

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

МЕХАНІКО-
МАТЕМАТИЧНИЙ
ФАКУЛЬТЕТ

проф. Кирилич В. М.

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

Назва дисципліни	Математична теорія кооперативних ігор
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
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 Валерій Андрійович, 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 «Математична теорія кооперативних ігор» є нормативною дисципліною із спеціальності 111 – Математика для освітньої програми «Комп'ютерна алгебра, криптологія та теорія ігор» підготовки бакалаврів, яка викладається в VIII семестрі в обсязі 3 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено так, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб будувати математичні моделі для аналізу мікроекономічних та соціальних процесів. У дисципліні представлено огляд теорії некооперативних ігор, задачу переговорів Неша, основи математичної теорії кооперативних ігор, концепції їх розв'язання та застосування до задач дослідження операцій.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення нормативної дисципліни «Математична теорія кооперативних ігор» 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Козицький В. А. (2016). Математична теорія кооперативних ігор. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 414 с. 2. Козицький В. А, Кирилич В. М. (2012). Дослідження операцій. Моделі та задачі. Навчальний посібник. Львівський національний університет імені Івана Франка. 137 с. 3. Maschler, M., E. Solan, S. Zamir. (2020). Game theory. Cambridge University Press. – 976 p. 4. P. Borm, H. Hamers, R. Hendrickx. (2001). Operations research games: a survey. Top, Springer. Vol.9, N 2, pp. 139-216. 5. I. Curiel (1997). Cooperative game theory and applications. – Kluwer academic publishers. - 190 p. 6. Hougard J. (2009) In Introduction to Allocation Rules. -- Springer-Verlang. -- 154 pp. 7. Kozytskyy, V., Pabyrivska, N., Beregova, G. (2021). Modeling of

	Wages and Prices Behavior: System Dynamic Approach. WSEAS Transactions on Computers. 21, pp. 44-50.
Обсяг курсу	90 годин. З них: 72 години аудиторних занять (36 години лекцій і 36 години практичних занять) та 18 год. самостійної роботи
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде: <ul style="list-style-type: none"> – Знати теоретичні базові поняття та властивості задачі переговорів Неша, методів побудови характеристичної функції, концепції розв'язання кооперативних ігор з трансферабельною корисністю. – Вміти досліджувати, аналізувати і розв'язувати задачі дослідження операцій та ігри голосування, обчислювати значення Шеплі, нуклеолус, розв'язки Харшаньї, С- ядро. <p>Курс забезпечує набуття таких компетентності та програмних результатів навчання: ЗК1, ЗК2, ЗК3, ЗК7, ЗК8, ЗК9, ЗК13, СК1, СК2, СК4, СК5, СК6, СК7, СК11, РН3, РН4, РН5, РН6, РН9, РН10, РН11, РН13, РН18, РН20, РН21, РН22, РН24.</p>
Ключові слова	Задача Неша. Характеристична функція. TU – гра, значення Шеплі, С-ядро, розв'язки Харшаньї, нуклеолус. Задачі з розподілу витрат. Задача банкрутства. Лінійні виробничі ігри. Задачі розподілу потоків. Ігри керування запасами. Ігри голосування. Індокси впливу.
Формат курсу	Очний Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Задача Неша. Формулювання задачі. Аксиоми Неша. Розв'язок Неша. Розв'язок Калаї-Смородинського. Розв'язок Перлеса-Машлера. 2. TU- ігри. Характеристична функція. Приклади побудови функції. Основні властивості TU- ігор. 3. Концепції розв'язку гри. Поділи гри. С- ядро гри. Збалансовані ігри. Теорема Шеплі. СС-ядро гри. Множина Вебера. 4. Значення Шеплі. Формули обчислення значення Шеплі. 5. Нуклеолус. Обчислення нуклеолуса. Нуклеолус компромісно стійких ігор. 6. Переговорна множина Аумана-Машлера. 7. τ – значення. Розв'язки Харшаньї. 8. Кооперативні ігри та задачі з розподілу витрат. 9. Задача банкрутства. 10. Задача аеропорт. 11. Лінійні виробничі ігри.
Підсумковий контроль, форма	Іспит в кінці семестру Іспит – письмовий
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з математичного аналізу, лінійної алгебри, опуклих структур, достатніх для сприйняття категоріального апарату дослідження задач кооперативної теорії ігор.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, практичні заняття, дискусії, консультації.
Необхідне обладнання	Використання ноутбуку, доступ до інтернету, Office 365

<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<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, колоквиум).</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>
<p>Питання до екзамену (чи питання до контрольної роботи)</p>	<p>Питання які виносяться на іспит</p> <p>Математична теорія кооперативних ігор</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Некооперативна гра в нормальній формі. Рівновага Неша. Існування рівноваги Неша. Рафінування рівноваги Неша для скінчених ігор. 2. Задача Неша. Розв'язок Неша. Аксиоми Неша. 3. Розв'язок Калаї-Смородинського. 4. Кооперативна гра у формі характеристичної функції; α, β – характеристичні функції. Лінійний простір ігор. Базис. 5. Основні властивості кооперативних ігор. 6. (Перед)поділи гри. 7. Концепції розв'язання гри. Значення Шеплі, вагове значення Шеплі, значення Банзафа, розвязки Харшанї, τ-значення. 8. С-ядро гри. Збалансовані ігри. Цілком збалансовані ігри. 9. Прості ігри. С-ядро простої гри. 10. СС-ядро гри. Компромісно допустимі і компромісно стійкі ігри.

	<ol style="list-style-type: none"> 11. Множина Вебера. Опуклі ігри та співвідношення між множиною Вебера і С-ядром гри. 12. Формули обчислення значення Шеплі. Характеризація значення Шеплі: теорема Шеплі, 13. Нуклеолус гри. Властивості. 14. τ-значення, функція недостатності, вектор поступки. Теорема Driessen-Tijs. 15. Задача раціонування, правила раціонування, порівняння правил. 16. Задача розподілу витрат. Принцип відокремлення витрат. Принцип відсутності субсидій. С-ядро гри розподілу витрат. 17. Правила розподілу витрат. 18. Розподіл Лоренца. Ядро Лоренца, Обмежений егалітарний розв'язок. Алгоритм Дуга-Рея. 19. τ-значення. Сепарабельний метод. АСА-метод. Метод рівного розподілу несепарабельних витрат. Співвідношення між цими методами. 20. Задача заощадження. Вектор рівного розподілу несепарабельного прибутку. 21. Множина Оуена. 22. Задача аеропорт, гра аеропорт та її інтерпретація. Значення Шеплі та нуклеолус гри аеропорт. 23. Задача банкрутства. Правила поділу майна. CG-сумісність і коаліційні утворення. Теорема Аумана-Машлера. Гра банкрутства та її властивості. 24. Лінійні виробничі ігри та їхні властивості. Концепція розв'язання гри. Обчислення множини Оуена та її інтерпретація.
Опитування	Анкет-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенні курсу.

Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, практична	Література для вивчення дисципліни	Завдання, год.	Термін виконання
1	Некооперативна гра в нормальній формі. Рівновага Неша.	лекція, практична	1. Козицький В. А. (2016). Математична теорія кооперативних ігор. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 414 с. 2. M. Maschler, E. Solan, S. Zamir. (2020). Game theory. Cambridge University Press. – 976 p. 3. P. Borm, H. Hamers, R. Hendrickx. (2001). Operations research games: a survey. Top, Springer. Vol.9, N 2, pp. 139-216. 4. I. Curiel (1997). Cooperative game theory and applications. – Kluwer academic publishers. - 190 p. 5. Hougaard J. (2009) In Introduction to Allocation Rules. -- Springer-Verlang. -- 154 pp.	Опрацювати питання лекції, практичної, 2 год л. 2 год. пр.	
2	Задача Неша. Аксиоми Неша. Розв'язок Калаї-Смородинського. Розв'язок Перлеса-Машлера. Егалітарний та утилітарний розв'язок. Розв'язок Калаї-Розенталя.	лекція, практична		Опрацювати питання лекції, практичної 4 год л. 4 год. пр.	
3	TU-гра. Характеристична функція. Приклади. Властивості TU-ігор.	лекція, практична		Опрацювати питання лекції, практичної 2 год л. 2 год. пр.	
4-5	Поділи гри. Концепції розв'язку гри. С-ядро гри. Збалансовані ігри. Теорема Шеплі. СС-ядро. Компромісно стійкі ігри. Опуклі ігри і множина Вебера.	лекції, практична		Опрацювати питання лекцій, практичних 8 год. л. 8 год. пр.	
6	Значення Шеплі. Характеризація значення Шеплі. Формули обчислення значення Шеплі.	лекція, практична		Опрацювати питання лекції, практичної 4 год. л. 4 год. пр.	
7-8	Нуклеолус гри. Обчислення нуклеолуса гри для компромісно стійких ігор. Переговорна множина Аумана-Машлера. τ – значення гри. Розв'язки Харшаньї.	лекція, практична		Опрацювати питання лекцій, практичних 6 год. л. 6 год. пр.	
9	Задачі розподілу витрат. Лінійні виробничі ігри.	лекція, практична		Опрацювати питання лекції, практичної 6 год. л. 6 год. пр.	
10-16	Задача банкрутства. Задачі дослідження операцій.	лекції, практичні		Опрацювати питання лекцій,	

				практичних 4 год. л. 4 год. пр.	
--	--	--	--	---------------------------------------	--