

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

Львівського національного університету
імені Івана Франка

(протокол № 1 від 29.08.2020 р.)



В.о. зав. кафедри д. ф.-м. н., проф. Кирилич В.М.

Силабус з навчальної дисципліни
“Теорія ігор”,
що викладається в межах ОПП “ Статистичний аналіз даних ”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності
112 - Статистика.

Львів - 2020

Назва дисципліни	Теорія ігор
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1, 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 та статистика 112 - Статистика
Викладачі дисципліни	Козицький В.А., кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
Контактна інформація викладачів	valerii.kozytskyi@lnu.edu.ua
Консультації з дисципліни – теорія ігор	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, ауд. 364. м. Львів, вул. Університетська, 1
Інформація про дисципліну	Дисципліна “ Теорія ігор ” є нормативною дисципліною зі спеціальності 112 – Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 7-8-му семестрах в обсязі 6-ти (3+3) кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс розроблено для ознайомлення студентів з основними ідеями, результатами та методами сучасного теоретико-ігрового моделювання соціально-економічних процесів, захисту інформації та зі створення систем керування і аналізу даних.
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> формування у майбутніх спеціалістів повноцінних теоретичних знань та практичних навичок із застосуванням теорії ігор до побудови моделі захисту інформації, а також збирати та аналізувати дані для забезпечення якості прийняття проектних рішень <i>Цілі:</i> викласти базові поняття та концепції розв’язання некооперативних і кооперативних ігор, сформуванню вміння побудови математичних моделей конфліктних ситуацій і співпраці для прийняття оптимальних рішень.
Література для вивчення дисципліни	1. Козицький В.А. (2016) Математична теорія кооперативних ігор. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, – 416 с. 2. Козицький В.А. (2020) Математична теорія некооперативних ігор. Ігри в нормальній формі: концепції розв’язання. [Електронна версія на сайті курсу]. 3. Maschler M. (2020) Game theory. Cambridge University Press; 2nd edition. -- 1050 p. 4. Boi Faltings, Goran Radanovic (2017) Game Theory for Data Science: Eliciting Truthful Information. Morgan & Claypool. – 135 p.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 180 годин. Аудиторних занять: 58 год., з них 29 год. лекційних та 29 год. практичних занять. Самостійної роботи: 122 год.
Очікувані	У результаті вивчення даного курсу студент буде:

<p>результати навчання</p>	<p>знати: класифікацію ігор, рівновага Неша та її уточнення, корельована рівновага, байєсівська рівновага, задача Неша, значення Шеплі, С-ядро, розв'язки Харшанї, переговорна множина Машлера, множина Оуена, індекси впливу;</p> <p>вміти: застосовувати теорію ігор для оцінки впливу прийняття рішення в умовах невизначеності; формалізувати об'єкти аналізу в конфліктні моделі з використанням методів Data Science, підвищити рівень якості даних із застосуванням методів теорії ігор; проводити аналіз, розв'язувати та візуалізувати кооперативні ігри з передатною корисністю. В результаті засвоєння матеріалу даного курсу студент набуде таких загальних (ЗК) і спеціальних (фахових) (СК) компетентностей: ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК-3. Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності. ЗК-6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК-8. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел. ЗК-12. Здатність працювати автономно. ЗК-13. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків. СК-2. Здатність застосовувати у професійній діяльності знання та навички в галузях теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії випадкових процесів. СК-3. Здатність здійснювати логічні математичні міркування із чітким зазначенням припущень та висновків. СК-5. Здатність до кількісно-статистичного мислення. СК-6. Здатність до ймовірнісного мислення, що передбачає сприйняття стохастичної природи явищ. СК-7. Здатність робити якісні висновки з кількісних даних. СК-8. Уміння працювати з інформаційними базами даних. СК-9. Здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження та аналізувати дані цих досліджень. СК-10. Здатність проводити дослідження ймовірнісно-статистичних моделей та інтерпретувати одержані результати. СК-11. Здатність використання обчислювальної техніки, спеціалізованих мов програмування та програмних засобів для розв'язання задач і здобуття додаткової інформації. СК-12. Здатність застосовувати ймовірнісно-статистичні методи в міждисциплінарному контексті. СК-14. Здатність до аналізу основ і властивостей статистичних алгоритмів та розуміння переваг і обмежень тих чи інших підходів, у тому числі до оцінки їх обґрунтованості й ефективності. СК-15. Здатність аналізувати основи і властивості базових економічних та фінансових структур, інтерпретувати показники фінансової діяльності, користуватися методами оптимального керування економічних та природних процесів. СК-16. Здатність застосовувати у професійній діяльності знання та навички з машинного навчання, обробки зображень і природної мови. СК-17. Здатність моделювати та пояснювати дані просторових і часових вибірок за допомогою знань і навичок з регресійного аналізу. і здобуде такі результати навчання (РН): РН-12. Вміти збирати та обробляти дані, застосовувати статистичні</p>
-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>процедури для аналізу даних за допомогою обчислювальної техніки та програмних засобів.</p> <p>РН-15. Володіти математичними та статистичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів математичних моделей, статистичними методами інтерпретації та обробки числових даних.</p> <p>РН-17. Знати методи моделювання природничих та/або соціальних процесів.</p> <p>РН-19. Вміти оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.</p> <p>РН-20. Вміти використовувати ймовірнісні та статистичні методи аналізу фінансових показників діяльності суб'єктів ринку.</p>
Ключові слова	Рівновага Неша, теорема Неша, задача Неша, корельована рівновага, байєсівська рівновага, значення Шеплі, С-ядро, змішана стратегія, еволюційно стійка стратегія, машинне навчання, багатоагентні системи.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці кожного семестру
Пререквізити	<p>Для вивчення даного курсу студенти повинні мати базові знання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математичний аналіз; - дискретна математика і лінійна алгебра; - теорія ймовірності і статистика; - методи оптимізації.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія)
Необхідне обладнання	<p>Для проведення лекційних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа (в т.ч. проектор).</p> <p>Для проведення практичних/лабораторних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet.</p> <p>Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows 10, програмні додатки (MS Teams, MS Excel, Jupyter Notebook з вбудованим компілятором мови програмування Python).</p>
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"> • змістовий модуль 1: 5 балів семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 20 балів семестрової оцінки за виконання контрольної роботи в аудиторії, 5 балів семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 30. • змістовий модуль 2: 5 балів семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 20 балів семестрової оцінки за виконання контрольної роботи в аудиторії, 5 балів семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 30.

- змістовий модуль 3: 5 балів семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 20 балів семестрової оцінки за виконання контрольної роботи в аудиторії, 5 балів семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 30.
- контрольне тестування: 10 балів семестрової оцінки.

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть самостійними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять приклади академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

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. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт в аудиторії, які передбачені 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.

Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі 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; несвочасне виконання поставленого завдання і т. ін.**

Оцінювання контрольних робіт (3 змістових модулі містять по 5 практичних задач кожен, загалом 15 практичних задач, максимальна кількість балів: 60, і по 5 теоретичних питань – загалом 15 балів) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення практичної роботи в аудиторії (0-4 балів за одну задачу і 0-1 бал за теоретичне питання).

Бали оцінювання аудиторного виконання практичних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

- 4 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі;
- 3 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи розв'язання задачі, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі;
- 2 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі;
- 1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі;
- 0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал.

	<p>Теоретичні питання оцінюються 1 бал правильна відповідь і 0 балів неправильна відповідь.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти: Нарахування балів відбувається за публікацію студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, за участь студента у діяльності наукових гуртків, семінарів, круглих столів, конкурсів, участь у заходах неформальної освіти, за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах провідних ІТ компаній за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни</p>
Питання для контрольного тестування.	<p>Основні поняття теорії ігор, рівновага Неша, теорема Неша, фундаментальна теорема Неша, теорема Нікайдо-Ісоди, змішане розширення скінченої і неперервної гри, алгоритми обчислення рівноваги Неша, еволюційно стійка стратегія, корельована рівновага, теорема Гліксберга, байєсівська гра, характеристична функція, значення Шеплі, С-ядро, збалансована гра, теорема Шеплі-Бондарєвої, переговорна множина Машлера, задача Неша. правила переговорів.</p>
Опитування	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “Теорія ігор”
для студентів спеціальності 112 - Статистика**

Тижні	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год СР	Літе- ратура
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год		
1	2	3	4	5	6	7
1, 2	Ігри в нормальній формі та концепції розв’язання. Моделі, приклади.	2	Обчислення рівноваги в домінуючих стратегіях, максимінних (безпекових) стратегіях. Процедура раціоналізації.	2	8	[2], [3],
3, 4	Рівновага Неша. Існування рівноваги Неша для скінчених і неперервних ігор. Теорема Неша. Теорема Нікайдо-Ісоди. Оптимальні стратегії ігор двох осіб з нульовою сумою. Теорема фон Неймана про мінімакс.	4	Моделі, застосування і алгоритм обчислення рівноваги Неша	2	8	[2], [3], [4]
5, 6	Змішане розширення скінченої гри. Змішане розширення біматричної і матричної гри.	2	Контрольна робота з обчислення рівноважних профілів гри. Раціоналізація гри. Теоретично-письмове опитування 15хв	2	8	[2], [3], [4]
7, 8	Біматрична гра, моделі і застосування.	2	Матрична гра, моделі і застосування	2	4	[2], [3], [4]
9, 10	Задача нелінійної оптимізації. Застосування умов оптимальності Куна-Таккера до обчислення рівноваги Неша. Рівновага Штакельберга.	2	Обчислення еволюційно стійких стратегій. Обчислення корельованої рівноваги. Байєсівка рівновага.	2	8	[2], [3], [4]
11, 12	Змішане розширення непервної гри. Теорема Глікєсберга.	2	Контрольна робота на обчислення еволюційно стійких стратегій, корельованої рівноваги, байєсівської рівноваги. Теоретично-письмове опитування 15хв	2	8	[2], [3], [4]
13, 14	Застосування теорії ігор в аналітиці ієликих даних.	2	Уточнення концепції рівноваги Неша.	2	10	[2], [3], [4]
15, 16	Приклади інтеграції теорії ігор в інформаційних системах.	2	Контрольна робота на обчислення рівноваги Штакельберга і рівноваги Неша з умов оптимальності Куна-Таккера. Теоретично-письмове опитування 15хв.	2	4	[2], [3], [4]
	Разом	16		16	58	[2], [3],

1, 2	Задача Неша. Аксиоми Неша. Правила переговорів.	2	Побудова характеристичної функції. Множина поділів кооперативної гри Правила обчислення значення Шеплі. Розв'язки Харшаньї. С-ядро гри. Нуклеолус.	4	10	[1], [3]
3, 4	Кооперативні ігри. Моделі і застосування. Основні властивості.	2	Застосування теорії ігор в аналітиці великих даних	2	10	[1], [3], [4]
5, 6	Збалансовані ігри. Теорема Шеплі-Бондарєвої.	2	Контрольна робота на обчислення характеристичної функції, множини поділів, значення Шеплі і С-ядра	2	8	[1], [3], [4]
7, 8	Переговорна множина Машлера. Множина Оуена. Моделі застосування	2	Застосування теорії кооперативних ігор до розв'язання задач дослідження операцій.	2	8	[1], [3]
9, 10	Моделі задач розподілу витрат	2	Контрольна робота на розв'язання задач розподілу потоку в мережі.	2	8	[1], [3], [4]
11, 12	Підвищення рівня якості даних із застосуванням методів теорії ігор.	2	Аналіз, розв'язання та візуалізація кооперативних ігор з передатною корисністю.	2	10	[1], [3], [4]
13	Підсумковий колоквиум. Залік	1	Контрольна робота на розв'язання задачі аеропорт, гри про призначення та гри керування запасами.	1	10	[1], [3], [4]
		13		13	64	
	Разом	29		29	122	
	Викладач: Козицький В. А.		Викладач: Козицький В.А.			