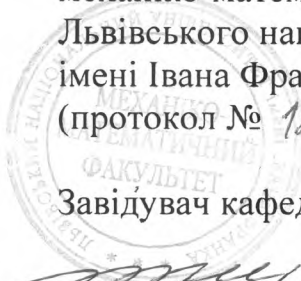



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної економіки, економетрії,
фінансової та страхової математики

Затверджено

на засіданні кафедри математичної
економіки, економетрії, фінансової та
страхової математики
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 12 від 30.08 2022 р.)



Завідувач кафедри


проф. Кирилич В. М.

Силабус з навчальної дисципліни
"Математичні моделі фінансових ринків",
що викладається в межах ОПП
"Актуарна та фінансова математика"
другого (магістерського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 111 Математика

Львів-2022

Назва дисципліни	Математичні моделі фінансових ринків
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет, кафедра математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань 11 Математика і статистика, спеціальність 111 Математика
Викладачі дисципліни	Заболоцький Тарас Миколайович, д-р екон. наук, професор, професор кафедри програмування Прокопишин Іван Анатолійович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри математичної економіки, економетрії, фінансової та страхової математики
Контактна інформація викладачів	https://ami.lnu.edu.ua/employee/zabolotskyj-t-m taras.zabolotskyk@lnu.edu.ua Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 119, м. Львів, вул. Університетська, 1 http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/prokopyshyn-i-a ivan.prokopyshyn@lnu.edu.ua Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 376, м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Дистанційна консультація в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Очна консультація – за домовленістю.
Посилання на сайт дистанційного навчання	Сайт дистанційного навчання (електронний курс) https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4560
Сторінка дисципліни	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/matematychni-modeli-finsovoykh-rynkiv-21-22-n-r-mahistry-aktaurna-ta-finsova-matematyka-mtf-51-10-sem
Інформація про дисципліну	Дисципліна "Математичні моделі фінансових ринків" є нормативною дисципліною із спеціальності 111 Математика для освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти "Актуарна та фінансова математика", яка викладається у 2 семестрі в обсязі 4,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS)
Коротка анотація дисципліни	У курсі розглянуто наступні розділи: фінансові ринки, облигації, процентний ризик, теорія імунізації, портфель активів, модель оцінки капітальних активів, форвардні та ф'ючерсні контракти, опціони, математика ринку опціонів, методи розрахунку ціни опціонних контрактів.

	<p>Передбачено виконання розрахункових робіт: "Модель Марковіца оптимізації портфеля активів", "Біноміальна модель розрахунку ціни європейських опціонів", "Розрахунок ціни опціонів методом Монте-Карло".</p>
<p>Мета та цілі дисципліни</p>	<p>Мета курсу – подати студентам знання, необхідні для аналізу операцій з основними і похідними цінними паперами та побудови їх математичних моделей.</p>
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Основна література</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Заболоцький М. В. Основи фінансової математики: навч. посібник / М. В. Заболоцький, І. А. Прокопишин. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2016. – 144 с. 2. Заболоцький М. В. Статистика портфельів: навч. посібник / М. В. Заболоцький, Т. М. Заболоцький. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2015. – 109 с. 3. Заболоцький Т.М. Моделювання в управлінні портфелем фінансових активів: монографія / Т. М. Заболоцький. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2016. – 438 с. 4. John Hull. Options Futures and Other Derivatives. – 6th Ed. – Prentice Hall, 2005. – 816 p 5. Capinski M., Zastawniak T. Mathematics for Finance. – Springer, 2011. – 336 p. 6. Elton E. et al. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. – 9th Ed. – Wiley, 2014. – 752 p. <p>Додаткова література</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Benninga S. Financial modeling. – 4th ed. – The MIT Press, 2014. – 1143 p. – The MIT Press, 2014. — 1143 p. 8. Watsham T.J., Parramore K. Quantitative Methods for Finance. – ITBP, 1996. – 408 p.1 9. Bodnar T. Statistical inference for the β coefficient. / Т. Bodnar, А. К. Gupta, V. Vitlinskiy, T. Zabolotskyy // Risks. – 2019. – № 7 (2). – 56. 10. Zabolotskyy T. Determination and estimation of risk aversion coefficients / Т. Bodnar, Y. Okhrin, V. Vitlinskyy, T. Zabolotskyy // Computational management science. – 2018. – № 15 (2). – P. 297-317. 11. Zabolotskyy T. Optimality of the minimum VaR portfolio using CVaR as a risk proxy in the context of transition to Basel III: methodology and empirical study / Т. Zabolotskyy, V. Vitlinskyy, V. Shvets // Economic Annals-XXI. – 2018. – No 174 (11-12). – С. 43-50. <p>Методичні вказівки</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Заболоцький Т. М., Прокопишин І. А. Методичні рекомендації до проведення лабораторної роботи "Модель Марковіца оптимізації портфеля активів". – В електронній формі. –15 с. 13. Заболоцький Т. М., Прокопишин І. А. Методичні рекомендації до проведення лабораторної роботи "Біноміальна модель розрахунку ціни європейських опціонів". – В електронній формі. – 14 с.

	14. Заболоцький Т. М., Прокопишин І. А. Інструкція до виконання лабораторної роботи "Розрахунок ціни опціонів методом Монте-Карло". – В електронній формі. – 9 с.
Обсяг курсу	48 годин аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 16 годин практичних занять та 87 годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>В результаті вивчення дисципліни фахівець повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - цінні папери з фіксованим доходом, теорію імунізації; - пайові цінні папери, теорію портфеля, модель оцінки капітальних активів; - основні поняття ринку деривативів, форварди, ф'ючерси та опціони, хеджування; - методи розрахунку вартості опціонів. <p>Підготовлений фахівець повинен вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - розраховувати повну ціну, ефективну та номінальну дохідність до погашення та дюрацію облігації за допомогою електронних таблиць; - будувати ефективну межу для портфеля активів; - будувати стратегії хеджування з використанням ф'ючерсів та опціонів; - розраховувати вартість європейських опціонів з використанням формули Блека-Шоулса та біноміальної моделі; - проводити розрахунок вартості опціонів методом Монте-Карло. <p>Курс забезпечує набуття таких фахових компетентностей: ЗК 1, ЗК 4, ЗК 5, ФК 1, ФК 3, ФК 4, ФК 6, ФК 7, ФК 8; та програмних результатів навчання: ПРН 3, ПРН 4, ПРН 5, ПРН 9, ПРН 10, ПРН 12, ПРН 14, ПРН 16, ПРН 17, ПРН 18.</p>
Ключові слова	Фінансова система, фондовий ринок, фінансова економіка, облігації, крива дохідності, процентний ризик, дюрація, показник опуклості, теорія імунізації, ефективна межа портфеля, теорія Марковіца, диверсифікація ризику, лінія ринку капіталу, рівняння Шарпа-Лінтнера, модель оцінки капітальних активів, форварди, ф'ючерси, опціони, опціонні стратегії, ціноутворення опціонів, біноміальна модель, випадковий процес Іто, лема Іто, рівняння Блека-Шоулса, формула Блека-Шоулса, метод Монте-Карло.
Формат курсу	Очний. Проведення лекцій, практичних занять і консультацій.
Теми	Тема 1. Фондовий ринок. Фінансова система. Фінансові ринки та їх класифікація. Фондовий ринок. Фінансова економіка. Тема 2. Портфель активів. Акції та їх види. Цінові ризики. Портфель активів, ефективна межа портфеля. Диверсифікація ризику. Портфель з без ризикових та ризикових активів, лінія ринку капіталу.

	<p>Тема 3. Модель оцінки капітальних активів. Рівняння Шарпа-Лінтнера. Модель оцінки капітальних активів, її подання в термінах ціни.</p> <p>Тема 4. Форвардні та ф'ючерсні контракти, опціони. Форварди та ф'ючерси. Опціони та їх види. Найпростіші опціонні стратегії. Основи ціноутворення опціонів, біноміальна модель.</p> <p>Тема 5. Математика ринку опціонів. Випадковий процес Іто, лема Іто. Стохастичний інтеграл. Рівняння Блека-Шоулса для ціни фінансового інструмента. Формула Блека-Шоулса.</p> <p>Тема 6. Методи розрахунку ціни опціонних контрактів . Найпростіші задачі розрахунку опціонів в EXCEL. Чисельний аналіз рівняння Блека-Шоулса для ціни опціону. Розрахунок ціни опціонів методом Монте-Карло.</p>
Підсумковий контроль, форма	Комбінований іспит в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з: <ul style="list-style-type: none"> - Фінансової математики; - Теорії ймовірностей; - Математичної статистики; - Інформатики та програмування.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції Індивідуальні завдання Групові проекти, менторство
Необхідне обладнання	Комп'ютер із програмним забезпеченням, необхідним для виконання лабораторних робіт (електронні таблиці, Python), доступ до мережі Internet.
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 завдання: 35% семестрової оцінки, максимальна кількість балів – 35. • написання тестового модуля: 10% семестрової оцінки, кількість балів – 10. • додаткові бали за активну участь на заняттях – 5% семестрової оцінки, максимальна кількість балів – 5. • комбінований іспит – 50 % семестрової оцінки, максимальна кількість балів – 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Роботи студентів повинні бути їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів кваліфікуються як прояви академічної недоброчесності.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Усі студенти зобов'язані відвідувати усі лекції, практичні та лабораторні заняття курсу, дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт та індивідуальних завдань.</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 також заохочуються до використання інших літературних джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані при поточному опитуванні, виконанні самостійних робіт, бали проміжкових та підсумкових тестування. Обов'язково враховуються активність студентів під час занять, своєчасність виконання поставлених завдань, не допускається списування та плагіат.</p>
<p>Питання до екзамену (чи питання до контрольної роботи)</p>	<p>Матеріали для екзамену розміщені на сайті дистанційного навчання (електронного курсу) https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4560</p> <p>Теми, які виносяться на екзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фінансові ринки та їх класифікація. Фондовий ринок. Фінансова економіка. 2. Акціонерні товариства. Акції та їх види. Ціна капіталу. 3. Цінові ризики. Портфель активів, ефективна межа портфеля. 4. Диверсифікація ризику. Теорія портфеля Марковіца. 5. Випадок відсутності обмежень невід'ємності на вагові коефіцієнти. 6. Ринкова модель Шарпа. 7. Модель Тобіна. Портфель з без ризикових та ризикових активів, лінія ринку капіталу. 8. Модель оцінки капітальних активів. 9. Ринок деривативів. 10. Форварди та ф'ючерси. 11. Опціони та їх види. 12. Найпростіші опціонні стратегії. 13. Геджування за допомогою ф'ючерсних та опціонних контрактів. 14. Основи ціноутворення опціонів, біноміальна модель. 15. Випадковий процес Іто, лема Іто. Стохастичні диференціальні рівняння. 16. Рівняння Блека-Шоулса для ціни фінансового інструмента. 17. Формула Блека-Шоулса для європейських опціонів. 18. Чисельні методи розв'язування рівняння в частинних похідних Блека-Шоулса. 19. Метод Монте-Карло розрахунку ціни опціонів. 20. Оцінка похибки методу Монте-Карло.
<p>Опитування</p>	<p>Анкет-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенні курсу.</p>

Схема курсу

Тижні	Лекції		Практичні заняття		Сам. робота
	Тема заняття	К-ть год.	Тема заняття	К-ть год.	К-ть год.
1	Фінансові ринки та їх класифікація. Фондовий ринок. Фінансова економіка.	2	Розрахунок ціни капіталу. Формула Гордона.	2	5
2	Акціонерні товариства. Акції. Ціна капіталу.	2			5
3	Портфель фінансових активів. Теорія портфеля Марковіца. Ефективна межа портфеля. Розв'язування задач теорії портфеля в Python	2	ЛР 1. Побудова ефективної межі портфеля активів засобами електронних таблиць і Python	2	7
4	Випадок відсутності обмежень невід'ємності на вагові коефіцієнти.	2			4
5	Ринкова модель Шарпа.	2	Виконання ЛР 1.	2	7
6	Модель Тобіна. Модель оцінки капітальних активів.	2			4
7	Ринок деривативів. Форварди та ф'ючерси.	2	Виконання ЛР 1. Здача ЛР 1.	2	7
8	Опціони та їх види. Найпростіші опціонні стратегії.	2			4
9	Геджування за допомогою ф'ючерсних та опціонних контрактів.	2	ЛР 2. Біноміальна модель ціни опціонів	2	7
10	Основи ціноутворення опціонів, біноміальна модель.	2			4
11	Випадковий процес Іто, лема Іто. Стохастичні диференціальні рівняння.	2	Виконання ЛР 2. Здача ЛР 2.	2	7
12	Рівняння Блека-Шоулса для ціни фінансового інструмента	2			4

13	Формула Блека-Шоулса для європейських опціонів	2	ЛР 3. Реалізація методу Монте-Карло в Python	2	7
14	Чисельні методи розв'язування рівняння в частинних похідних Блека-Шоулса	2			4
15	Метод Монте-Карло стохастичного імітаційного моделювання	2	Виконання ЛР 3. Здача ЛР 3.	2	7
16	Контрольна робота	2			4
<i>Всього</i>		32		16	87