацію та огляд особливостей відповідних програмних продуктів, практичні приклади системного аналізу з різних галузей, а також відповідні комп'ютерні алгоритми і засоби обробки даних.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення дисципліни «Складні системи і мережі» є ознайомлення аспірантів з теоретичними основами складних систем і мереж, а також формування в них практичних навичок, які б дали змогу ефективно застосовувати засвоєні знання, алгоритми, методи та прикладні програми для аналізу систем і мереж.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: <ol style="list-style-type: none"> 1. Newman M. E. J. / The Structure and Dynamics of Networks / M. E. J. Newman, A.-L. Barabasi, D. J. Watts. – Princeton : Princeton University Press, 2006. 2. Watts D. J. / Small Worlds / D. J. Watts. – Princeton : Princeton University Press, 1999. 3. Головач Ю. Складні мережі / Ю. Головач, О. Олемскої, К. фон Фербер, Т. Головач, О. Мриглод, І. Олемскої, В. Пальчиков // Журн. фіз. дослідж. – 2006. – Т. 10, №4. – С. 247–289. 4. Newman M. E. J. The structure and function of complex networks / M. E. J. Newman // SIAM Review. – 2003. – Vol. 45, No. 2. – P. 167–256. 5. Holovatch Yu. Complex systems: physics beyond physics // Yu. Holovatch, R. Kenna, S. Thurner. – Eur. J. Phys. – 2017. – Vol. 38. – P. 023002 (19 pp.). 6. Eisler Z. Fluctuation scaling in complex systems: Taylor's law and beyond / Z. Eisler, I. Bartos, J. Kertész // Adv. Phys. – 2008. – Vol. 57, No 1. – 89–142. Додаткова література:

	<p>7. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвинг. – Москва : Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.</p> <p>8. Albert R. Attack and error tolerance of complex networks / R. Albert, H. Jeong, A. Barabasi // Nature. – 2000. – Vol. 406. – P. 378–382.</p> <p>9. Gerlach M. Testing Statistical Laws in Complex Systems / M. Gerlach, E. G. Altmann // Phys. Rev. Lett. – 2019. – Vol. 122. – P. 168301. (5 pp.).</p> <p>10. Белоногов Г. Г. Компьютерная лингвистика и перспективные информационные технологии / Г. Г. Белоногов. – Москва : Русский мир, 2004. – 248 с.</p>
Обсяг курсу	Сумарно 90 годин. Із них 32 години лекцій, 16 годин лабораторних робіт і 42 годин самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу аспірант буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знати основні методи аналізу систем і мереж, теорії, моделі та алгоритми теорії складних систем і мереж та їхнього опису, інформаційного пошуку та інтелектуального аналізу систем і мереж; - вміти аналізувати моделі складних систем і мереж, працювати з відповідними програмними продуктами, застосовувати комп'ютерну техніку для вирішення системних задач, розробляти та реалізувати відповідні алгоритми, писати прикладні програми та користуватися ними.
Ключові слова	Системний аналіз, складні системи, складні мережі, складність, самоорганізація
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для поглибленого розуміння тем
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Іспит вкінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу аспіранти потребують базових знань з дисциплін «Вища математика», «Дискретна математика», «Алгоритми та структури даних», «Чисельні методи», «Теорія ймовірності та математична статистика», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Бази даних та знань».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, презентації, лабораторні роботи, індивідуальні практичні завдання обговорення, дискусії.
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформи Moodle і Zoom, комп'ютерне програмне забезпечення
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру та під час екзаменаційної сесії за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт із таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи: 40% оцінки; максимальна кількість балів 40. • контрольні заміри (2 модулі): 10% оцінки; максимальна кількість балів 10. • іспит: 50% оцінки; максимальна кількість балів 50. <p>Загалом 100 балів.</p> <p>Контрольні заміри знань проводять у формі стандартних практичних завдань і теоретичних питань.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи аспірантів будуть їхніми оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрику-</p>

	<p>вання джерел, списування, втручання в роботу інших аспірантів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі аспіранта є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату або спроб обману.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі аспіранти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Аспіранти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Аспіранти зобов'язані дотримуватися всіх термінів, визначених для виконання видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку аспіранти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Аспіранти також заохочуються до використання іншої літератури та джерел, зокрема наукової літератури, яка відсутня серед обов'язкової та рекомендованої.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на поточному опитуванні, самостійній роботі та бали підсумкового контролю знань. Обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність аспіранта під час лабораторних занять; наголошується на неприпустимості пропусків або запізнь на заняття, користування мобільним телефоном, планшетом або іншими мобільними пристроями під час занять з метою, не пов'язаною з навчанням, списування та плагіату, несвоєчасного виконання поставлених завдань і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до контрольних робіт	Перелік питань і завдань для проведення підсумкової оцінки знань усіх тем курсу до контрольних робіт розміщено на веб-сторінці.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год.	Термін виконання
1, 2	Вступ. Системи та мережі. Системний підхід. Типи систем і мереж. Системи і мережі в реальному світі. Соціальні, інформаційні, технологічні та біологічні мережі.	Лекція	1, 7	Класифікація та кластеризація елементів систем, 2 год.	3 тиж. семестру
3, 4	Властивості систем і мереж. Зв'язки, кластеризація та кореляції. Структура систем і мереж. Складні системи та мережі. Поняття складності.	Лекція	1, 3, 4, 5	Дослідження кореляцій у складних системах, 2 год.	5 тиж. семестру
5, 6	Дискретні моделі опису. Рандомні графи. Пуассонівська та конфігураційна моделі. Скервовані графи. Кореляції зв'язків.	Лекція	1, 4	Застосування графів до опису мереж, 2 год.	7 тиж. семестру
7, 8	Моделі зростання мереж. Модель Прайса. Моделі Саймона та Поля. Модель Барабасі-Альберта.	Лекція	1, 4, 8	Генерування текстів за моделями Саймона та урни Поля, 2 год.	9 тиж. семестру
9, 10	Основні процеси в мережах. Теорія перколяції. Стійкість. Пошук і навігація в мережах. Фазові переходи.	Лекція	3, 4, 5	Інформаційний пошук і мережах, 2 год.	11 тиж. семестру
11, 12	Флуктуації в складних	Лекція	4, 6, 9	Програмування	13 тиж.

	системах. Флуктуації в часі та в ансамблях. Ергодичність систем. Емпіричні приклади.			опрацювання лінгвістичних систем, 2 год.	семестру
13, 14	Аналіз флуктуацій в складних системах. Загальний формалізм. Класи універсальності. Основні моделі. Рандомні прогулянки. Скейлінг і фрактальні системи.	Лекція	4, 6, 9	Розрахунок статистичних флуктуацій і закону Тейлора в складних системах, 2 год.	15 тиж. семестру
15, 16	Ефект тісного світу. Кластеризаційний коефіцієнт. Середня довжина шляху. Властивості тісного світу.	Лекція	2, 3, 5, 6	Вивчення параметрів штучних і рандомних мереж, 2 год.	16 тиж. семестру