

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь



Затверджено

На засіданні
кафедри математичної статистики і
диференціальних рівнянь
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 22.06.2023 р.)

Завідувач кафедри: Олег БУГРІЙ

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

Львів 2023 р.

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 статистики і диференціальних рівнянь
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 - Математика та статистика 112 – Статистика
Викладачі дисципліни	Бугрій О.М., доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
Контактна інформація викладачів	oleh.buhrii@lnu.edu.ua , http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/buhrii_o_m ;
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 267. м. Львів, вул. Університетська, 1
Сторінка курсу	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/tigor-112-bak23
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Теорія ігор” є дисципліною вільного вибору студента з спеціальності 112 – Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 7-му та 8-му семестра в обсязі 6 (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, сформувати вміння побудови математичних моделей конфліктних ситуацій і співпраці для прийняття оптимальних рішень.
Література для вивчення дисципліни	1. Козицький В.А. <i>Математична теорія кооперативних ігор</i> . Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2016. 2. Козицький В.А. <i>Математична теорія некооперативних ігор. Ігри в нормальній формі: концепції розв’язання</i> . Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2023. 3. Maschler M. <i>Game theory</i> . Cambridge University Press, 2020. 4. González-Díaz J., García-Jurado M., Fiestras-Janeiro G. <i>An Introductory Course on Mathematical Game Theory and Applications</i> . AMS, 2023. 5. Kamhoua C.A. <i>Game Theory and Machine Learning for Cyber Security</i> . Wiley-IEEE Press, 2021. 6. Faltings B., Radanovic G. <i>Game Theory for Data Science: Eliciting Truthful Information</i> . Morgan & Claypool, 2017.

Обсяг курсу	Загальний обсяг: 180 (90+90) годин. Аудиторних занять: 58 (32+26) год., з них 29 (16+13) год. лекційних та 29 (16+13) год. практичних занять. Самостійної роботи: 122 (58+64) год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення даного курсу студент буде: 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; 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.
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 семестру
Пререквізити	Для вивчення даного курсу студенти потрібні базові знання з: - Математичний аналіз. - Лінійна алгебра і аналітична геометрія. - Теорія ймовірностей. - Математична статистика. - Методи оптимізації та керування.
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	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). Для проведення практичних/лабораторних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3, 4ГБ оперативної пам'яті), доступ до мережі Internet. Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows 10, програмні додатки (MS Teams).
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали кожного семестру нараховуються за наступним співвідношенням: • 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 оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої 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/лабораторні 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, 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.

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; несвоєчасне 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

	<p>надає помилкові відповіді на питання по темі; 0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал.</p> <p>Теоретичні питання оцінюються 1 бал правильна відповідь і 0 балів неправильна відповідь.</p> <p>Оцінювання контрольного тестування (завдання з тематики кожного змістового модуля) відбувається шляхом оцінки письмових відповідей студента на поставлені запитання.</p> <p>Відсотки нарахування балів оцінювання відповіді на кожне запитання нараховуються за наступним співвідношенням: 80-100% – тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно; 50-79% – відтворюється значна частина розглянутої теми, проте присутні неточності та/або невідповідності; 25-50% – виявлено множинні неточності та невідповідності, пояснення відсутні чи частково помилкові; 0-25% – тему майже не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи.</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>
<p>Питання для контрольного тестування</p>	<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-Бондаревої, переговорна множина Машлера, задача Неша. правила переговорів.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “Теорія ігор”
для студентів спеціальності 112 – Статистика
7-й семестр**

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
7-й семестр						
1, 2	Ігри в нормальній формі та концепції розв’язання. Моделі, приклади.	2	Обчислення рівноваги в домінуючих стратегіях, максимінних (безпекових) стратегіях. Процедура раціоналізації.	2	7	[2], [3], [4],
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.	2	Моделі, застосування і алгоритм обчислення рівноваги Неша	2	7	[2], [3], [4], [5], [6],
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	7	[2], [3], [4], [5], [6]
7, 8	Біматрична гра, моделі і застосування.	2	Матрична гра, моделі і застосування	2	7	[2], [3], [4], [5], [6]
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	7	[2], [3], [4], [5], [6]
11, 12	Змішане розширення непервної гри. Теорема Гліксберга.	2	Контрольна робота на обчислення еволюційно стійких стратегій, корельованої рівноваги, байєсівської рівноваги. Теоретично-письмове опитування 15хв	2	7	[2], [3], [4], [5], [6]
13, 14	Застосування теорії ігор в аналітиці великих даних. Приклади інтеграції теорії ігор в інформаційних системах.	2	Уточнення концепції рівноваги Неша.	2	7	[2], [3], [4], [5], [6]
15, 16	Підсумкове заняття	2	Контрольна робота на обчислення рівноваги Штакельберга і рівноваги Неша з умов оптимальності Куна-	2	9	[2], [3], [4], [5], [6]

			Таккера. Теоретично-письмове опитування 15хв.			
	Разом за семестр	16		16	58	
8-й семестр						
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	9	[1], [3], [4],
3, 4	Кооперативні ігри. Моделі і застосування. Основні властивості.	2	Застосування теорії ігор в аналітиці великих даних	2	9	[1], [3], [5],[6]
5, 6	Збалансовані ігри. Теорема Шеплі-Бондаревої.	2	Контрольна робота на обчислення характеристичної функції, множини поділів, значення Шеплі і С-ядра	2	9	[1], [3], [5],[6
7, 8	Переговорна множина Машлера. Множина Оуена. Моделі застосування	2	Застосування теорії кооперативних ігор до розв'язання задач дослідження операцій.	2	9	[1], [3], [4],
9, 10	Моделі задач розподілу витрат	2	Контрольна робота на розв'язання задач розподілу потоку в мережі.	2	9	[1], [3], [5],[6]
11, 12	Підвищення рівня якості даних із застосуванням методів теорії ігор.	2	Аналіз, розв'язання та візуалізація кооперативних ігор з передатною корисністю.	2	9	[1], [3], [5],[6]
13	Підсумкове заняття	1	Контрольна робота на розв'язання задачі аеропорт, гри про призначення та гри керування запасами.	1	10	[1], [3], [5],[6]
	Разом за семестр	13		13	64	
	Разом	29		29	122	
	Викладач: Бугрій О.М.		Викладач: Бугрій О.М.			