

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра інформаційних систем

Затверджено

На засіданні
кафедри інформаційних систем
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 2 від 20.09 2022 р.)



Завідувач кафедри Шинкаренко Г. А.

Силабус з навчальної дисципліни
“Комп’ютерні методи фінансової математики”,
що викладається в межах ОПП “Інформатика”
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності
122 Комп’ютерні науки

Назва дисципліни	Комп'ютерні методи фінансової математики
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра інформаційних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 12 Інформаційні технології Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Стельмашук Віталій Володимирович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформаційних систем.
Контактна інформація викладачів	vitalii.stelmashchuk@lnu.edu.ua ; https://ami.lnu.edu.ua/employee/stelmaschuk-v-v Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 261. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю та за умови проведення аудиторних занять). Також можливі он-лайн консультації у Microsoft Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або дзвонити.
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/computational-finance-122-ku
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Комп'ютерні методи фінансової математики” є вибірковою навчальною дисципліною з блоку “Прикладна інформатика” спеціальності “122 – комп'ютерні науки” для освітньої програми “Інформатика”, яка викладається в 1-му семестрі в обсязі 6-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна знайомить студентів з деякими моделями окремих аспектів інвестиційного ринку та комп'ютерними методами, що застосовуються для чисельного розв'язування таких задач.
Мета та цілі дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ознайомити студентів з основними поняттями інвестиційного ринку, стохастичними процесами, моделлю Блека-Шоулза, застосуванням методів скінченних різниць, скінченних елементів і т.д. для розв'язування рівняння Блека-Шоулза. Розглянути модель Васічека для моделювання відсоткових ставок і її застосування для оцінки ціни облігацій. 2. Навчити застосовувати отримані теоретичні знання на практиці: розробка програм для розв'язування рівняння Блека-Шоулза методом скінченних різниць, скінченних елементів, для оцінки ціни облігацій тощо
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ruppert D. Statistics and Finance. An Introduction / D. Ruppert. – New York: Springer, 2004. – 496p. 2. Buchanan R. An Undergraduate Introduction to Financial Mathematics. 3rd ed. / R. Buchanan. – Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2012. – 486p. 3. Albrecher H. Introduction to Quantitative Methods for Financial Markets / H. Albrecher, A. Binder, V. Lautscham, Ph. Mayer. – Basel: Birkhäuser, 2013. – 204p. 4. Seydel R.U. Tools for Computational Finance. 6th ed. / R.U. Seydel. – London: Springer-Verlag, 2017. – 508p.

	<p>5. Petters A.O. An Introduction to Mathematical Finance with Applications. Understanding and Building Financial Intuition / A. O. Petters, X. Dong. – Springer, 2016. – 500p.</p> <p>6. Hull J. Options, Futures and Other Derivatives. 11th ed. / J. Hull. – Harlow:Pearson, 2021. – 882p.</p> <p>7. Hirt A. Computational Methods in Finance/ A. Hirt. – New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2012. – 444p.</p> <p>8. Hilber N. Computational Methods for Quantitative Finance. Finite Element Methods for Derivative Pricing. / N. Hilber, O. Reichmann, C. Schwab, C. Winter. – Berlin: Springer-Verlag, 2013. – 312p.</p> <p>9. Fries C.P. Mathematical Finance. Theory, Modeling and Implementation / C.P. Fries. – Wiley, 2007. – 544p.</p> <p>10. Levy G. Computational Finance Using C and C# / G. Levy. – Academic Press, 2008.– 384p.</p> <p>11. Kloeden P.E. Numerical Solutions of Stochastic Differential Equations / P.E.Kloeden, E. Platen. – Berlin:Springer-Verlag, 1992. – 668p.</p>															
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 180 годин. З них 64 год. аудиторних занять (32 год. лекцій та 32 год. лабораторних робіт) і 116 год. самостійної роботи.															
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні поняття інвестиційного ринку; - теоретичні основи стохастичних процесів, вінерівських процесів, геометричного броунівського руху, числення Іто; - методи Ейлера-Маруями, Мільштейна, Рунге-Кутти для розв'язування стохастичного диференціального рівняння Іто; - типи опціонів; - модель Блека-Шоулза для оцінки вартості опціону; - поняття біноміальних дерев для оцінки вартості опціону; - процес Орнштейна-Уленбека; - модель Васічека для відсоткової ставки. <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - моделювати вінерівський процес, геометричний броунівський рух; - застосовувати методи Ейлера-Маруями, Мільштейна для чисельного розв'язування стохастичних диференціальних рівнянь Іто; - застосовувати методи Монте-Карло, скінченних різниць та скінченних елементів для моделі Блека-Шоулза; - застосовувати метод Монте-Карло та модель Васічека для оцінки вартості облігацій. 															
Ключові слова	Фінансова математика, акції та облігації, опціони, відсоткова ставка, стохастичний процес, вінерівський процес, процес Іто, числення Іто, лема Іто, геометричний броунівський рух, метод Ейлера-Маруями, метод Мільштейна, модель Блека-Шоулза, метод Монте-Карло, метод скінченних різниць, метод скінченних елементів, біноміальне дерево, процес Орнштейна-Уленбека, модель Васічека.															
Формат курсу	Очний, дистанційний Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.															
Теми	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Тиж-день</th> <th>Тема, план, короткі тези</th> <th>Форма заняття</th> <th>Тривалість, ак. год.</th> <th>Термін виконання</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><i>Вступ. Організація курсу. Базові поняття фінансового ринку. Вартість грошей у часі</i></td> <td><i>лекція</i></td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><i>Вартість грошей у часі</i></td> <td><i>лабораторна</i></td> <td>2</td> <td><i>Під час</i></td> </tr> </tbody> </table>	Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма заняття	Тривалість, ак. год.	Термін виконання	1	<i>Вступ. Організація курсу. Базові поняття фінансового ринку. Вартість грошей у часі</i>	<i>лекція</i>	2			<i>Вартість грошей у часі</i>	<i>лабораторна</i>	2	<i>Під час</i>
Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма заняття	Тривалість, ак. год.	Термін виконання												
1	<i>Вступ. Організація курсу. Базові поняття фінансового ринку. Вартість грошей у часі</i>	<i>лекція</i>	2													
	<i>Вартість грошей у часі</i>	<i>лабораторна</i>	2	<i>Під час</i>												

		для дискретної та неперервної моделі	робота		заняття
2		Стохастичні процеси. Вінерівські процеси. Броунівський рух. Геометричний броунівський рух. Процес Іто. Лема Іто.	лекція	2	
		Симуляція вінерівського процесу та геометричного броунівського руху	лабораторна робота	2	Під час заняття
3		Метод Ейлера-Маруяма для розв'язування стохастичних диференціальних рівнянь Іто	лекція	2	
		Індивідуальне завдання 1 (Методи Ейлера-Маруяма та Мільштейна для оцінки вартості акцій)	лабораторна робота	2	Протягом двох тижнів
4		Методи Мільштейна та Рунге-Кутти для розв'язування стохастичних диференціальних рівнянь Іто	лекція	2	
		Обговорення та захист індивідуальних завдань	лабораторна робота	2	Під час заняття
5		Опціони. Call/Put опціони. Європейський, американський та екзотичні опціони	лекція	2	
		Обговорення та захист індивідуальних завдань	лабораторна робота	2	Під час заняття
6		Модель Блека-Шоулза (Black-Scholes model). Виведення рівнянь. Приведення до рівняння теплопровідності. Аналітичний розв'язок для європейського опціону	лекція	2	
		Аналітичний розв'язок для європейського Call і Put опціону	лабораторна робота	2	Під час заняття
7		Модель Блека-Шоулза (Black-Scholes model). The greeks (delta, gamma, vega, theta, rho). Метод Монте-Карло для оцінки європейського опціону	лекція	2	
		Індивідуальне завдання 2 (Метод Монте-Карло для оцінки європейського опціону)	лабораторна робота	2	Протягом двох тижнів
8		Біноміальні методи для оцінки вартості опціону	лекція	2	
		Обговорення та захист індивідуальних завдань	лабораторна робота	2	Під час заняття

	9	Біноміальні методи для оцінки вартості опціону (продовження)	лекція	2	
		Індивідуальне завдання 3 (Біноміальний метод для оцінки вартості європейського та американського опціонів)	лабораторна робота	2	Протягом двох тижнів
	10	Метод скінченних різниць. Базові поняття	лекція	2	
		Обговорення та захист індивідуальних завдань	лабораторна робота	2	Під час заняття
	11	Метод скінченних різниць для моделі Блека-Шоулза	лекція	2	
		Індивідуальне завдання 4 (Знаходження вартості європейського опціону з моделі Блека-Шоулза методом скінченних різниць)	лабораторна робота	2	Протягом двох тижнів
	12	Метод скінченних елементів для моделі Блека-Шоулза	лекція	2	
		Обговорення та захист індивідуальних завдань	лабораторна робота	2	Під час заняття
	13	Метод скінченних елементів для моделі Блека-Шоулза (продовження)	лекція	2	
		Індивідуальне завдання 5 (Знаходження вартості європейського опціону з моделі Блека-Шоулза методом скінченних елементів)	лабораторна робота	2	Протягом трьох тижнів
	14	Моделювання відсоткових ставок. Процес Орнштейна-Уленбека. Модель Васічека	лекція	2	
		Симуляція процесу Орнштейна-Уленбека. Обговорення та захист індивідуальних завдань	лабораторна робота	2	Під час заняття
	15	Облігації з нульовим купоном (дисконтні облигації). Застосування моделі Васічека для оцінки їх ціни	лекція	2	
		Індивідуальне завдання 6 (Застосування методу Монте-Карло та моделі Васічека для оцінки вартості облигацій з нульовим купоном)	лабораторна робота	2	Протягом одного тижня
	16	Підсумкова лекція з обговоренням курсу	лекція	2	
		Проходження тесту за матеріалами лекцій.	лабораторна робота	2	Під час заняття
Підсумковий контроль,	Залік у кінці семестру.				

форма	
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з курсів <ul style="list-style-type: none"> - Програмування (Python, C# чи Java); - Математичний аналіз; - Чисельні методи; - Теорія імовірностей та математична статистика.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції. Індивідуальні завдання
Необхідне обладнання	Для проведення лекцій: комп'ютер, проектор. Для проведення лабораторних та виконання завдань: комп'ютер, доступ до інтернету.
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: 80% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 80; • теоретичний тест за матеріалами лекцій: 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20. <p>Академічна доброчесність: Очікується, що розроблені програми студентів будуть результатами їх оригінальних досліджень чи міркувань. Виявлення ознак академічної недоброчесності в програмі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для здачі індивідуальних завдань, 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 при виконанні індивідуальних завдань та бали підсумкового тестування. При цьому недопустим є: 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.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до заліку чи екзамену.	Акції та облигації, форварди, ф'ючерси, опціони, типи опціонів. Стохастичні процеси, вінерівські процеси, геометричний броунівський рух, процеси Іто. Лема Іто. Методи Ейлера, Мільштейна та Рунге-Кутти для розв'язування стохастичних диференціальних рівнянь Іто. Модель Блека-Шоулза. Метод скінченних різниць для моделі Блека-Шоулза. Метод скінченних елементів для моделі Блека-Шоулза. Біноміальні дерева для оцінки вартості опціону.

	Процес Ornstein–Uhlenbeck. Модель Васічека для відсоткової ставки.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.