



Системна фінансова математика

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології²</i>
Спеціальність	<i>124 Системний аналіз</i>
Освітня програма	<i>Системний аналіз фінансового ринку, Системний аналіз і управління</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/ 120 годин (36 годин лекції, 18 годин практичні, 66 годин СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>Понеділок 2 пара / 3 пара</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська/</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент НАН України Касьянов Павло Олегович, kasyanov.pavlo@iit.kpi.ua https://www.facebook.com/pkasyanov https://www.linkedin.com/in/pavlokasyanov/ https://www.researchgate.net/profile/Pavlo_Kasyanov Практичні / Семінарські: доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент НАН України Касьянов Павло Олегович, kasyanov.pavlo@iit.kpi.ua https://www.facebook.com/pkasyanov https://www.linkedin.com/in/pavlokasyanov/ https://www.researchgate.net/profile/Pavlo_Kasyanov</i>
Розміщення курсу	<i>Навчальні матеріали розміщені на Платформі «Сікорський»(se90tq) https://do.ipu.kpi.ua/enrol/index.php?id=2118</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою дисципліни є формування у студентів здібностей розробляти та застосовувати моделі фінансових, геофізичних та соціально-економічних процесів та полів за допомогою теоретико-методологічних засад фінансової та системної математики, а також студенти мають оволодіти наступними **компетентностями**:

Загальні: ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові: ФК4 Здатність оцінювати ризики, розробляти алгоритми управління ризиками в складних системах різної природи. ФК5 Здатність моделювати, прогнозувати та проектувати складні системи і процеси на основі методів та інструментальних засобів системного аналізу.

ФК6 Здатність застосовувати теорію і методи Data Science для здійснення інтелектуального аналізу даних з метою виявлення нових властивостей та генерації нових знань про складні системи.

Програмні результати навчання:

ПРН 2 Будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп'ютерного та інформаційного моделювання.

ПРН 3 Застосовувати методи розкриття невизначеностей в задачах системного аналізу, розкривати ситуаційні невизначеності та невизначеності в задачах взаємодії, протидії та конфлікту стратегій, знаходити компроміс при розкритті концептуальної невизначеності.

ПРН 5 Використовувати міри оцінювання ризиків та застосовувати їх при аналізі багатофакторних ризиків в складних системах.

ПРН 6 Застосовувати методи машинного навчання та інтелектуального аналізу даних, математичний апарат нечіткої логіки, теорії ігор та розподіленого штучного інтелекту для розв'язання складних задач системного аналізу.

ПРН 8 Здійснювати ідентифікацію та оцінювання параметрів математичних моделей об'єктів керування

ПРН 12 Знати законодавчі акти щодо забезпечення захисту інтелектуальної власності, вимоги до дотримання установлених вимог при оформленні заявок з патентів на винаходи; дотримуватися академічної доброчесності

1.1. Зокрема, одержати такі практичні навички :

- як кодувати в Python та R;
- робота з науковими пакетами такими як NumPy, Scikit-Learn, Keras тощо;
- розуміння як використовувати інструментарій аналізу даних Pandas;
- як використовувати Python та R для вирішення реальних задач;
- як влаштуватись на роботу data scientist;
- як проводити глибокий аналіз інвестицій;
- як будувати інвестиційні портфелі;
- як розрахувати ризики та прибутки окремих цінних паперів;
- застосування кращих практик роботи з фінансовими даними;
- використання регресійного аналізу;
- розуміння моделі ціноутворення капіталу;
- порівняння цінних паперів за їх коефіцієнтом Шарпа;
- моделювання за допомогою методу Монте-Карло;
- вміння оцінювати опціони за допомогою формули Блека-Шоулза;
- як невимушено влаштуватись на позицію розробника в фінансову установу.

1.2. Основні завдання дисципліни.

Моделі фінансових, геофізичних та соціально-економічних процесів та полів.

1.3. Основні завдання дисципліни.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

методів та засобів моделювання фінансових, геофізичних та соціально-економічних процесів та полів.

уміння:

розв'язувати реальні проблеми за допомогою фінансових аналітичних симуляцій. Зокрема, визначати оптимізований прибуток і рівень ризику, визначати які фінансові показники можуть

симулюватись випадковими величинами та як вони розподілені, визначати набори даних є доступними для аналітичної вибірки цих випадкових величин, які фінансові показники сильно корелюють, які відносно незалежні, визначати чи може аналітичне мислення дати алгоритму перевагу перед простою стратегією утримання при генерації транзакцій.

досвід:

створення дослідницької фінансової лабораторії (парадигма організованої співпраці за досвідом провідних національних лабораторій США), де роль кожного члена команди полягає в тому, щоб спеціалізуватися на певній задачі, щоб стати найкращим у ній, маючи при цьому цілісний погляд на весь процес.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки. Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Системна фінансова математика» гармоніє з дисципліною «Системи і методи підтримки прийняття рішень», яка вивчається паралельно.

3. Зміст навчальної дисципліни

Освітній компонент 1.

Розділ 1. Системна фінансова математика

1. Вступ у фондовий ринок.

- 1.1. Види та природа цінних паперів. Інфраструктура ринку цінних паперів. Чотири етапи «макрохвильового» інвестування. Чотири динамічні фактори. Три ключові цикли.
- 1.2. Відстеження тенденцій ринку. Діловий цикл та цикл фондового ринку. Чотири етапи циклу процентних ставок. Підбір сильних та слабких акцій та секторів. Фундаментальний аналіз. Технічний аналіз.
- 1.3. Техніка біржової торгівлі. Управління своїми ризиками. Управління своїми грошима. Керування своїми торговими операціями. Виконання торгів.
- 1.4. «Макрохвильове» інвестування в динаміці. Підготовка до інвестиційного тижня. Стимулювання моделювання портфеля.
2. Фінансова аналітика з R та Python. Побудова лабораторії для аналізу даних в ноутбучі.
 - 2.1. Аналітичне мислення. Мова R та Python для статистичних розрахунків.
 - 2.2. Фінансова статистика. Фінансові цінні папери.
 - 2.3. Аналіз баз даних та вимірювання ризиків.
 - 2.4. Аналіз часових рядів. Коефіцієнт Шарпа. Оптимізація Марковіца.
 - 2.5. Кластерний аналіз. Оцінка ринкового настрою. Моделювання торгових стратегій.
 - 2.6. Дослідження даних за допомогою фундаментального аналізу. Прогнозування за допомогою фундаментального аналізу. Біноміальна модель для опціонів. Модель Блека-Шоулза.
3. Фінансове машинне навчання.
 - 3.1. Аналіз даних. Моделювання.
 - 3.2. Ротаційне оцінювання та backtesting. Корисні фінансові ознаки (features).
 - 3.3. Рецепти високопродуктивних обчислень.

Рекомендована тематика практичних (семінарських) занять

Метою проведення практичних занять є закріплення знань, надбаних на лекційних заняттях, здобуття умінь розв'язувати реальні проблеми за допомогою фінансових аналітичних симуляцій.

1. Вступне заняття. Завантаження корисних ресурсів. Вступ до програмування в Python.
2. Змінні та типи даних в Python.
3. Основний синтаксис в Python.

4. Умовні переходи. Функції в Python. Послідовності в Python. Ітерації в Python.
5. Додаткові можливості в Python.
6. Розрахунок та порівняння норм прибутку в Python.
7. Оцінка інвестиційних ризиків.
8. Використання регресії для фінансової аналітики.
9. Оптимізація портфеля Марковіца.
10. Модель ціноутворення капіталу.
11. Регресійний аналіз.
12. Метод Монте-Карло як інструмент прийняття рішень.
13. Підготовка даних в Python та R
14. Класифікація та кластеризація в R та Python
15. Навчання асоціативних правил
16. Навчання з підкріпленням
17. Обробка природної мови
18. Вибір моделі

4. Навчальні матеріали та ресурси

Всі необхідні матеріали містяться на платформі «Сікорський»(se90tq)
<https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=2118>

Більш детально, уся рекомендована для вивчення дисципліни література нижче та доступ до інших джерел інформації ПРИДБАНИ ЗА КОШТИ ВИКЛАДАЧА є доступними здобувачам освіти на безоплатній основі. Зокрема, цей сертифікований курс – це єдиний доступний україномовний посібник.

Базова:

1. Peter Navarro, *When the Market Moves, Will You Be Ready?* McGraw-Hill Education, 2003.
2. Mark J. Bennett, Dirk L. Hugen, *Financial Analytics with R. Building a Laptop Laboratory for Data Science.* Cambridge University Press, 2016.
3. Marcos Lopez de Prado, *Advances in Financial Machine Learning.* John Wiley & Sons, Inc, 2018.
4. <https://www.udemy.com/course/python-for-finance-investment-fundamentals-data-analytics>
5. <https://www.udemy.com/course/machinelearning/>

Допоміжна:

6. Attilio Meucci, *Risk and Asset Allocation.* (Springer Finance) 1st ed. 2005. Corr. 3rd printing, 2009
7. M.Z. Zgurovsky, V.S. Mel'nik, P.O. Kasyanov *Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing I.* Heidelberg, Springer, 2011.– 247p.
8. M.Z. Zgurovsky, V.S. Mel'nik, P.O. Kasyanov *Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing II.* Heidelberg, Springer, 2011. – 274p.
9. Zgurovsky M.Z., Kasyanov P.O., Kapustyan O.V., Valero J., Zadoianchuk N.V. *Evolution inclusions and variation Inequalities for Earth data processing III. Long-Time Behavior of Evolution Inclusions Solutions in Earth Data Analysis (English) Series: Advances in Mechanics and Mathematics, 27.* – Berlin: Springer, 2012. – XLI. – 330 p. – ISBN 978-3-642-28511-0.
10. Zgurovsky M.Z., Kasyanov P.O. *Qualitative and Quantitative Analysis of Nonlinear Systems. Theory and Applications / Springer Series: Studies in Systems, Decision and Control.* – Berlin, Cham: Springer, 2018. – XXXIII, 240 p. – DOI: 10.1007/978-3-319-59840-6

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Загальна картина: види та природа цінних паперів, інфраструктура ринку цінних паперів, чотири етапи «макрохвильового» інвестування. [1,6] (2 год)
2	Три ключові цикли: відстеження тенденцій ринку, діловий цикл та цикл фондового ринку, чотири етапи циклу процентних ставок. [1,6] (2 год)
3	Підбір сильних та слабких акцій та секторів: фундаментальний аналіз, технічний аналіз. [1,6] (2 год)
4	Техніка біржової торгівлі: управління своїми ризиками, управління своїми грошима, керування своїми торговими операціями, виконання торгів. [1,6] (2 год)
5	«Макрохвильове» інвестування в динаміці: підготовка до інвестиційного тижня, стимулювання моделювання портфеля. [1,6] (2 год)
6	Аналітичне мислення. [2,6] (1 год)
7	Мова R та Python для статистичних розрахунків. Фінансова статистика. [2,6] (1 год)
8	Фінансові цінні папери. Аналіз баз даних та вимірювання ризиків. [2,6] (2 год)
9	Аналіз часових рядів. Коефіцієнт Шарпа. Оптимізація Марковіца. [2,6] (2 год)
10	Кластерний аналіз. Оцінка ринкового настрою. Моделювання торгових стратегій. [2,6] (2 год)
11	Дослідження даних за допомогою фундаментального аналізу. [2,6] (2 год)
12	Прогнозування за допомогою фундаментального аналізу. Біноміальна модель для опціонів. Модель Блека-Шоулза. [2,6] (3 год)
13	Фінансове машинне навчання. [3,6] (4 год)
14	Аналіз даних. Моделювання. Ротаційне оцінювання та backtesting. [3,6] (3 год)
15	Корисні фінансові ознаки (features) [3,6] (3 год).
16	Рецепти високопродуктивних обчислень [3,6] (3 год).

5.2. Практичні заняття

Метою проведення практичних занять є закріплення знань, надбаних на лекційних заняттях, здобуття умінь розв'язувати реальні проблеми за допомогою фінансових аналітичних симуляцій

№ з/п	Назва теми заняття (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Вступне заняття. Завантаження корисних ресурсів. Вступ до програмування в

	<i>Python. [4-6] (1 год)</i>
2	<i>Змінні та типи даних в Python. [4-6] (1 год)</i>
3	<i>Основний синтаксис в Python. [4-6] (1 год)</i>
4	<i>Умовні переходи. Функції в Python. Послідовності в Python. Ітерації в Python. [4-6] (1 год)</i>
5	<i>Додаткові можливості в Python. [4-6] (1 год)</i>
6	<i>Розрахунок та порівняння норм прибутку в Python. [4-6] (1 год)</i>
7	<i>Оцінка інвестиційних ризиків. [4-6] (1 год)</i>
8	<i>Використання регресії для фінансової аналітики. [4-6] (1 год)</i>
9	<i>Оптимізація портфеля Марковіца. [4-6] (1 год)</i>
10	<i>Модель ціноутворення капіталу. [4-6] (1 год)</i>
11	<i>Регресійний аналіз. [4-6] (1 год)</i>
12	<i>Метод Монте-Карло як інструмент прийняття рішень. [4-6] (1 год)</i>
13	<i>Підготовка даних в Python та R [4-6] (1 год)</i>
14	<i>Класифікація та кластеризація в R та Python [4-6] (1 год)</i>
15	<i>Навчання асоціативних правил [4-6] (1 год)</i>
16	<i>Навчання з підкріпленням [4-6] (1 год)</i>
17	<i>Обробка природної мови [4-6] (1 год)</i>
18	<i>Вибір моделі [4-6] (1 год)</i>

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів полягає в опрацюванні матеріалів та виконанні завдань на платформі дистанційного навчання «Сікорський»(se90tq) <https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=2118> ; підготовці до залікової роботи.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимагається належне виконання усіх завдань на платформі дистанційного навчання «Сікорський»(se90tq) <https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=2118> згідно вимог та індивідуальної стратегії, яку визначає студент самостійно або, за необхідності, під науковим керівництвом викладача / наукового керівника.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: кожен студент визначає стратегію виконання завдань (самостійно або, за необхідності, під науковим керівництвом викладача / наукового керівника), ставлячи на меті одержати в кінці семестру в сумі 100 (сто) балів. Бали поточного контролю підсумовуються згідно правил арифметики. Студент, одержавши 100 (сто) балів, гарантовано оволодів **закладеними в п.1. компетентностями.**

Види контролю (студенту не обов'язково виконувати усі завдання, а лише ті, за які він одержить в сумі необхідну кількість балів):

а) МКР: 5 тестувань на платформі дистанційного навчання «Сікорський»(se90tq) <https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=2118> (є обмеження за кількістю спроб та крайнім терміном виконання), кожне з яких може бути оцінене максимум на 4 бали;

б) симуляція торгів на торговому симуляторі Investopedia (<https://www.investopedia.com/>) гра **KA4XSAX**. Якщо станом на 20 грудня 2024 року студент збільшив свій прибуток на 20% - він одержує 100 балів (може вже більше нічого не робити)! Якщо сукупний дохід групи (станом на 20 грудня 2024 року) перевищує 1,000,000 USD, - всі члени групи одержують 100 балів (кожен студент одержує на платформі Investopedia по 100,000 USD на початку семестру);

в) запис двох відеолекцій у складі однієї з 7 команд, кожна із яких може бути оцінена у 20 балів шляхом голосування інших членів колективу у telegram;

г) Заохочувальні бали за виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисциплін (**ВАЖЛИВО:** відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://osvita.kpi.ua/node/37> п.2.7, заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не може перевищувати 10% рейтингової шкали для РСО-1)

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу (пропорційно кількості робочих тижнів за семестр).

Семестровий контроль:

Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою (див. п.2.2. <https://osvita.kpi.ua/node/37>). Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань (див. п.3.10. <https://osvita.kpi.ua/node/37>). Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди (див. п.3.11. <https://osvita.kpi.ua/node/37>).

Умови допуску до семестрового контролю: **семестровий рейтинг не менше 20 балів.**

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Всі необхідні матеріали містяться на платформі «Сікорський»(se90tq) <https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=2118>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено директор ІПСА, д.ф.-м.н., професор, член-кореспондент НАН України Касьянов Павло Олегович
акад НАН України, д.т.н., проф. Михайло Захарович Згуровський

Ухвалено кафедрою математичних методів системного аналізу (протокол № 13 від 05.06.2024р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 24.06.24р.)