



ПРОГРАМНІ РОБОТИ ТА АГЕНТИ ФОНДОВИХ РИНКІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології 124 Системний аналіз</i>
Освітня програма	<i>Системи і методи штучного інтелекту, Системний аналіз і управління, Системний аналіз фінансового ринку</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Контрольні заходи: – поточний контроль; – календарний контроль як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. – Семестровий контроль: залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська, англійська (лише в коментарях до Python-псевдокоду, що формалізує застосовані в курсі алгоритми)</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор та Практичні: канд.фіз.-мат.наук, Стулей Володимир Анатолійович, stuley.volodymyr@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Ресурс Google Classroom – Платформа «Сікорський» https://classroom.google.com/c/MTczNDc4NTc0OTEw</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Курс призначений для вивчення теоретичних основ та знань щодо архітектури та функціонування програмних роботів, які призначені для проведення алгоритмічної торгівлі на фондових ринках.

Мета курсу – опанувати методи створення програмних роботів для таких цілей (використання для реальної торгівлі не передбачається):

- організації тестування та калібрування програмних роботів,*
- дослідження стратегій торгівлі на різних ринкових режимах (тренд, флет, розворот тощо) за історичними даними,*
- аналізу взаємодії різних торгових алгоритмів в процесах контр-торгівлі та комісійного алготрейдингу.*

Предмет дисципліни: класичні теорії прийняття інвестиційних рішень, архітектура програмних систем, які створюються для здійснення алгоритмічної торгівлі на фондових ринках в умовах ризику та часових обмежень.

Програмні результати навчання полягають в наступному:

- отримати знання та вміння застосовувати фінансові теорії та використовувати їх розрахункові методи для конструювання та подальшого програмування торгових роботів;
- здобути практичні навички обробки фінансових даних (компонента програмної архітектури робота – Data access/cleaning);
- навчитися конструювати компоненту торгового робота – Pre-trade analysis, що включає альфа-модель прогнозування майбутньої поведінки активів, призначених для торгівлі; модель оцінки ризику, а також модель вартості транзакцій;
- вміти створювати компоненту програмної архітектури робота (Trading signal) за допомогою розрахункових методів оптимального управління портфелем активів;
- створювати програмну компоненту робота, таку як “Trade execution” для виконання рішення щодо купівлі/продажу визначених фондових активів;
- конструювати “Post-trade analysis” для здійснення аналізу результатів та проведення процедур backtesting;
- вибирати торгову стратегію з числа референтних або конструювати власну стратегію;
- здійснювати інтеграцію програмних компонент для створення повноцінного програмного робота, калібрувати його на історичних або модельних даних.

Вивчення курсу з метою створення торгового робота не забезпечує комерційний успіх торгівлі на біржах, тому не рекомендується здійснювати алгоритмічну торгівлю, інвестуючи будь-яку суму власних коштів.

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

Передумовою вивчення курсу є успішне опанування студентами основ таких дисциплін як «Теорія ймовірностей», «Математична статистика», «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра», «Методи оптимізації».

Передбачається наявність елементарних навичок програмування мовою Python.

Рівень володіння англійською мовою не нижче A2 (Pre-Intermediate).

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Предмет курсу, завдання. Визначення та види алгоритмічної торгівлі (АТ). Особливості появи АТ та її регулювання. Властивості фінансових ринків. Інформаційна ефективність. Арбітраж
2. Опис динаміки вартості активу на фінансовому ринку. Математичні основи та фізичні аналогії. Перевірка гіпотез про ринкову поведінку активів. Приклади арбітражних операцій
3. Функції організованих ринків – бірж. Фондові фінансові інструменти. Посередництво. Правила торгівлі, інфраструктура, біржовий стакан та ордерний обмін. Поняття протоколів для алгоритмічної торгівлі.
4. Концептуальні моделі алгоритмічної торгівлі та архітектура програмного робота. Фінансові рішення фірми в умовах ризику. Грошові потоки та критерії ефективності. Модельні задачі з прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику
5. Торгові стратегії: моделі та інструменти I
6. Торгові стратегії: моделі та інструменти II. Приклади реалізації торгових стратегій та їх аналіз
7. Моделі та методи портфельного інвестування (I). Міри ризиків. Класичні методи формування інвестиційних портфелів. Ринкова лінія та теорема Тобіна про розподіл портфелю.

8. *Моделі та методи портфельного інвестування (II). Інвестиційні портфелі спеціальної структури. Практика формування інвестиційних портфелів з різними властивостями*
9. *Моделі динаміки процентних ставок. Ставка дисконтування та премія за ризик КФ Моделі ціноутворення ризикових активів та МСФЗ 13 (I)*
10. *Моделі ціноутворення ризикових активів та МСФЗ 13 (II). Створення альфа -моделі торгової системи за моделями ціноутворення на активів*
11. *Моделі поведінки фірми з мотиваційним конфліктом менеджерів. NPV критерій. Облік і звітність як інформаційна основа прийняття рішень. Рекombінація звітності. Англо-саксонська традиція. Гарвардський тест розуміння звітів*
12. *Моделі та методи фундаментального фінансового аналізу. Створення альфа -моделі торгової системи на основі фундаментального аналізу*
13. *Формування торгового портфелю I: міри ризику та їх властивості*
14. *Формування торгового портфелю II: моделі та методи. Приклади створення бета-моделі торгового портфелю AT*
15. *Чутливість до обсягу. Моделі та алгоритми виконання угод*
16. *Інтеграція моделей в архітектуру програмного робота. Моделі управління ризиками торгівлі на вторинному ринку та критерії ефективності. Задачі оцінювання ефективності торгової системи*
17. *Імітаційна модель ринку. Калібрування та первинна валідація програмного робота.*
18. *Оцінка результативності. Бек-тестування та крос-валідація моделі торгового робота. Дослідна експлуатація, модельний експеримент та пост-аналіз результатів*

4. Навчальні матеріали та ресурси

<i>Література та посилання</i>	<i>Вид</i>
1. <i>Скоробогатова, Н. Є. Інвестування: навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни [Електронний ресурс] / Скоробогатова Н. Є. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,19 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2022. – 147 с. – URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47347</i>	<i>Базова</i>
2. <i>Algorithmic Trading Strategies (Lectures 1-12) / Steve Yang – URL: http://personal.stevens.edu/~syang14/fe570.htm</i>	<i>Базова</i>
3. <i>Introduction to Algorithmic Trading Strategies (Lectures 1-8) / Haksun Li , Numerical Method Incorporation Limited, 2017. – 392 С. – URL: https://slideplayer.com/slide/6898072/</i>	<i>Базова</i>
4. <i>Базовий конспект лекцій. Електронний ресурс Google Classroom. на основі: Ділові фінанси: навчальний посібник дистанційного курсу /В.А. Стулей. -К.: Центр навчальної літератури, 2005. - 593 с. Бібліотека КНЕУ шифр 336 С 88 – URL: https://classroom.google.com/c/MTczNDc4NTc0OTEw</i>	<i>Базова</i>

5. Сазонець, І. Л. Інвестування: підручник для ВНЗ / І.Л. Сазонець, В.А. Федорова. – Київ : Центр учбової літератури, 2016. – 311 с. – URL: https://library.nusta.edu.ua/depository/%D0%9E%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%96%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8/%D0%86%D0%9D%D0%92%D0%95%D0%A1%D0%A2%D0%A3%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%9D%D0%AF.pdf	Базова
6. <i>Advanced Techniques in Day Trading: A Practical Guide to High Probability Strategies and Methods (Stock Market Trading and Investing) Paperback – June 12, 2018 by Andrew Aziz (за запитом викладачу)</i>	Дод.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Тиждень	Вид заняття та тематика для вивчення	Навчальний матеріал
1.	<i>Лекція. Предмет курсу, завдання. Визначення та види алгоритмічної торгівлі (АТ). Особливості появи АТ та її регулювання. Властивості фінансових ринків. Інформаційна ефективність. Арбітраж</i>	[4]
2.	<i>Лекція. Опис динаміки вартості активу на фінансовому ринку. Математичні основи та фізичні аналогії. Практикум. Перевірка гіпотез про ринкову поведінку активів. Приклади арбітражних операцій</i>	[1], [4]
3.	<i>Лекція. Функції організованих ринків – бірж. Фондові фінансові інструменти. Посередництво. Правила торгівлі, інфраструктура, біржовий стакан та ордерний обмін. Поняття протоколів для алгоритмічної торгівлі.</i>	[1], [4], [6]
4.	<i>Лекція. Концептуальні моделі алгоритмічної торгівлі та архітектура програмного роботу. Фінансові рішення фірми в умовах ризику. Грошові потоки та критерії ефективності. Практикум. Модельні задачі з прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику</i>	[1], [4], [5]
5.	<i>Лекція. Торгові стратегії: моделі та інструменти I</i>	[1], [2], [3], [4]
6.	<i>Лекція. Торгові стратегії: моделі та інструменти II Практикум. Приклади реалізації торгових стратегій та їх аналіз</i>	[1], [2], [3], [4]
7.	<i>Лекція. Моделі та методи портфельного інвестування (I). Міри ризиків. Класичні методи формування інвестиційних портфелів. Ринкова лінія та теорема Тобіна про розподіл портфелю.</i>	[1], [4], [5]
8.	<i>Лекція. Моделі та методи портфельного інвестування (II). Інвестиційні портфелі спеціальної структури. Практикум. Практика формування інвестиційних портфелів з різними властивостями</i>	[1], [4], [5]
9.	<i>Лекція. Моделі динаміки процентних ставок. Ставка дисконтування та премія за ризик КФ Моделі ціноутворення ризикових активів та</i>	[1], [4], [5]

Тиждень	Вид заняття та тематика для вивчення	Навчальний матеріал
	МСФЗ 13 (I)	
10.	Лекція. Моделі ціноутворення ризикових активів та МСФЗ 13 (II) Практикум. Створення альфа -моделі торгової системи за моделями ціноутворення на активів	[1], [4], [5]
11.	Лекція. Моделі поведінки фірми з мотиваційним конфліктом менеджерів. NPV критерій. Облік і звітність як інформаційна основа прийняття рішень. Рекомбінація звітності. Англо-саксонська традиція. Гарвардський тест розуміння звітів	[1], [4], [5]
12.	Лекція. Моделі та методи фундаментального фінансового аналізу Практикум. Створення альфа -моделі торгової системи на основі фундаментального аналізу	[1], [4], [5]
13.	Лекція. Формування торгового портфелю I: міри ризику та їх властивості	[2] - [6]
14.	Лекція. Формування торгового портфелю II: моделі та методи Практикум. Приклади створення бета-моделі торгового портфелю АТ	[2] - [6]
15.	Лекція. Чутливість до обсягу. Моделі та алгоритми виконання угод	[4]
16.	Лекція. Інтеграція моделей в архітектуру програмного робота. Моделі управління ризиками торгівлі на вторинному ринку та критерії ефективності. Практикум. Задачі оцінювання ефективності торгової системи	[2], [3], [4], [6]
17.	Лекція. Імітаційна модель ринку. Калібрування та первинна валідація програмного робота.	[4]
18.	Лекція. Оцінка результативності. Бек-тестування та крос-валідація моделі торгового робота. Практикум. Дослідна експлуатація, модельний експеримент та пост-аналіз результатів	[4]

6. Самостійна робота студента

Тиждень	Вид самостійної роботи	Тематика самостійної роботи	Навчальний матеріал
2.	Підготовка до практичних завдань	Перевірка гіпотез про ринкову поведінку активів. Приклади арбітражних операцій	[1], [4] лекції 1-2
4.	Підготовка до практичних завдань	Модельні задачі з прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику	[1], [4], [5] лекції 3-4
6.	Завдання №1 (створення програмного коду)	Приклади реалізації торгових стратегій та їх аналіз	[1], [2], [3], [4] лекції 5-6
8.	Підготовка до практичних завдань	Практика формування інвестиційних портфелів з різними властивостями	[1], [4], [5] лекції 7-8

Тиждень	Вид самостійної роботи	Тематика самостійної роботи	Навчальний матеріал
10.	Завдання №2 (створення програмного коду I)	Створення альфа-моделі торгової системи за моделями ціноутворення на активів	[1], [4], [5] лекції 9-10
12.	Завдання №2 (створення програмного коду II)	Створення альфа-моделі торгової системи на основі фундаментального аналізу	[1], [4], [5] лекції 11-12
14.	Завдання №2 (створення програмного коду III)	Приклади створення бета-моделі торгового портфелю АТ	[2] - [6] лекції 13-16
16.	Завдання №3 (створення програмного коду)	Задачі оцінювання ефективності торгової системи	[2], [3], [4], [6] лекції 15-16
18.	Завдання №4 (створення програмного коду)	Бек-тестування моделей, дослідна експлуатація, модельний експеримент та пост-аналіз результатів торгівлі	[4] лекції 17-18

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги з вивчення курсу наступні:

- правила відвідування занять: студент має бути присутнім на онлайн лекції або переглянути її в запису на ресурсі Google Classroom, бути присутнім на практичному онлайн занятті;
- правила поведінки на заняттях: телефони, мікрофони та відео мають бути вимкненими;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: активність на лекційних заняттях заохочується призначенням додаткових балів (до 5), активність на практичних заняттях заохочується призначенням балів в межах, визначених для практичного заняття;
- політика дедлайнів та перескладань: відповідно до вимог деканату; політика щодо академічної доброчесності: відповідно до політики університету.

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

Вимоги щодо контролю та рейтингової системи оцінювання результатів навчання наступні:

- Поточний контроль: академічна активність студента з виконання практичних задач, включаючи створення ПЗ (див.п.9), - 80 балів, контрольна робота – 20 балів (в два етапи відповідно до термінів календарного контролю по 10 балів/етап).
- Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- Семестровий контроль: залік (оцінка виставляється відповідно до загальної суми балів по результатам навчання).
- Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше ніж 40 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

За умови розробки працюючого програмного робота, що був самостійно створений студентом на основі наданої архітектури, надається рейтинг у 80 балів. Такий програмний робот повинен мати документований Python-код та пройти тестову перевірку на модельних даних, наданих викладачем, про що складається відповідний звіт пост-аналізу. За умови розробки працюючого програмного робота, що був самостійно створений студентом на основі існуючої програмної платформи для АТ, надається рейтинг у 60 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ

доцент, к.ф.-м.н. Стулей Володимир Анатолійович

Ухвалено кафедрою штучного інтелекту (протокол № 14 від "11" червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією ННІПСА (протокол № 10 від "24" червня 2024 р.)