

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



"ЗАТВЕРДЖУЮ"


Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
робоча програма навчальної дисципліни

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

Статус дисципліни обов'язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання українська

Завідувач
кафедри економічної кібернетики і системного аналізу  Лідія ГУР'ЯНОВА

Харків
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри *економічної кібернетики і системного аналізу*

Протокол № 1 від 25 серпня 2022 р.

Розробники:

Гур'янова Лідія Семенівна, д.е.н., проф., зав. кафедри економічної кібернетики і системного аналізу

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

Анотація навчальної дисципліни

Програма вивчення обов'язкової навчальної дисципліни «Моделювання систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Управління складними системами» підготовки бакалавра зі спеціальності 124 «Системний аналіз».

Предметом дисципліни є методи моделювання систем, що функціонують в умовах невизначеності.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Методи та моделі бізнес-аналітики багатовимірних процесів в дослідженні систем.
2. Методи та моделі предиктивної аналітики систем.

Мета навчальної дисципліни: Метою дисципліни є вивчення теоретичних основ і можливостей практичного застосування методів моделювання систем, що функціонують в умовах невизначеності.

Завдання: Основними завданнями вивчення дисципліни «Моделювання систем» є: ознайомлення з методологічними основами дослідження систем; вивчення методів, моделей бізнес-аналітики багатовимірних процесів та особливостей їх застосування в дослідженні складних систем; методів та моделей аналізу динаміки розвитку систем, предиктивної аналітики; придбання навичок побудови адекватних моделей оцінки стану систем, аналізу динаміки розвитку систем різного призначення та рівня ієрархії; придбання навичок вибору найбільш доцільної стратегії на підставі використання сучасних математичних методів та інформаційних технологій.

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	3
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	5
Форма підсумкового контролю	Екзамен

1

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Вступ до фаху Вища математика Дискретна математика Методи оптимізації та дослідження операцій Методи оптимізації та дослідження операцій-2 Випадкові процеси Системний аналіз Проектний аналіз	Імітаційне моделювання Теорія ігор в управлінні складними системами Моделі економічної динаміки Комплексний тренінг Дипломний проект

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
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.	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

	<p>стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів; РН14. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.</p>
<p>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</p>	<p>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; 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.</p>
<p>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</p>	<p>РН8. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій. РН9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень. 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.</p>
<p>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</p>	<p>РН8. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій. 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,</p>

	<p>технології системного і статистичного аналізу.</p> <p>PH13. Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах.</p> <p>PH15. Розуміти українську та іноземну мови на рівні, достатньому для обробки фахових інформаційно-літературних джерел, професійного усного і письмового спілкування, написання текстів за фаховою тематикою.</p>
<p>Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов</p>	<p>PH3. 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;</p> <p>PH9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.</p> <p>PH12. Застосовувати методи і засоби роботи з даними і знаннями, методи математичного, логіко-семантичного, об'єктного та імітаційного моделювання, технології системного і статистичного аналізу.</p> <p>PH14. Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.</p>

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи та моделі бізнес-аналітики багатовимірних процесів в дослідженні систем

Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем. Особливості застосування методів кластерного аналізу

Особливості обробки багатомірних статистичних даних. Методи багатомірного статистичного аналізу. Види простору ознак. Етапи дослідження за допомогою багатомірного статистичного аналізу. Методи багатовимірної обробки, зіставлення та моделювання сукупностей. Зв'язок дисципліни з іншими дисциплінами спеціальності. Типологія методів багатовимірної аналізу даних.

Особливості застосування методів кластерного аналізу. Поняття кластерного аналізу, його завдання. Основні підходи до класифікації об'єктів. Термінологія кластерного аналізу. Поняття «кластера», властивості «кластера». Типи кластерних структур. Загальна

характеристика методів кластерного аналізу. Етапи кластерного аналізу. Вимоги до вхідних даних. Міри подібності. Особливості міри подібності. Міри схожості: коефіцієнт кореляції. Міри відстані, коефіцієнти асоціативності. Класифікація кластер-процедур. Групи методів кластерного аналізу. Відстань між кластерами. Ієрархічні агломеративні і ітеративні кластер-процедури. Ієрархічні методи групування. Алгоритм методу Уорда. Ітеративні методи класифікації кластерного аналізу. Метод К-середніх. Альтернативні методи класифікації багатомірних об'єктів. Нечітка кластеризація. Базовий алгоритм нечітких k-середніх. Метод Fuzzy c-means. Геометричні методи. Метод пошуку згущення «форель». Метод дендритів. Метод куль. Критерії якості класифікації.

Тема 2. Класифікація з навчанням. Методи дискримінантного, probit-, logit-аналізу

Основні положення дискримінантного аналізу. Сутність дискримінантного аналізу. Основні поняття дискримінантного аналізу. Завдання дискримінантного аналізу. Історія дискримінантного аналізу. Методи дискримінантного аналізу. Класифікація при наявності двох навчальних вибірок. Класифікація при наявності k навчальних вибірок. Обмеження під час використання дискримінантних змінних. Алгоритм лінійного дискримінантного аналізу Фішера для двох класів. Дискримінантні функції і їх геометрична інтерпретація. Розрахунок коефіцієнтів дискримінантної функції. Перевірка якості дискримінації. Приклад використання дискримінантного аналізу. Пакети прикладних програм, в яких реалізуються методи дискримінантного аналізу.

Моделі з дискретними залежними змінними. Моделі бінарного вибору. Лінійна модель ймовірності. Probit- та logit-моделі. Оцінювання параметрів моделей. Критерії якості моделей. Моделі множинного вибору. Моделі з упорядкованими альтернативними варіантами. Моделі відсічених вибірок. Моделі цензурованих вибірок. Моделі випадково відсічених вибірок. Оцінювання параметрів моделей з обмеженими залежними змінними.

Тема 3. Методи скорочення простору ознак

Поняття редукції і історія скорочення розмірності простору ознак. Завдання скорочення розмірності простору ознак. Поняття і історія методів редукції простору ознак. Методи редукції простору ознак. Методи рішення задачі зниження розмірності і її постановка. Методи неповної редукції. Метод центру ваги. Методи повної редукції. Таксономічний показник рівня розвитку. Алгоритм методу центру ваги. Правила вибору показника-репрезентанта. Угрупування і вибір репрезентантів. Таксономічний показник рівня розвитку. Алгоритм побудови таксономічного показника. Пакети прикладних програм, в яких реалізуються методи редукції.

Моделі і методи факторного аналізу. Метод головних факторів. Оцінка факторів і задачі класифікації. Методи обчислення спільностей. Алгоритм методу головних факторів. Оцінка значущості моделі факторного аналізу. Інтерпретація отриманих факторів. Проблема обертання.

Змістовий модуль 2. Методи та моделі предиктивної аналітики систем

Тема 4. Особливості побудови регресійної моделі

Методи аналізу причинно-наслідкових зв'язків. Регресійний аналіз. Етапи побудови регресійної моделі. Особливості обґрунтування форми моделі. Методи відбору факторів. Критерії якості моделей. Регресія кількісних та якісних змінних. Міри зв'язку. Сутність фіктивних змінних. Особливості специфікації моделі з фіктивними змінними. Фіктивна змінна зрушення. Фіктивна змінна нахилу. Сплайн-функції. Моделі з кількома фіктивними змінними. Взаємодія фіктивних змінних.

Тема 5. Побудова регресійної моделі в умовах мультиколінеарності, автокореляції, гетероскедастичності

Побудова моделей в умовах мультиколінеарності незалежних змінних. Ознаки мультиколінеарності. Методи звільнення від мультиколінеарності. Побудова моделей з нестандартними помилками. Перевірка наявності автокореляції. Оцінювання параметрів моделей з автокорельованими залишками. Методи визначення гетероскедастичності. Оцінювання параметрів моделі з гетероскедастичними помилками.

Тема 6. Нелінійні моделі

Нелінійні моделі, їх властивості. Методи оцінки параметрів нелінійних моделей. Виробнича функція Кобба-Дугласа, її властивості й оцінка параметрів. Характеристики виробничої функції (середня і гранична продуктивність ресурсу, еластичність випуску продукції за витратами ресурсів, ізокванти і взаємозамінність ресурсів, ізокліналь).

Тема 7. Методи аналізу часових рядів

Види моделей динаміки. Моделі декомпозиції часового ряду. Методи згладжування часових рядів. Перевірка часового ряду на наявність тренда. Тренд, види трендів. Адаптивні моделі. Авторегресійні моделі і моделі ковзного середнього, моделі Бокса-Дженкінса. Корелограма. Застосування теорії спектрального і гармонійного аналізу для вивчення періодичних часових рядів.

Тема 8. Симультаивні моделі

Особливості застосування та побудови моделей на основі систем структурних рівнянь. Види систем одночасових рівнянь, їх особливості та класифікаційні ознаки. Методи оцінювання параметрів моделей систем структурних рівнянь. Приклади побудови та реалізації систем одночасових рівнянь для моделювання складних систем.

Тема 9. ARDL, VAR та ECM-моделі

Причини, що визначають лагові ефекти в регресійних моделях. Методи оцінювання параметрів з урахуванням лагових ефектів. Метод Ширли Алмон. Метод Джонстона. Метод Койка.

Особливості побудови VAR-моделі. Теоретичні основи моделювання економічних систем за допомогою VAR-моделей. Вибір порядку VAR-моделі. Аналіз функції імпульсних відгуків. Декомпозиція дисперсії похибок прогнозу в VAR-моделювання. Поняття моделі корегування похибки та коінтеграції. Механізм корегування похибки та коінтеграція. Перевірка часових рядів на коінтеграцію.

Тема 10. Моделі панельних даних

Поняття панельних (просторово-часових) даних. Види панельних даних. Збалансована панель. Незбалансована панель. Ротаційна панель. Класифікація моделей панельних даних. Методи оцінювання. Звичайна модель панельних даних. Модель з фіксованим ефектом. Модель з випадковим ефектом. Внутрішньогрупове перетворення. Виконувальний узагальнений метод найменших квадратів (ВМНК). Тести на специфікацію моделі. Тест Фішера. Тест Бреуша-Пагана. Тест Хаусмана.

Перелік лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Методи навчання та викладання

У процесі викладання навчальної дисципліни «Моделювання систем» для реалізації визначених компетентностей освітньої програми та активізації освітнього процесу на

лекційних/лабораторних заняттях 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. 1.

Таблиця 1

Розподіл форм та методів навчання за темами навчальної дисципліни

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем. Особливості застосування методів кластерного аналізу	Проблемна лекція з питання " Особливості застосування методів кластерного аналізу", навчальні дискусії, бінарні лекції, індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування.
Тема 2. Класифікація з навчанням. Методи дискримінантного, probit-, logit-аналізу	Міні-лекція з питання "Алгоритм дискримінантного аналізу" навчальні дискусії, індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування.
Тема 3. Методи скорочення простору ознак	Проблемна лекція з питання "Особливості використання методів скорочення простору ознак", навчальні дискусії, індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування.
Тема 4. Особливості побудови регресійної моделі	Міні-лекція з питання "Побудова регресійної моделі ", навчальні дискусії, індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування.
Тема 5. Побудова регресійної моделі в умовах мультиколінеарності, автокореляції, гетероскедастичності	Міні-лекція з питання "Побудова регресійної моделі в умовах мультиколінеарності" навчальні дискусії, індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування.
Тема 6. Нелінійні моделі	Міні-лекція з питання "Побудова нелінійної моделі " навчальні дискусії, індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування.
Тема 7. Методи аналізу часових рядів	Міні-лекція з питання "Моделі декомпозиції часового ряду " навчальні дискусії, індивідуальні завдання до лабораторного практикуму та презентація результатів їх виконання, інтерактивне тестування.
Тема 8. Симультаивні моделі	Проблемна лекція з питання "Особливості

	застосування систем одночасових рівнянь”, навчальні дискусії, інтерактивне тестування.
Тема 9. ARDL, VAR та ECM-моделі	Міні-лекція з питання “Побудова моделі з розподіленим лагом”, бінарні лекції, навчальні дискусії, інтерактивне тестування.
Тема 10. Моделі панельних даних	Міні-лекція з питання “Побудова моделі панельних даних», бінарні лекції

Проблемні лекції спрямовані на розвиток логічного мислення студентів. Коло питань теми обмежується двома-трьома ключовими моментами, увага студентів концентрується на матеріалі, що не знайшов відображення в підручниках, використовується досвід закордонних навчальних закладів з виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. При викладанні лекційного матеріалу студентам пропонуються питання для самостійного розмірковування. При цьому лектор задає запитання які спонукають студента шукати розв’язання проблемної ситуації. Така система примушує студентів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді.

На початку проведення проблемної лекції необхідно чітко сформулювати проблему, яку необхідно вирішити студентам. При викладанні лекційного матеріалу слід уникати прямої відповіді на поставлені запитання, а висвітлювати матеріал таким чином, щоб отриману інформацію студент 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 студентів 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 студента 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 студента в роботі за темою заняття, забезпечують формування здатності використовувати сучасні інформаційні технології для комп’ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем. Студенти 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 студентам 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,

посилують 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 студента, яке акцентує увагу на базових аспектах тем і дозволяє провести оцінювання прогресу студента за дисципліною. Є засобом діагностики рівня знань та сприяє більш якісному засвоюванню матеріалу дисципліни.

Порядок оцінювання результатів навчання

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, лабораторні заняття, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Контрольні заходи включають:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти іспит, – 35 балів);

модульний контроль, що проводиться у формі модульної контрольної роботи як проміжний міні-екзамен з ініціативи викладача з урахуванням поточного контролю за відповідний змістовий модуль і має на меті *інтегровану* оцінку результатів навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля;

підсумковий/семестровий контроль, що проводиться у формі семестрового екзамену, відповідно до графіку навчального процесу.

Порядок проведення поточного оцінювання знань студентів. Поточний контроль включає оцінювання студентів під час лекцій, лабораторних занять.

Самостійна робота передбачає виконання індивідуальних лабораторних завдань за базовими темами дисципліни.

Захист індивідуального завдання за модулем 1 оцінюється в 24 бали, за модулем 2 – 24 бали. При оцінюванні індивідуального розрахункового завдання використовуються наступні критерії:

1. 90-100% від максимальної кількості балів студент одержує повністю логічно послідовно розв'язане завдання, з повним обґрунтуванням обраного ходу розв'язання й отриманих висновків;
2. 82-89% від максимальної кількості балів – якщо завдання розв'язане повністю, але відсутнє обґрунтування, не повністю зроблені висновки;
3. 74-81% від максимальної кількості балів – якщо в ході дослідження була допущена технічна помилка, що вплинула на хід розв'язання й остаточні висновки;
4. 60-73% від максимальної кількості балів – якщо студент зміг тільки запропонувати деякий шлях розв'язання;
5. 0 балів – у випадку, якщо завдання повністю не розв'язано.

Загальна кількість балів за виконання індивідуальних розрахункових завдань – 48 балів.

Проведення модульного контролю. Модульний контроль здійснюється у формі комплексної контрольної роботи та містить такі типи завдань: стереотипне завдання (тести множинного вибору), діагностичне завдання (практичне тестове завдання); евристичне завдання (практичне тестове завдання). Модульний контроль проводиться засобами ПНС після того як розглянуто увесь теоретичний матеріал та виконані індивідуальні завдання в межах кожного з двох модулів. Таким чином, після вивчення тем 1-3 (модуль 1) студенти виконують **Завдання до модуля 1**; після вивчення тем 4-10 (модуль 2) – **Завдання до модуля 2**.

Оцінка рівня відповідей студентів на стереотипне завдання (тести множинного вибору) розраховується за формулою:

$$\text{Оцінка} = \text{округл} \left(\frac{\text{кількість вірних відповідей}}{\text{кількість запитань}} * 2 \right)$$

При оцінюванні практичних тестових завдань модульної контрольної роботи (діагностичного та евристичного) використовуються наступні критерії:

1. 2 бали – студент одержує повністю логічно послідовно розв’язане завдання, з повним обґрунтуванням обраного ходу розв’язання й отриманих висновків;
2. 1 бал – якщо в ході дослідження була допущена логічна помилка, що вплинула на хід розв’язання й остаточні висновки;
3. 0 балів – у випадку, якщо завдання повністю не розв’язано.

Загальний бал за виконання модульної контрольної роботи розраховується як сума балів, отриманих за стереотипне, діагностичне, евристичне завдання.

Проведення підсумкового контролю. Підсумковий контроль у формі *іспиту* проводиться засобами ПНС. На іспит виносяться ключові питання, типові і комплексні задачі, завдання, що потребують творчої відповіді та вміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх при вирішенні практичних завдань.

Результат *іспиту* оцінюється у балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна, що зараховується – 25 балів) і проставляються у відповідній графі екзаменаційної «Відомості обліку успішності».

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час іспиту та балів, отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою. Умовою допуску до іспиту є набрана мінімальна кількість балів з поточного контролю знань (35 балів). Іспит здійснюється за екзаменаційними білетами. Екзаменаційний білет складається з стереотипного, діагностичного та евристичного завдань. Екзаменаційне завдання оцінюється максимум у 40 балів.

Стереотипне завдання спрямоване на оцінку когнітивних знань студента 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 спрямоване на виявлення здібності студента інтегрувати отримані знання для побудови та вибору моделі оцінки стану систем різного призначення для формування диференційованих стратегій 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 сукупності.	2
2. Побудова альтернативних варіантів моделі.	8
3. Порівняльний аналіз якості альтернативних варіантів моделі. Вибір остаточного варіанту.	4
4. Інтерпретація отриманих результатів	1

Евристичне завдання дає можливість визначити здатність студента застосовувати отримані знання на практиці для вирішення широкого класу задач предиктивної аналітики. 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 та побудова моделей	3
3. Інтерпретація отриманих результатів	1

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час поточного та підсумкового контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: «60 і більше балів – зараховано», «59 і менше балів – не зараховано» та заноситься у залікову «Відомість обліку успішності» навчальної дисципліни.

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Рейтинг-план навчальної дисципліни

Те ма	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мах бал
Те ма 1	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем. Особливості застосування методів кластерного аналізу	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	Завдання. «Методи і моделі кластерного аналізу. Класифікація без навчання».	Виконання лабораторних завдань	
			Контрольна робота (КР)	
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
Захист ІЛЗ				
Те ма 2	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Тема 2. Класифікація з навчанням. Методи дискримінантного, probit-, logit-аналізу	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	«Методи і моделі дискримінантного аналізу. Класифікація з навчанням».	Виконання лабораторних завдань	
			КР	
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
Захист ІЛЗ				
Те ма 3	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Тема 3. Методи скорочення простору ознак	Робота на лекції	

	Лабораторне заняття	Завдання 3. «Методи і моделі редуцції простору ознак».	Виконання лабораторних завдань	
	Лабораторне заняття	Завдання 4. «Методи і моделі факторного аналізу».	Виконання лабораторних завдань	
			КР	
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
		Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЛЗ	24
	Аудиторна робота			
Те ма 4	Лекція	Тема 4. Особливості побудови регресійної моделі	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	Побудова регресійної моделі	Виконання лабораторних завдань	
			Модульна контрольна робота	6
		Самостійна робота		
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
		Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЛЗ	
	Аудиторна робота			
Те ма 5	Лекція	Тема 5. Побудова регресійної моделі в умовах мультиколінеарності, автокореляції, гетероскедастичності	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	Побудова моделі в умовах мультиколінеарності	Виконання лабораторних завдань	
			КР	
		Самостійна робота		
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
		Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЛЗ	
	Аудиторна робота			
Те ма 6	Лекція	Тема 6. Нелінійні моделі	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	Побудова нелінійної моделі	Виконання лабораторних завдань	

			КР	
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
		Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЛЗ	
	<i>Аудиторна робота</i>			
Те ма 7	Лекція	Тема 7. Методи аналізу часових рядів	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	Побудова моделі декомпозиції часового ряду	Виконання лабораторних завдань	
			КР	
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
		Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЛЗ	
	<i>Аудиторна робота</i>			
Те ма 8	Лекція	Тема 8. Симультивні моделі	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	Побудова систем одночасових рівнянь	Виконання лабораторних завдань	
			Контрольна робота	
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
		Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)		
	<i>Аудиторна робота</i>			
Те ма 9	Лекція	Тема 9. ARDL, VAR та ECM-моделі	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	Побудова моделі розподіленого лагу	Виконання лабораторних завдань	
			КР	
<i>Самостійна робота</i>				

	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЗ за результатами вивчення тем	
Те ма 10	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Тема 10. Моделі панельних даних	Робота на лекції	
	Лабораторне заняття	Побудова моделі панельних даних	Виконання лабораторних завдань	
			Модульна контрольна робота	6
	<i>Самостійна робота</i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та вивчення літературних джерел за заданою тематикою Виконання індивідуального лабораторного завдання (ІЛЗ)	Захист ІЛЗ	24	
	Іспит		40	
	Загальна кількість балів		100	

Рекомендована література Основна

1. Бізнес-аналітика багатовимірних процесів [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець [та ін.] ; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Електрон. текстові дан. (6,61 МБ). - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. - 271 с.
<http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/22020>
2. Гур'янова Л.С. Економетрика. Навчальний посібник / Гур'янова Л.С., Клебанова Т.С., Сергієнко О.А., Прокопович С.В. - Харків: Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 389 с.
<http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/12238>
3. 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>
4. 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>
5. 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>
6. 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_MODELI/links/5fad1c5892851cf7dd1396bf/MASINNE-NAVCANNA-METODI-TA-MODELI.pdf

Додаткова

7. Черняк О.І. Інтелектуальний аналіз даних: Підручник / О.І. Черняк, П.В. Захарченко; Київський національний університет ім. Т. Шевченка. - К.: Знання, 2014. - 599 с.
https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/767346/mod_resource/content/1/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf
8. Brumnik R. Simulation of Territorial Development Based on Fiscal Policy Tools / R. Brumnik, T. Klebanova, L. Guryanova, S. Kavun, O. Trydid // Mathematical Problems in Engineering, Article ID 843976, 14 pages, doi:10.1155/2014/843976
<https://www.hindawi.com/journals/mpe/2014/843976/>
9. Han J. Data Mining: Concepts and Techniques (Second Edition) / J. Han, M. Kamber - Morgan Kaufmann Publishers, 2006. - 743 p.
<https://mitmecsept.files.wordpress.com/2017/04/data-mining-concepts-and-techniques-2nd-edition-impresao.pdf>
10. Guryanova L.S. Models for the analysis of the state's financial security indicators dynamics / L.S. Guryanova, T.S. Klebanova, S.V. Milevskiy, V.V. Nepomnyaschiy, O.A. Rudachenko // Financial and credit activity: problems of theory and practice, 2017, 1(22)
<http://fkd1.ubs.edu.ua/article/view/110179>
11. Saldivia, Mauricio, Kristjanpoller, Werner, Olson, E. Josephine. Energy consumption and GDP revisited: A new panel data approach with wavelet decomposition // Applied Energy, Volume 272, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115207>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261920307194>
12. Witten, I. H. Data mining: practical machine learning tools and techniques. / Ian H. Witten, Frank Eibe, Mark A. Hall. - 3rd ed. - Morgan Kaufmann Publishers, 2011. - 630 p.
<https://www.wi.hs-wismar.de/~cleve/vorl/projects/dm/ss13/HierarClustern/Literatur/WittenFrank-DM-3rd.pdf>
13. Ramos, Célia M.Q., Casado-Molina, Ana-María. Online corporate reputation: A panel data approach and a reputation index proposal applied to the banking sector // Journal of Business Research, Volume 122, 2021, Pages 121-130,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296320305671>
14. Cavicchioli, Maddalena. Goodness-of-fit tests for Markov Switching VAR models using spectral analysis // Journal of Statistical Planning and Inference, Volume 219, 2022, Pages 189-203, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378375821001324>

Інформаційні ресурси в Інтернеті

15. Моделювання систем. Сайт ПНС ХНЕУ ім. С. Кузнеця [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=8631>
16. Національна бібліотека України ім. Вернадського – www.nbuv.gov.ua
17. Сайт Державної служби статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua.
18. Сайт Національного банку України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.bank.gov.ua.
19. 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.

<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.php>