

**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 економіка»,**  
що викладається в межах ОПП  
“Комп’ютерна алгебра, криптологія і теорія ігор”,  
“Комп’ютерний аналіз математичних моделей”,  
“Математика. Математична економіка та економетрика”  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
для здобувачів із спеціальностей 111 – Математика

<b>Назва дисципліни</b>	<b>Математична економіка</b>
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичний факультет, кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань: 11 Математика і статистика Спеціальність: 111 Математика
<b>Викладачі дисципліни</b>	<b>Козицький Валерій Андрійович</b> , к.ф.-м.н., доцент кафедри математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:valerii.kozytskyi@lnu.edu.ua">valerii.kozytskyi@lnu.edu.ua</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	ауд. 354 – кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики, понеділок з 15.00 он-лайн консультації <a href="mailto:valerii.kozytskyi@lnu.edu.ua">valerii.kozytskyi@lnu.edu.ua</a>
<b>Сторінка дисципліни</b>	<a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/department/meefsm">https://new.mmf.lnu.edu.ua/department/meefsm</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Математична економіка» є нормативною дисципліною із спеціальності 111 Математика для освітніх програм “Комп’ютерна алгебра, криптологія і теорія ігор”, “Комп’ютерний аналіз математичних моделей”, “Математика. Математична економіка та економетрика” підготовки бакалавра, яка викладається в VII семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Навчальну дисципліну розроблено так, щоб надати учасникам необхідні знання, обов’язкові для того, щоб будувати математичні моделі для аналізу мікроекономічних процесів. У дисципліні представлено як огляд властивостей опуклих структур, основи задач математичної оптимізації, теорії ігор, теорії споживання і теорії фірми, елементи теорії загальної рівноваги.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення нормативної дисципліни «Математична економіка» є ознайомлення студентів із завданнями математичного моделювання для оволодіння його сучасними підходами та інструментами, надання фундаментальних знань з концепцій, методів і технологій дослідження задач мікроекономіки, забезпечення належної базової математичної підготовки студентів та формування вмінь застосовувати свої знання для аналізу економічних явищ.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keiding, Hans. (2020). Theory of General economic equilibrium. – World Scientific. - 448 p.</li> <li>2. Martin J. Osborne, Ariel Rubinstein. (2020) MODELS IN MICROECONOMIC THEORY. OpenBook Publishers. - 362 p.</li> <li>3. Wang, Susheng. (2018). Microeconomic Theory, Springer. - 457 p.</li> <li>4. Козицький В.А. (2008). Опуклі структури, методи оптимізації та їхнє застосування в економічному аналізі. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, - 448с.</li> <li>5. Moore, James. (2007). General equilibrium and welfare economics. Springer, - 600 p.</li> <li>6. Козицький В.А., Лавренюк С.П., Оліскевич М.О. Основи математичної економіки. Теорія споживання. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 264 с.</li> </ol>

	<p>7. Козицький В.А., Лавренюк С.П., Оліскевич М.О. Основи математичної економіки. Теорія фірми. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. – 323 с.</p> <p>8. Козицький В.А. Математична теорія кооперативних ігор. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 414 с.</p> <p>9. Kozyskyu, V., Pabyrivska, N., Berego, G. (2021). Modeling of Wages and Prices Behavior: System Dynamic Approach. WSEAS Transactions on Computers. 21, pp. 44-50.</p>
<p><b>Обсяг курсу</b></p>	<p>Всього: 120 годин. Аудиторних занять: 64 години, з них 32 години лекцій і 32 години практичних занять. Самостійна робота: 56 годин. Кредитів – 4.</p>
<p><b>Очікувані результати навчання</b></p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Знати теоретичні базові поняття та властивості опуклих структур, методів математичної оптимізації, теорії ігор, теорії споживання, теорії фірми, теорії ринків, основи загальної рівноваги.</li> <li>– Вміти досліджувати задачі теорії споживання, теорії фірми, поведінку фірми на ринках, обчислювати рівноважні розподіли і ціни та застосовувати результат для аналізу поведінки споживача і фірми на ринках.</li> </ul> <p>Після успішного завершення курсу студент має набути такі <b>загальні компетентності (ЗК)</b> та <b>спеціальні (фахові) компетентності (СК)</b>:</p> <p>ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;</p> <p>ЗК-2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;</p> <p>ЗК-3 Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;</p> <p>ЗК-7 Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;</p> <p>ЗК-9 Здатність приймати обґрунтовані рішення;</p> <p>СК-1 Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв’язання;</p> <p>СК-2 Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв’язання тієї самої задачі;</p> <p>СК-3 Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей технічних викладок;</p> <p>СК-6 Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;</p> <p>СК-8 Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів,</p> <p><b>і програмні результати навчання (РН):</b></p> <p>РН-3 Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;</p> <p>РН-6 Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів;</p> <p>РН-7 Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефаківців у галузі математики;</p>

	PH-10 Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями.
<b>Ключові слова</b>	Система переваг, бюджетне обмеження, задача раціонального вибору споживача, функція корисності, виробнича функція, технологічна множина, задача поведінки фірми, загальна рівновага, економіка обміну, рівновага Неша, оптимальність за Парето.
<b>Формат курсу</b>	Очний Проведення лекцій, практичних занять та консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	<p><b>1. Опуклі структури.</b> Опуклі структури. Задача увігнутої оптимізації. Умови оптимальності Куна-Такера.</p> <p><b>2. Некооперативні ігри. Рівновага за Нешом.</b></p> <p><b>3. Основи теорії споживання.</b> <b>Тема 1.</b> Перевага і вибір. Відношення переваги: основні властивості. Функція корисності. Теорема Дебре. Споживчий вибір: порядковий підхід. Задача раціонального вибору. Попит Вальраса. Зміна цін і доходу. Слабка і сильна аксіоми виявленої переваги. Закон попиту. Матриця Слуцького. Агрегація Енгеля. Агрегація Курно. <b>Тема 2.</b> Споживчий вибір: кількісний підхід. Задача максимізації корисності. Непряма функція корисності. Ефекти заміщення і доходу. Рівняння Слуцького. Задача мінімізації витрат. Функція витрат. Попит Гікса. Диференціальні властивості попиту. Тотожність Роя. <b>Тема 3.</b> Задача інтегровності. Грошова міра функції корисності. Задача інтегровності. Споживчий надлишок. Квазілінійна корисність і грошова міра. Оцінка зміни добробуту.</p> <p><b>4. Основи теорії фірми.</b> <b>Тема 1.</b> Технологічні множини, їх структурні властивості. Задача максимізації прибутку фірми. Мінімізація витрат фірми. Властивості функції витрат. Функції попиту на фактори виробництва. <b>Тема 2.</b> Фірма в умовах досконалої конкуренції. Функція пропозиції випуску. Виробничі функції. Двофакторні виробничі функції. Довгостроковий та короткостроковий періоди. <b>Тема 3.</b> Недосконала конкуренція. Монополісна ціна. Збиток заданий монополією. Цінова дискримінація. Олігополія. Дуополія з конкуренцією на фактори виробництва. Модель Курно. Картель. Модель Бертрана. Порівняльна статика фірми. Довгострокова задача для фірми.</p> <p><b>5. Задача переговорів Неша.</b></p> <p><b>6. Вступ до загальної рівноваги.</b> 1. Економіка Ерроу-Дебре. Визначення загальної рівноваги економіки. 2. Економіка обміну. Існування рівноважних цін в економіці обміну. Ядро економіки обміну. Регулярна економіка. Парето оптимальність і загальна рівновага. Коробка Еджворта.</p>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Іспит в кінці семестру в письмовій формі.
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з математичного, функціонального аналізу, лінійної алгебри і методів оптимізації.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть</b>	Презентації, лекції, практичні заняття, дискусії, консультації.

<b>використовуватися під час викладання курсу</b>	
<b>Необхідне обладнання</b>	Використання ноутбуку, доступ до інтернету, Office 365
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практичні/самостійні: 25% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 25;</li> <li>• контрольні заміри (модулі): 25% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 25;</li> <li>• іспит: 50% семестрової оцінки: максимальна кількість балів 50.</li> </ul> <p>Загалом протягом семестру 100 балів.</p> <p><b>Письмові роботи:</b> Очікується, що студенти виконають декілька видів письмових робіт (дві контрольні роботи, колоквиум).</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> 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><b>Відвідування занять</b> 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><b>Література.</b> 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><b>Політика виставлення балів.</b> 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>
<b>Питання до екзамену (чи питання до контрольної роботи)</b>	<p>Перелік питань на іспит та вимоги надсилаються студентам.</p> <p><b>Математична економіка</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Відношення переваги та його властивості.</li> <li>2. Максимальні елементи: існування, єдиність та опуклість множини максимальних елементів.</li> <li>3. Бюджетне відображення та його властивості.</li> <li>4. Попит Вальраса та його властивості. Попит Гікса та його властивості.</li> <li>5. Непряма функція корисності і функція видатків та їх властивості.</li> </ol>

	<p>6. Задача раціонального вибору споживача: існування розв'язку, єдиність та опуклість.</p> <p>7. Технологічні множини та їх структурні властивості. Задача максимізації прибутку. Задача мінімізації витрат.</p> <p>8. Ринки монополії та олігополії.</p> <p>9. Рівновага Неша, рівновага Штакельберга .</p> <p>10. Задача переговорів Неша.</p> <p>11. Модель економіки Ерроу-Дебре, розподіл власності, економіка з приватною власністю, функція забезпечення доходами, приклади.</p> <p><b>Практична частина</b>  Дослідження основних виробничих функцій.  Дослідження властивостей системи переваг споживача.  Обчислення функцій попиту Вальраса та Гікса.  Обчислення непрямої функції корисності та функції видатків.  Перевірка рівняння Слуцького.  Обчислення функції прибутку і функції витрат.  Обчислення рівноваги Неша і Штакельберга для фірм.  Знаходження рівноважних розподілів для економіки обміну.  Обчислення розв'язку задачі Неша.  Знаходження оптимальних за Парето розподілів, знаходження ядрових розподілів та інтерпретація в коробці Еджворта.</p>
<b>Опитування</b>	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
1-2	Опуклі множини та увігнуті функції. Умови оптимальності Куна-Такера. Система переваг і функція корисності. Бюджетне відображення. Задача раціонального вибору. Задача максимізації корисності. Функція попиту Вальраса і Гікса. Напряма функція корисності. Теорема двоїстості теорії споживання. Рівняння Слуцького.	лекції, практична	2, 3, 5, 6	Опрацювати питання лекцій, практичної 8 год. л. 8 год. пр.	
3-4	Властивості технологічних множин. Задача максимізації прибутку фірми. Функція прибутку. Задача мінімізації витрат. Функція витрат.	лекції, практична	2, 6,7	Опрацювати питання лекцій, практичної 8 год. л. 6 год. пр.	
5-8	Теорія ринків. Ринок монополії. Ринок олігополії. Картель.	лекції, практичні	1, 2,6,7	Опрацювати питання лекцій, практичних 4 год. л. 4 год. пр.	

9-12	<p>Модель економіки Ерроу-Добре. Конкурентна рівновага. Модель економіки обміну. Функція надлишкового попиту та її властивості. Рівноважний вектор цін. Коробка Еджворта. Регулярна економіка. Теорема про індекс.</p>	лекції, практичні	1, 2	Опрацювати питання лекцій, практичних 6 год. л. 6 год. пр.	
13-16	<p>Некооперативні ігри. Рівновага Неша. Рівновага Штакельберга. Задача переговорів Неша.</p>	лекції, практичні	1, 2, 3,8	Опрацювати питання лекцій, практичних 6 год. л. 8 год. пр.	