

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри економічної кібернетики
і системного аналізу

Протокол №1 від 22.08.2023 р.

ПОГОДЖЕНО

Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО



МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ

робоча програма навчальної дисципліни (РПНД)

Галузь знань **12 Інформаційні технології**
Спеціальність **124 Системний аналіз**
Освітній рівень **перший (бакалаврський)**
Освітня програма **Управління складними системами**

Статус дисципліни

вибіркова

Мова викладання, навчання та оцінювання

українська

Розробники:
д.е.н., професор

Лідія ГУР'ЯНОВА

викладач

Владислав ПОЛЯНСЬКИЙ

Завідувач кафедри
економічної кібернетики
і системного аналізу

Лідія ГУР'ЯНОВА

Гарант програми

Оксана ПАНАСЕНКО

Харків
2024

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Методи прогнозування» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Управління складними системами» підготовки бакалавра зі спеціальності 124 «Системний аналіз».

Предметом дисципліни є сукупність методів аналізу часових рядів, прогнозування, аналізу динаміки систем з ціллю прийняття оптимальних рішень.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Методи та моделі короткострокового прогнозування.
2. Методи та моделі середньострокового, довгострокового прогнозування.

Мета навчальної дисципліни: Метою вивчення дисципліни є оволодіння теоретичними знаннями та практичним інструментарієм прогнозування, визначення можливих станів об'єктів у майбутньому, дослідження закономірностей їх розвитку за різних умов.

Завдання: Основними завданнями вивчення дисципліни «Методи прогнозування» є: ознайомлення з методологічними основами прогнозуючих систем; вивчення методів розробки прогнозів стану систем різного призначення; придбання навичок розробки програми дослідження об'єкту прогнозування; придбання навичок побудови адекватних моделей прогнозування, аналізу динаміки розвитку систем різного призначення та рівня ієрархії; придбання навичок сценарного прогнозування на підставі використання сучасних методів та інформаційних технологій.

Об'єкт навчальної дисципліни є системи різного призначення та рівня ієрархії, що функціонують в умовах невизначеності та ризику.

Предметом дисципліни є методи прогнозування стану систем, що функціонують в умовах невизначеності та ризику.

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна, визначено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна

Результати навчання	Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти
РН3	КФ 3, КФ 4
РН9	КФ 6, КФ 7
РН12	КФ 7
РН13	КФ 7
РН14	КФ 3, КФ 4
РН15	КФ6, КФ 7
РН18	КФ 12

де РН3. Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що

впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів та використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів.

РН9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.

РН12. Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу.

РН13. Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах.

РН14. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.

РН15. Розуміти українську та іноземну мови на рівні, достатньому для обробки фахових інформаційно-літературних джерел, професійного усного і письмового спілкування, написання текстів за фаховою тематикою.

РН18. Застосовувати системний підхід до моделювання фінансових процесів, безпеки систем різного призначення та рівня ієрархії

КФ 3. Здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів.

КФ 4. Здатність визначати основні чинники, які впливають на розвиток фізичних, економічних, соціальних процесів, виокремлювати в них стохастичні та невизначені показники, формулювати їх у вигляді випадкових або нечітких величин, векторів, процесів та досліджувати залежності між ними

КФ 6. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних

КФ 7. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань

КФ 12. Здатність моделювати та прогнозувати фінансові процеси на основі методів та інструментальних засобів системного аналізу, здійснювати управління ризиками, безпекою систем різного призначення та рівня ієрархії

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи та моделі короткострокового прогнозування

Тема 1. Методологічні основи прогнозування. Оцінювання якості прогнозів.

Мета та задачі курсу. Основні поняття і терміни курсу. Роль прогнозування в управлінні.

Прогноз, види і призначення прогнозів. Класифікація прогнозів. Класифікація методів прогнозування. Етапи побудови прогноза. Сутність і

вимоги прогноуючої системи. Принципи прогноування.

Міри точності прогнозів. Коефіцієнт невідповідності. Середня похибка прогнозу. Середня абсолютна похибка прогнозу. Середньоквадратична похибка прогнозу. Середня відсоткова похибка прогнозу. Середня абсолютна відсоткова похибка прогнозу.

Тема 2. Визначення і характеристики часових рядів

Визначення й типологія часових рядів. Компоненти часових рядів. Тренд, циклічні коливання, сезонні коливання, нерегулярна компонента. Адитивна й мультиплікативна моделі часового ряду. Основні характеристики часових рядів. Перевірка стаціонарності часових рядів. Критерій Стьюдента, критерій Фішера, критерій серій, критерій поворотних крапок, критерій Фостера-Стюарта.

Тема 3. Прості методи прогноування

Особливості простих методів прогноування. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Методи інтерполяції. Метод оцінки параметрів на основі двох крайніх і двох середніх групових крапок. Прогноз на основі темпів росту. Методи генерації прогнозних вибірок. Метод характеристик. Прогноування на підставі кривих зростання.

Тема 4. Адаптивні методи прогноування

Особливості методів короткострокового прогноування. Принципи і методи згладжування. Прогноування за допомогою ковзних середніх. Просте і зважене ковзне середнє. Експонентна середня. Суть методів згладжування по Холту, Брауну, Уінтерсу. Методи згладжування помилок.

Змістовий модуль 2. Методи та моделі середньострокового, довгострокового прогноування

Тема 5. Методи і моделі прогноування багатовимірних процесів

Багатофакторні моделі. Оцінка параметрів лінійних багатофакторних моделей. Криві зростання (тренди). Види трендів. Оцінка параметрів трендових моделей. Адекватність лінійних багатофакторних моделей. Прогнози на основі багатофакторної лінійної моделі. Мультиколінерність, автокореляція, гетероскедастичність. Методи урахування тенденції та сезонних коливань під час побудови моделей регресії. Системи одночасових рівнянь.

Тема 6. Циклічні і сезонні складові часового ряду

Стаціонарний періодичний часовий ряд і його параметри. Гармонійний аналіз. Ряд Фур'є. Коефіцієнти розкладання часового ряду в ряд Фур'є. Періодограма. Спектрограма. Ваги вікна Тьюки, Даніеля, Хеммінга, Парзена, Бартлетта. Сезонні коливання. Оцінка сезонної складової. Застосування фіктивних змінних для оцінки сезонної складової.

Тема 7. Методи і моделі прогнозування одновимірних процесів

Стаціонарність часових рядів. Стаціонарні та нестаціонарні часові ряди. Перевірка стаціонарності та порядку інтегрованості часового ряду. Моделі авторегресії та ковзного середнього. Моделі лінійного фільтру стаціонарних процесів. Моделі ковзної середньої - MA(q)-процеси. Моделі авторегресії порядку p AR(p). Перетворення MA-процесів. ARMA-процес, прогнозування на основі ARMA-моделей. Перервана ARIMA. Прогнозування часових рядів за допомогою ARIMA-моделей. Загальні моделі з авторегресійною умовною гетероскедастичністю (GARCH-моделі). Види моделей з авторегресійною умовною гетероскедастичністю. ARCH и GARCH-моделі. Експоненційна модель GARCH. Модель GARCH-M. Особливості побудови моделей з авторегресійною умовною гетероскедастичністю. Оцінювання моделей. Критерії якості моделей.

Тема 8. Методи експертних оцінок

Принципи формування експертних систем прогнозування. Сутність евристичних методів прогнозування. Індивідуальні та колективні експертні методи. Організація експертних опитувань. Етапи проведення колективної експертної оцінки. Визначення чисельності експертних груп і коефіцієнта компетентності експерта. Статистичні методи обробки експертних оцінок і якісної інформації. Основні економіко-математичні методи й алгоритми обробки експертних оцінок. Непараметричні критерії обробки залежних та незалежних вибіркового даних. Методи оцінки погодженості думок експертів. Стійкість групових експертних оцінок.

Перелік лабораторних занять за навчальною дисципліною наведено в табл. 2.
Таблиця 2

Перелік лабораторних занять

Назва теми	Зміст
Тема 1	Опанування здобувачами навичок застосування критеріїв оцінки якості прогнозів та проведення порівняльного аналізу альтернативних варіантів моделі прогнозування
Тема 2	Опанування здобувачами навичок перевірки часових рядів на наявність тренда на підставі критеріїв Стюдента, Фішера, Фостера-Стюарта, критерію серій та ін.
Тема 3	Опанування здобувачами навичок діагностики компонентного складу часового ряду, визначення типу моделей еволюторної складової, побудови «наївної» моделі прогнозування в умовах обмежених даних
Тема 4	Опанування здобувачами навичок побудови адаптивних моделей прогнозування
Тема 5	Опанування здобувачами навичок побудови нелінійних моделей тренду, побудови динамічних регресійних моделей
Тема 6	Опанування здобувачами навичок побудови моделей з урахуванням періодичної складової
Тема 7	Опанування здобувачами навичок побудови ARIMA-моделей
Тема 8	Опанування здобувачами навичок обробки результатів експертного оцінювання

Перелік самостійної роботи за навчальною дисципліною наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Перелік самостійної роботи

Назва теми	Зміст
Тема 1	Порівняльний аналіз альтернативних варіантів моделей, оцінювання якості прогнозів
Тема 2	Попередній аналіз часових рядів, визначення компонентного складу часового ряду
Тема 3	Попередній аналіз часових рядів, визначення найбільш ймовірної моделі тренду, побудова «найвної» моделі прогнозування в умовах обмежених даних
Тема 4	Побудова адаптивних моделей прогнозування
Тема 5	Побудова нелінійних моделей тренду, побудова динамічних регресійних моделей
Тема 6	Побудова моделей з урахуванням періодичної складової
Тема 7	Побудова ARIMA-моделей
Тема 8	Обробка результатів експертного оцінювання

Кількість годин лекційних, лабораторних занять та годин самостійної роботи наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

У процесі викладання навчальної дисципліни для набуття визначених результатів навчання, активізації освітнього процесу передбачено застосування таких методів навчання, як: проблемні лекції, міні-лекції, бінарні лекції, навчальні дискусії, індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування. Розподіл форм та методів навчання наведений у табл. 4.

Таблиця 4

Розподіл форм та методів активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
Тема 1	Проблемна лекція з питання "Роль прогнозування в управлінні системами", бінарні лекції, інтерактивне тестування
Тема 2	Міні-лекція з питання "Методи тестування часових рядів на стаціонарність" індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування
Тема 3	Міні-лекція з питання "Методи інтерполяції" індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування
Тема 4	Проблемна лекція з питання "Особливості використання адаптивних моделей прогнозування"

	індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування
Тема 5	Міні-лекція з питання “Прогнози на основі багатofакторних моделей” індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування
Тема 6	Міні-лекція з питання “Побудова тренд-сезонної моделі” індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування
Тема 7	Міні-лекція з питання “Прогнозування часових рядів за допомогою ARMA-моделей” індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування
Тема 8	Міні-лекція з питання “Організація експертних опитувань” індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування

Проблемні лекції спрямовані на розвиток логічного мислення здобувачів. Коло питань теми обмежується двома-трьома ключовими моментами, увага здобувачів концентрується на матеріалі, що не знайшов відображення в підручниках. При викладанні лекційного матеріалу здобувачам пропонуються питання для самостійного розмірковування. При цьому лектор задає запитання які спонукають здобувача шукати розв’язання проблемної ситуації. Така система примушує здобувачів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді. На початку проведення проблемної лекції необхідно чітко сформулювати проблему, яку необхідно вирішити здобувачам. При викладанні лекційного матеріалу слід уникати прямої відповіді на поставлені запитання, а висвітлювати матеріал таким чином, щоб отриману інформацію здобувач міг використовувати при розв’язанні проблеми.

Бінарні лекції передбачають проведення лекції декількома лекторами, які взаємодоповнюють один одного (теоретиком та практиком або вченими різних навчальних закладів, наукових шкіл). Розкриваючи питання однієї і тієї ж теми, вони ведуть дискусію між собою, залучаючи до неї аудиторію.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю, складністю логічних побудов, доказів та узагальнень. Міні-лекції проводяться, як правило, як частина заняття-дослідження.

На початку проведення міні-лекції за вказаними вище темами лектор акцентує увагу здобувачів на необхідності представити викладений лекційний матеріал у так званому структурно-логічному вигляді. На розгляд виносяться питання, які зафіксовані у плані лекцій, але викладаються вони стисло. Лекційне заняття, проведене у такий спосіб, побуджує у здобувача активність та увагу при сприйнятті матеріалу, а також спрямовує його на використання системного підходу при відтворенні інформації, яку він одержав від викладача.

Проблемні лекції, міні лекції, бінарні лекції доцільно поєднувати з такою формою активізації навчального процесу, як індивідуальні завдання до лабораторного практикуму з презентаціями результатів їх виконання, інтерактивне тестування.

Індивідуальні завдання до лабораторного практикуму дають змогу структурувати заняття за формою і змістом, створюють можливості для участі кожного здобувача в роботі за темою заняття, забезпечують формування здатності використовувати сучасні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем. Здобувачі можуть використовувати тренувальні множини даних, які запропоновані викладачем, або відкриті репозитарії даних, статистичних баз даних у відповідність до спектру їх наукових інтересів, проєктів тощо.

Після виконання індивідуального завдання здобувачам пропонується *презентувати* результати дослідження.

Презентації - виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень, результатів роботи, звіту про виконання індивідуальних завдань та забезпечують формування особистісних якостей та досвіду соціального спілкування, посилюють комунікаційні навички, навички критичного мислення, адаптації, доведення власної точки зору до аудиторії.

Інтерактивне тестування здійснюється засобами ПНС за допомогою банку тестів за темами, датчика випадкових чисел та конструктора тестових завдань, що дозволяє отримати індивідуальний варіант тестового завдання для здобувача, яке акцентує увагу на базових аспектах тем і дозволяє провести оцінювання прогресу здобувача за дисципліною. Є засобом діагностики рівня знань та сприяє більш якісному засвоєнню матеріалу дисципліни.

ФОРМИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Університет використовує 100 бальну накопичувальну систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувача вищої освіти до виконання конкретної роботи і оцінюється сумою набраних балів:

– для дисциплін з формою семестрового контролю екзамен (іспит): максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє здобувачу вищої освіти скласти екзамен (іспит) – 35 балів.

Підсумковий контроль включає семестровий контроль та атестацію здобувача вищої освіти.

Семестровий контроль проводиться у формі семестрового екзамену (іспиту). Складання семестрового екзамену (іспиту) здійснюється під час екзаменаційної сесії. Максимальна сума балів, яку може отримати здобувач вищої освіти під час екзамену (іспиту) – 40 балів. Мінімальна сума, за якою екзамен (іспит) вважається складеним – 25 балів.

Підсумкова оцінка за навчальною дисципліною визначається сумуванням балів за поточний та підсумковий контроль.

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні контрольні заходи:

- тестові завдання (14 балів);
- захист лабораторних робіт (22 бали);
- комплексні модульні завдання (12 балів);
- індивідуальне науково-дослідне завдання (12 балів).

Семестровий контроль: Екзамен (40 балів).

Більш детальну інформацію щодо системи оцінювання наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

Приклад екзаменаційного білета та критерії оцінювання для навчальної дисципліни наведені нижче.

Приклад екзаменаційного білету

Завдання 1 (стереотипне)

1. Принцип верифікованості означає:

- a) перевірку вірогідності, точності й обґрунтованості, адекватності прогнозів об'єктивним закономірностям, реальним процесам;
- b) узгодженість нормативних і пошукових прогнозів різної природи й різного періоду попередження;
- c) взаємопов'язаність і співвідпорядкованість об'єкта, фона й елементів прогнозування;
- d) розробку декількох варіантів прогнозу, виходячи з постановки мети та варіантів прогнозного фона;
- e) коректування прогнозів при надходженні нових даних про об'єкт прогнозування.

2. Для оцінювання якості прогнозу застосовуються такі показники:

- a) середня абсолютна помилка прогнозу (MAE);
- b) сума квадратів помилок (SSE);
- c) середній квадрат помилки (MSE);
- d) середня абсолютна відсоткова помилка (MAPE);
- e) усе перераховане вище правильно.

3. Значення MAPE, яке дорівнює 8,2 %, дозволяє зробити такий висновок:

- a) прогноз має високу точність;
- b) прогноз має гарну точність;
- c) прогноз має задовільну точність;
- d) прогноз має незадовільну точність.

4. Послідовність операцій розробки прогнозу зводиться до таких етапів:

- a) прогнозна ретроспекція, прогнозний діагноз, прогнозна проспекція, синтез прогнозів, верифікація прогнозу, коректування прогнозу;
- b) передпрогнозна орієнтація, прогнозна ретроспекція, прогнозний діагноз, прогнозна проспекція, верифікація прогнозу, коректування прогнозу, синтез прогнозів

5. Більш гладкий ряд буде отримано при використанні:

- a) 5-членної ковзною середньої;
- b) 7-членної ковзною середньої;
- c) 9-членної ковзною середньої;
- d) 3-членної ковзною середньої.

6. Зважені ковзні середні використовуються у випадку, якщо:

- a) ряд має лінійний характер;
- b) ряд має нелінійний характер.

7. Коефіцієнти усереднювання (метод зваженої ковзної середньої) мають такі властивості:

- a) вони симетричні відносно центрального рівня;
- b) сума ваги дорівнює одиниці;

с) все наведене вище правильно.

8. Модель Холта – Уінтерса використовується для прогнозування часових рядів:

- а) з лінійним характером тенденції й адитивним сезонним ефектом;
- б) з експоненційним характером тенденції й адитивним сезонним ефектом;
- с) з лінійним характером тенденції та мультиплікативним сезонним ефектом;
- д) з експоненційним характером тенденції та мультиплікативним сезонним ефектом;
- е) все наведене вище правильно

9. У моделі Тригга - Ліча як параметр згладжування використовується:

- а) значення контрольного сигналу;
- б) параметр адаптації;
- с) середнє абсолютне відхилення;
- д) значення помилки.

10. Мультиколінеарність має місце, коли:

- а) дві або більш незалежних змінних мають високу кореляцію;
- б) дисперсія випадкових величин не постійна;
- с) поточні та лагові значення помилок корелюють;
- д) незалежна змінна виміряна з помилкою.

11. У разі мультиколінеарності всі оцінки параметрів моделі або їх велика частина будуть:

- а) статистично значущими при високому значенні коефіцієнта множинної кореляції;
- б) статистично незначущими при високому значенні коефіцієнта множинної кореляції;
- с) статистично значущими при низькому значенні коефіцієнта множинної кореляції;

12. У разі гетероскедастичності помилки моделі мають:

- а) постійну дисперсію;
- б) біноміальний розподіл;
- с) експоненційний розподіл;
- д) непостійну дисперсію.

13. Для перевірки моделі на мультиколінеарність використовують:

- а) метод Феррара – Глобера;
- б) критерій Стьюдента;
- с) критерій Дарбіна – Уотсона;
- д) тест Гольтфельда – Квандта.

14. Автокореляція виникає, коли:

- а) помилка не має нульового середнього значення;
- б) помилка залежить від незалежної змінної;
- с) помилки корелюють між собою;
- д) незалежні змінні корелюють між собою;
- е) дисперсія помилок не є постійною.

15. Який з методів експертної оцінки полягає в проведенні опитування експертів в декілька турів, що дозволяє використовувати зворотний зв'язок шляхом їх ознайомлення з результатами попереднього туру опитування:

- а) метод "мозкової атаки";
- б) метод Делфі;
- с) метод сценаріїв?

16. Який з методів експертної оцінки полягає у відображенні можливого ходу подій часу, починаючи з існуючого стану або деякої події в майбутньому, різними групами фахівців:

- а) метод "мозкової атаки";
- б) метод Делфі;
- с) метод сценаріїв?

17. Процедура стандартизації рангів застосовується в тому випадку, якщо:

- а) усім об'єктам присвоєні різні номери;
- б) деяким об'єктам присвоєний один і той же номер;
- с) загальна кількість рангів не дорівнює кількості ранжованих об'єктів.

18. Який з коефіцієнтів виявлення тісноти зв'язку відбиває міру двостороннього взаємозв'язку:

- a) коефіцієнт конкордації Кендалла (W);
- b) коефіцієнт Юла (Q);
- c) коефіцієнт контингенції (Ф)?

19. Міра узгодженості думок експертів визначається за допомогою:

- a) коефіцієнта конкордації Кендалла (W);
- b) коефіцієнта Юла (Q);
- c) коефіцієнта контингенції (Ф).

20. Який з коефіцієнтів виявлення тісноти зв'язку відбиває міру одностороннього зв'язку:

- a) коефіцієнт конкордації Кендалла (W);
- b) коефіцієнт Юла (Q);
- c) коефіцієнт контингенції (Ф)?

Завдання 2 (діагностичне)

Представлено результати попарного порівняння проєктів експертами (таблиці). Побудувати підсумкову таблицю рангів проєктів на основі результатів опитування експертів. Визначити найбільш привабливий проєкт. Оцінити узгодженість думок експертів.

Таблиця

Результати порівняння проєктів, отримані від 1-го експерта

Проекти	1	2	3	4	5
1	-	1	1	4	5
2	-	-	3	2	5
3	-	-	-	3	3
4	-	-	-	-	4
5	-	-	-	-	-

Таблиця

Результати порівняння проєктів, отримані від 2-го експерта

Проекти	1	2	3	4	5
1	-	1	3	4	5
2	-	-	2	2	2
3	-	-	-	3	3
4	-	-	-	-	4
5	-	-	-	-	-

Таблиця

Результати порівняння проєктів, отримані від 3-го експерта

Проекти	1	2	3	4	5
1	-	1	1	1	5
2	-	-	2	4	2
3	-	-	-	3	3
4	-	-	-	-	5
5	-	-	-	-	-

Завдання 3 (евристичне)

У табл. представлена динаміка «премії за ризик» (різниця між прибутковістю акцій підприємства й безризиковою прибутковістю).

Вихідні дані, %

Період	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Премія, %	6,4	6,2	6,2	6,1	6,1	6,2	6	6	6,1	5,9
Період	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Премія, %	6,6	6,6	6,5	6,6	6,7	6,5	6,4	6,4	3,5	4
Період	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Премія, %	4,5	5	5,5	5,1	3,5	5,5	6,1	6,2	6,3	6,3
Період	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Премія, %	5,9	6	6,1	5,9	6	6	5,9	5,9	5,7	5,5
Період	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Премія, %	5,5	5,9	5,9	5,7	5,7	5,8	5,8	5,7	5,7	5,8

Необхідно оцінити параметри моделей E-GARCH і GARCH-M. Провести аналіз якості моделей. Знайти прогнозні значення.

Критерії оцінювання

Екзаменаційне завдання оцінюється максимум у 40 балів та складається з стереотипного, діагностичного та евристичного завдань.

Стереотипне завдання спрямоване на оцінку когнітивних знань здобувача за дисципліною, що дозволяє визначити рівень володіння навчальним матеріалом, та включає 20 тестових завдань. Максимальна загальна кількість балів за виконане перше завдання складає **20 балів**. При оцінці першого завдання використовується наступна формула:

$$\text{Оцінка} = \text{кількість вірних відповідей} \times 1,0$$

Діагностичне завдання дає можливість визначити здатність здобувача застосовувати отримані знання на практиці для вирішення широкого класу задач прогнозування систем різного призначення. Максимальна загальна кількість балів за виконане третє завдання складає **5 балів**. При оцінці третього завдання використовуються наступні критерії:

Елементи рішення завдання	Бал
1. Обґрунтування вибору методу рішення завдання	1
2. Тестування статистичних гіпотез	3
3. Висновки за результатами тестування	1

Евристичне завдання спрямоване на виявлення здібності здобувача інтегрувати отримані знання для побудови та вибору моделі прогнозування систем різного призначення, аналізу прогнозних станів систем, формування стратегії розвитку систем в умовах невизначеності та ризику. Максимальна загальна кількість балів за виконане друге завдання складає **15 балів**. При оцінці другого завдання використовуються наступні критерії:

Елементи рішення завдання	Бал
1. Попередній аналіз часового ряду. Обґрунтування специфікації моделі.	2
2. Оцінка параметрів альтернативних варіантів моделі.	5
3. Порівняльний аналіз якості альтернативних варіантів моделі. Вибір остаточного варіанту.	5
4. Розробка прогнозу.	2
5. Інтерпретація отриманих результатів	1

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Adam B Kashlak. Time Series Analysis. Mathematical & Statistical Sciences University of Alberta Edmonton, Canada, April 20, 2021, 74 p. <https://sites.ualberta.ca/~kashlak/data/stat479.pdf>
2. Douglas C. Montgomery Cheryl L. Jennings Murat Kulahci. Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2022, 671 p. <https://lunarintcollege.edu.et/wp-content/uploads/2022/07/Introduction-to-Time-Series-Analysis-and-Forecasting-PDFDrive.com-.pdf>
3. Rob J. Hyndman and George Athanasopoulos. Forecasting: Principles and Practice. Otexts; 3rd ed. Edition (May 31, 2021), 442 p. <https://otexts.com/fpp3/index.html>
4. Spiliotis, Evangelos. Time Series Forecasting with Statistical, Machine Learning, and Deep Learning Methods: Past, Present, and Future. (2023). https://www.researchgate.net/publication/374080047_Time_Series_Forecasting_with_Statistical_Machine_Learning_and_Deep_Learning_Methods_Past_Present_and_Future
5. Suhasini Subba Rao. A course in Time Series Analysis. August 29, 2022 https://web.stat.tamu.edu/~suhasini/teaching673/time_series.pdf
6. Гур'янова Л.С. Економетрика [Електронний ресурс] : навч. посібник / [Л.С. Гур'янова, Т.С. Клебанова, Р.М. Яценко, С.В. Прокопович, О.А. Сергієнко]. – мультимедійне інтерактивне електрон. вид. комбінованого використ. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=4842>
7. Гур'янова Л.С. Прикладна економетрика: навч. посіб.: у двох частинах. Частина 1 : [Електронне видання] / Л. С. Гур'янова, Т. С. Клебанова, С. В. Прокопович та ін. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 235 с. <http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/19846>
8. Гур'янова Л.С. Прикладна економетрика : навч. посіб.: у двох частинах. Частина 2 : [Електронне видання] / Л. С. Гур'янова, Т. С. Клебанова, С. В. Прокопович та ін. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 252 с. <http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/19842>
9. Клебанова Т.С. Прогнозування соціально-економічних процесів. Навчальний посібник / Клебанова Т.С., Курзенев В.А., Наумов В. М., Гур'янова Л.С. та ін. - Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 656 с. <http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/11691>
10. Кононова К. Машинне навчання: методи та моделі: підручник / К. Кононова. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2019. - 307 с. https://www.researchgate.net/profile/Kateryna-Kononova/publication/345765254_MASINNE_NAVCANNA_METODI_TA_MOD

Додаткова

11. Cheng Li, Qi Qi. A novel hybrid grey system forecasting model based on seasonal fluctuation characteristics for electricity consumption in primary industry, *Energy*, Volume 287, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129585>.

12. George Athanasopoulos, Rob J. Hyndman, Nikolaos Kourentzes, Anastasios Panagiotelis, Forecast reconciliation: A review, *International Journal of Forecasting*, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2023.10.010>

13. Guryanova Lidiya, Roman Yatsenko, Nadija Dubrovina, Vitalina Babenko. Machine Learning Methods and Models, Predictive Analytics and Applications. Guryanova, L., Yatsenko, R., Babenko, V., Dubrovina, N. (Eds.): Machine Learning Methods and Models, Predictive Analytics and Applications, Proceedings of the Workshop on the XII International Scientific Practical Conference Modern problems of social and economic systems modelling (MPSESM-W 2020), Kharkiv, Ukraine, June 25, 2020, CEUR-WS.org, online. <http://ceur-ws.org/Vol-2649/>

14. Lili Ye, Naiming Xie, John E. Boylan, Zhongju Shang. Forecasting seasonal demand for retail: A Fourier time-varying grey model, *International Journal of Forecasting*, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2023.12.006>

15. Stegmaier Mary, Steven Jokinsky, Michael S. Lewis-Beck. The evolution of election forecasting models in the UK, *Electoral Studies*, Volume 86, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.electstud.2023.102694>

16. Thomas Conlon, John Cotter, Emmanuel Eyiah-Donkor. Forecasting the price of oil: A cautionary note, *Journal of Commodity Markets*, Volume 33, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2023.100378>

17. Zyma Oleksandr, Lidiya Guryanova, Nataliia Gavkalova, Natalia Chernova, Olga Nekrasova. THE APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS IN DETERMINING ATTRACTIVE DEVELOPMENT DIRECTIONS FOR TOURISM BUSINESSES. *INTELLECTUAL ECONOMICS 2022*, No 16(1), p. 151-165 <https://ojs.mruni.eu/ojs/intellectual-economics/article/view/7150>

Інформаційні ресурси

18. Методи прогнозування. Сайт ПНС ХНЕУ ім. С. Кузнеця [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=8630>

19. Національна бібліотека України ім. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.nbuv.gov.ua

20. Сайт Державної служби статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua

21. Сайт Національного банку України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.bank.gov.ua

22. Сайт ПФТС [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://pfts.ua/trade-info/indexes/shares-indexes>

23. Dua, D. and Graff, C. UCI Machine Learning Repository [http://archive.ics.uci.edu/ml]. 2019. - Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science. <http://archive.ics.uci.edu/>
24. Stock market infrastructure development agency of Ukraine (SMIDA) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://smida.gov.ua/db>