

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної економіки, економетрії,
фінансової та страхової математики

Затверджено

на засіданні кафедри математичної
економіки, економетрії, фінансової та
страхової математики
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 12 від 30 серпня 2022 року)



Завідувач кафедри

Кирилич В. М.
МЕХАНІКО-
МАТЕМАТИЧНИЙ
ФАКУЛЬТЕТ

проф. Кирилич В. М.

Силабус з навчальної дисципліни
«Теорія ігор та дослідження операцій»,
що викладається в межах ОПШ «Комп'ютерна алгебра, криптологія та теорія ігор»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів
із спеціальності 111 – математика

Назва дисципліни	Теорія ігор та дослідження операцій	
Адреса викладання дисципліни	Механіко-математичний факультет, ауд. 354	
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет, кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики	
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 – математика і статистика; 111 – математика	
Викладачі дисципліни	Козицький В.А., к.ф.-м.н., доцент Прокопишин І.А., к.ф.-м.н., доцент	
Контактна інформація викладачів	valerii.kozytskyi@lnu.edu.ua	
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	ауд. 354 – кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики, понеділок з 15.00 он-лайн консультації valerii.kozytskyi@lnu.edu.ua	
Сторінка дисципліни	https://new.mmf.lnu.edu.ua/department/meefsm	
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Теорія ігор та дослідження операцій» є нормативною дисципліною із спеціальності 111 – математика для освітньої програми «Комп'ютерна алгебра, криптологія та теорія ігор» підготовки бакалавра, яка викладається в V-VI семестрі в обсязі 7 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)	
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено так, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб будувати теоретико-ігрові моделі для аналізу соціально-економічних процесів. У дисципліні представлено основи теорії некооперативних ігор та застосування до моделювання соціально-економічних процесів.	
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення нормативної дисципліни «Теорія ігор та дослідження операцій» є ознайомлення студентів із завданнями математичного та ігрового моделювання для оволодіння його сучасними підходами та інструментами, надання фундаментальних знань з концепцій, методів і технологій дослідження задач, забезпечення належної базової математичної підготовки студентів та формування вмінь застосовувати свої знання для аналізу економічних і суспільних процесів та явищ.	
Література для вивчення дисципліни	1. Козицький В.А. Математична теорія некооперативних ігор. Ігри в нормальній формі: концепції розв'язання. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2023. – 260 с. 2. Мащенко С.О., Волошин О.Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 336 с. 3. Кирилич В.М., Козицький В. А. Дослідження операцій. Моделі і задачі. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 137 с. 4. Козицький В.А. Опуклі структури, методи оптимізації та їхнє застосування в економічному аналізі. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 448с.	

	<p>3. Моклячук М. П. , Ямненко Р.Є. Лекції з теорії вибору та прийняття рішень. Навчальний посібник. - К.: ТВіМС, 2007 — 254 с.</p> <p>4. Maschler M. (2020) Game theory. - Cambridge. -- 1050 p.</p> <p>5. Kamhoua C.A. (2021) Game Theory and Machine Learning for Cyber Security. - Wiley-IEEE Press -- 547 p.</p> <p>6. Taha H, (2016) Operations Research: An Introduction. 10th Edition. Pearson. – 850 p.</p>	
Обсяг курсу	210 годин. З них: 128 години аудиторних занять (64 години лекцій і 64 години практичних занять) та 82 год. самостійної роботи	
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Знати теоретичні базові поняття та концепції розв’язання некооперативних ігор. – Вміти проводити теоретико-ігрове моделювання соціально-економічних процесів та аналізувати отримані результати. <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання: ЗК1, ЗК2, ЗК3, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК9, ЗК13, СК1, СК2, СК3, СК5, СК6, СК7, СК9, СК11, РН3, РН5, РН6, РН9, РН10, РН11, РН12, РН13, РН15, РН17, РН20, РН21.</p>	
Ключові слова	Гра в нормальній формі, рівновага за Нешом, біматрична гра, неперервна гра, змішані стратегії, гра в екстенсивній формі, метод зворотньої індукції, повторювальні ігри, оптимальність за Парето, задача лінійної оптимізації, еволюційно стійкі стратегії, корельована рівновага, задачі математичної оптимізації, динамічне програмування, потоки в мережі, задачі комівояжера, задачі управління запасами.	
Формат курсу	Очний	
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.	
Теми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ігри в нормальній формі. Концепції розв’язання. 2. Рівновага за Нешом. Моделі олігополістичної конкуренції. 3. Рівноважні точки в грі двох осіб з нульовою сумою. 4. Змішане розширення скінченої гри. Обчислення рівноваги за Нешом. 5. Біматричні ігри. Концепції розв’язання. 6. Матричні ігри. Обчислення оптимальних стратегій. 7. Існування рівноваги за Нешом. 8. Неперервні ігри. Змішане розширення гри. Опуклі, увігнуті ігри. Теорема Нікайдо-Ісоди. 9. Ігри в екстенсивній формі. Рівноважні точки гри. 10. Рафінування рівноваги Неша. 11. Оптимальні статистичні рішення. 12. Задачі математичної оптимізації. Задачі векторної оптимізації. 13. Цілочислова задача лінійної оптимізації. 14. Динамічне програмування. 15. Потоки в мережі. 16. Задача комівояжера. 17. Задачі управління запасами. 	
Підсумковий контроль, форма	Іспит в кінці кожного семестру Іспит – письмовий	
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з	

	математичного аналізу, лінійної алгебри, теорії ймовірності та математичної статистики достатніх для сприйняття категоріального апарату теорії некооперативних ігор і методів оптимізації.	
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, дискусії.	
Необхідне обладнання	Використання ноутбуку, доступ до інтернету, Office 365	
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"> • Індивідуальні/самостійні проекти: 25% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 25; • контрольні заміри (модулі): 25% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 25; • іспит: 50% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 50. <p>Загалом протягом семестру 100 балів.</p> <p>Письмові роботи: Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (індивідуальні завдання, колоквіум).</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їхніми оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів письмових робіт, 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, набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>	
Питання до	Питання які виносяться на іспит	

<p>екзамену (чи питання до контрольної роботи)</p>	<p>Теорія ігор і дослідження операцій.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Класифікація ігор. • Рівновага в домінуючих стратегіях. • Оптимальність за Парето. • Рівновага в максимінних стратегіях. • Рівновага Неша. Теорема Гліксберга, Дебре, Фана. Теорема Нікайдо-Ісоди. • Теорема фон Неймана про мінімакс. Теорема Вілля. • Рівновага Неша , домінування та індивідуальна раціональність. • Рандомізація гри. Змішане розширення скінченої гри. Рівновага Неша у змішаних стратегіях. Фундаментальна теорема рівноваги Неша. • Раціоналізація гри. • Матричні ігри, теорема про мінімакс. Обчислення оптимальних стратегій гри. Задача лінійної оптимізації. Теорема двоїстості і умови доповняльності. Зведення матричної гри до пари двоїсних задач лінійної оптимізації. Зведення задачі лінійної оптимізації до матричної гри. • Біматричні ігри. Метод свастики обчислення рівноваги Неша. • Неперервні ігри. Обчислення рівноваги в грі на одиничному квадраті. Змішане розширення неперервної гри. Обчислення рівноваги Неша для неперервної гри у змішаних стратегіях.. • Некооперативні ігри олігополії. Існування рівноваги Неша. Перевірка умов теореми Нікайдо-Ісоди. • Рафінування рівноваги Неша. Еволюційно стійкі стратегії. Корельована рівновага. • Ігри в екстенсивні формі. Метод зворотної індукції. • Оптимальні статистичні рішення. • Задача векторної оптимізації. Принцип оптимальності. • Задача комбінаторної оптимізації. • Задачі потоку в мережі. • Задача динамічної оптимізації. • Лінійні виробничі ігри. • Задача комівояжера. • Задачі управління запасами. 	
<p>Опитування</p>	<p>Анкет-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенні курсу.</p>	

Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота	Література для вивчення дисципліни	Завдання, год.	Термін виконання
1	Предмет і метод теорії некооперативних ігор. Причини включення теорії некооперативних ігор до моделювання соціально-економічних процесів.	лекція, практична	1,4,5	Опрацювати питання лекції, практичної, 2 год л.	
2-3	Гра в нормальній формі: концепції розв'язання.	лекція, практична	1,4,5	Опрацювати питання лекції, практичної, 4 год л. 6 год. пр.	
4-5	Рівновага Неша: теорія і застосування. Моделі олігополістичної конкуренції.	лекція, практична	1, 5,6	Опрацювати питання лекції, практичної, 4 год л. 4 год. пр.	
6	Рівноважні точки в грі двох осіб з нульовою сумою.	лекція, практична	1,2,4,5	Опрацювати питання лекції, практичної, 2 год л. 2 год. пр.	
7-10	Змішане розширення скінченої гри. Обчислення рівноваги за Нешом. Існування рівноваги Неша. Рафінування рівноваги Неша.	лекція, практична	1,2,4,5	Опрацювати питання лекції, практичної, 8 год л. 8 год. пр.	
11-12	Біматричні ігри.	лекція, практична	1,2,5	Опрацювати питання лекції, практичної, 4 год л. 4 год. пр.	
13-14	Матричні ігри.	лекція, практична	<u>1,2,4</u>	Опрацювати питання лекції, практичної,	

				4 год л. 4 год. пр.	
15-17	Змішане розширення неперервної гри. Опуклі, увігнуті ігри.	лекція, практична	1,5,6	Опрацювати питання лекції, практичної, 6 год л. 6 год. пр.	
18-19	Сильна рівновага.	лекція, практична	1,4	Опрацювати питання лекції, практичної, 4 год л. 4 год. пр.	
20-23	Ігри в екстенсивній формі. Метод зворотньої індукції.	лекція, практична	1,4	Опрацювати питання лекції, практичної, 8 год л. 8 год. пр.	
24-32	Оптимальні статистичні рішення. Задачі векторної оптимізації. Задачі робастної оптимізації. Динамічне програмування. Потоки в мережі. Задача комівояжера. Задачі управління запасами	лекція, практична	2,3,5,6	Опрацювати питання лекції, практичної, 18 год л. 18 год. пр.	