

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник ректора

проф. \_\_\_\_\_ І.П. Гладкий

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 р.

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

з дисципліни «Економіко-математичні методи та моделі (Економетрика)»  
(за вимогами кредитно-модульної системи навчання)

**Галузь знань –** 0305 «Економіка та підприємництво»

**Напрямок підготовки –** 6.030503 «Міжнародна економіка»

Робоча навчальна програма складена к.е.н., доцентом, доцентом кафедри міжнародної економіки Покатаєвою К.П. на основі освітньо-професійної програми для галузі знань 0305 – «Економіка та підприємництво» та навчального плану за напрямом підготовки 6.030503 – «Міжнародна економіка».

Рецензент

доцент кафедри міжнародної економіки  
кандидат економічних наук, доцент

Д.У. Бікулова

Робоча навчальна програма розглянута та ухвалена на засіданні кафедри Міжнародної економіки

(протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.)

Завідувач кафедри

доктор економічних наук, професор

Д.В. Бабич

Схвалено Радою (методичною комісією) факультету Управління та бізнесу

(протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.)

Голова Ради (методичної комісії)

факультету Управління та бізнесу  
доктор економічних наук, професор

І.А. Дмитрієв

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### *«Економіко-математичні методи та моделі (Економетрика)»* (системний змістовий модуль)

Характеристика обсягів підготовки	Характеристика лекційного потоку	Характеристика навчального процесу
Загальний обсяг – 3 кредити. Усього годин – 108 год. Усього змістових модулів – 19. Усього блоків змістових модулів – 3. Усього залікових модулів – 3. Один змістовий модуль – 4-10 год. Один заліковий модуль – 36 год. Усього аудиторних годин на тиждень – 4 (лекцій – 2 год., лабораторних занять – 2 год.).	Галузь знань – 0305 «Економіка та підприємництво». Напрямок підготовки – 6.030503 «Міжнародна економіка». Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр. Кількість навчальних груп у потоці – 1. Лектор, відповідальний за курс – доцент Покатаєва Катерина Петрівна.	Навчальна дисципліна – нормативна. Рік підготовки – 3. Семестр навчання – 6. Кількість годин: лекцій – 36, лабораторних занять – 36, самостійних робіт студентів (СРС) – 36, у т.ч. модульний контроль (види контролю: тестові завдання) – 12. Індивідуальна робота (консультації) – 6. Підсумковий контроль: інтегрований іспит.

#### **Предмет навчальної дисципліни**

Предметом навчальної дисципліни є методологія економіко-математичного моделювання та методи й інструментарій аналізу процесів, що відбуваються в економіці.

#### **2. Мета та завдання**

**Метою дисципліни** є формування у майбутніх фахівців-економістів системи теоретичних знань, умінь та практичних навичок з методів оцінювання параметрів залежностей, які характеризують кількісні взаємозв'язки між економічними величинами, з методології, методики та інструментарію побудови економіко-математичних моделей, їх аналізу та використання для прогнозування розвитку економічних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Економіко-математичні моделі в управлінні та економіці» студенти повинні:

**Знати** (згідно вимог ОПП за напрямом та рівнем підготовки):

- сутність і принципи математичного моделювання як метода наукового вивчення економічних процесів;
- сучасну методологію економетричного аналізу та моделювання економіки;

- основні види статистичних і динамічних економетричних моделей процесів, що характеризуються кількісними показниками, галузі використання цих моделей, методика їх побудови та аналізу результатів;
- особливості та методи моделювання якісних економічних показників;
- основні типи, можливості й області використання моделей ринкової економіки, методики їх розробки;
- методи й інструментарій аналізу і прогнозування макроекономічних процесів.

**Вміти** (згідно вимог ОКХ за напрямом та рівнем підготовки):

- застосовувати методи кількісного вимірювання взаємозв'язків між соціально-економічними процесами та явищами;
- конструювати статистичні і динамічні економетричні моделі для опису цих процесів та явищ і проводити всесторонній аналіз останніх;
- використовувати економетричні моделі у практиці управління економічними процесами на різних ієрархічних рівнях національної економіки, прогнозувати та приймати рішення на підставі конкретних економетричних моделей;
- використовувати інструментарій економіко-математичного моделювання для побудови моделей фінансово-економічних процесів різних рівнів господарської ієрархії та застосувати ці моделі для вивчення реальних процесів і явищ економіки;
- моделювати поведінку учасників ринкових відносин й прогнозувати розвиток соціально-економічних процесів.

**Мати уявлення** (згідно вимог структурно-логічної схеми підготовки фахівця) про місце дисципліни в системі наукових знань, концептуальні засади економіко-математичного моделювання, можливості, сфери й особливості застосування його інструментарію в економіці та бізнесі, розмаїття і призначення моделей економічних процесів, а також тенденції розвитку методів математичного моделювання економіки у світі.

У подальшому отримані знання з дисципліни будуть використані при вивченні таких фахових дисциплін: «Міжнародні стратегії економічного розвитку», а також при дипломному проектуванні.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Вступ**

Місце дисципліни в системі економічних наук. Вступ до економетрики. Цілі та завдання курсу. Структура дисципліни. Теоретико-методичні особливості навчального процесу з дисципліни «Економіко-математичні методи та моделі (Економетрика)». Організаційно-методичні рекомендації щодо самостійної роботи студентів. Контроль знань і умінь за дисципліну. Література.

## **Блок змістовних модулів (розділ) 1 МЕТОДОЛОГІЯ ЕКОНОМЕТРИКИ**

### **Змістовий модуль (тема) 1 Концептуальні засади економетрики**

Мета, предмет, метод і задачі дисципліни «Економетрика». Виникнення, становлення та розвиток економетрики. Математичне та статистичне підґрунтя економетрики. Теоретична і прикладна економетрика. Роль комп'ютера в сучасній економетриці.

Економіка як об'єкт моделювання. Складність економічних процесів. Еволюційна економіка. Синергетична економіка. Системний підхід в моделюванні економіки. Економіка як складна система з внутрішньо притаманним ризиком. Системні властивості економічних рішень.

Основні поняття економетрики. Завдання економетричного дослідження. Етапи проведення економетричного аналізу. Інформаційна база економетричних моделей: динамічні та варіаційні ряди і їхні характеристики. Генеральна сукупність. Вибірка. Обсяг вибірки. Основні статистичні характеристики: середнє значення, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації.

Зв'язок економетрики з макроекономікою. Роль економетрики в економічних дослідженнях. Моделювання в економіці та його застосування у розвитку та формалізації економічної теорії. Деякі аспекти характеристики економіки та її структури як об'єкта моделювання. Економічні колізії та моделювання економіки. Проблеми методології макроекономічного аналізу.

Значення математичних методів підтримки прийняття рішень в умовах ринкової економіки. Роль прикладних економіко-математичних досліджень.

Основи економетричного моделювання. Особливості економетричних моделей та їх класифікація. Загальні принципи побудови економетричних моделей. Проста економетрична модель. Випадкова складова економетричної моделі. Структурна та приведена форма моделей. Особливості економетричних методів оцінки параметрів моделей, які характеризують кількісні взаємозв'язки між економічними величинами.

Моделювання як метод наукового пізнання. Сутність моделювання. Особливості, принципи математичного моделювання.

Особливості математичного моделювання економіки. Основні дефініції та підходи економіко-математичного моделювання. Особливості економічних спостережень і вимірів. Випадковість і невизначеність економічного розвитку. Етапи економіко-математичного моделювання. Перевірка адекватності моделі.

Економіко-математичні моделі. Поняття про економічну модель та її математичну структуру. Форми зображення математичної моделі. Елементи класифікації економіко-математичних моделей. Нелінійність математичних моделей. Основні типи моделей що застосовуються для дослідження економіки. Загальні підходи до аналізу та порівняння економіко-математичних моделей.

Пакети прикладних програм, які використовуються в моделюванні економічних об'єктів і процесів. Інтелектуальні системи і теорія прийняття рішень в економіці. Математичні моделі в системах моніторингу економічних процесів.

## Змістовий модуль (тема) 2

### Методи побудови загальної лінійної моделі

Опис кореляційно-регресійного зв'язку між економічними показниками. Кореляційне поле. Центр розсіювання. Коефіцієнт коваріації. Коефіцієнт кореляції і його властивості.

Проста вибіркова лінійна регресія. Загальне поняття про лінійну регресію. Властивості простої (парної, однофакторної) вибіркової лінійної регресії. Імовірнісний зміст простої регресії. Узагальнена регресійна модель. Класична модель лінійної регресії.

Методи побудови загальної лінійної моделі. Специфікація моделі: поняття й алгоритм. Етапи побудови загальної лінійної моделі: постановка задачі – специфікація моделі – формування вихідної моделі – оцінка параметрів моделі – аналіз залишків – верифікація моделі. Оцінка параметрів моделі лінійної регресії за допомогою методу найменших квадратів (МНК). Сутність методу МНК. Передумови застосування МНК. Оператор оцінювання МНК. Практичне застосування МНК. Найпоширеніші критерії порівняння методів оцінювання. Властивості оцінок параметрів моделі, отриманих за МНК. Оцінка параметрів моделі методом максимальної правдоподібності. Побудова економетричної моделі на основі покрокової регресії.

Оцінка значущості економетричних моделей. Декомпозиція дисперсій. Поняття про коефіцієнт детермінації. Зв'язок між коефіцієнтом кореляції та нахилом регресії. Зв'язок між коефіцієнтом кореляції і коефіцієнтом детермінації. Поняття про ступені вільності. Простий ANOVA-аналіз у лінійній регресії: аналіз дисперсій. Перевірка простої регресійної моделі на адекватність. Поняття  $F$ -критерію Фішера. Інші критерії якості лінійної регресії. Закон розподілу параметрів. Математичне сподівання та дисперсія розподілу параметрів. Оцінка дисперсії випадкової величини. Поняття про  $t$ -тест Ст'юдента. Перевірка нуль-гіпотези за допомогою  $t$ -тесту Ст'юдента.  $t$ -тест Ст'юдента для перевірки на значимість параметрів парної лінійної регресії, визначених за методом МНК. Знаходження інтервалів довіри для параметрів парної лінійної регресії за  $t$ -тестом Ст'юдента. Тест Фішера для перевірки нуль-гіпотези. Порівняння  $F$ -критерію Фішера з  $t$ -критерієм Ст'юдента.  $t$ -тест для оцінки значимості коефіцієнта кореляції.

## Змістовий модуль (тема) 3

### Узагальнений метод найменших квадратів. Мультиколінеарність

Гетероскедастичність. Визначення гетероскедастичності та її природа. Правдоподібність припущення про гомоскедастичність. Наслідки гетероскедастичності. Тестування наявності гетероскедастичності: графічний аналіз, перевірка гетероскедастичності за критерієм  $\mu$ , параметричний та непараметричний тести Голтфельда-Квандта, тест Гейзера, тест рангової кореляції Спірмена, тест Парка.

Узагальнений метод найменших квадратів (метод Ейткена). Визначення матриці  $S$ . Використання узагальненого методу найменших квадратів (УМНК) для оцінювання параметрів економетричної моделі, якій властива гетероскедастичність. Різниця між звичайним та узагальненим методом найменших квадратів. Наслідки гетероскедастичності при побудові інтервалів довіри для параметрів. Вилучення гетероскедастичності. Ефективність оцінок трансформованої моделі. Прогнозування за регресійною моделлю, параметри якої оцінюються УМНК.

Мультиколінеарність. Визначення мультиколінеарності та її природа. Теоретичні наслідки мультиколінеарності в загальному випадку. Практичні наслідки мультиколінеарності – вплив мультиколінеарності на кількісні характеристики економетричної моделі.

Тестування наявності мультиколінеарності та засоби її вилучення. Ознаки мультиколінеарності. Тестування наявності мультиколінеарності: алгоритм Фаррара-Глобера. Визначення рівня мультиколінеарності. Методи звільнення від мультиколінеарності. Метод головних компонент. Економетрична модель собівартості продукції.

#### **Змістовий модуль (тема) 4**

##### **Емпіричні методи кількісного аналізу на основі статистичних рівнянь**

Кількісний аналіз та його особливості. Поняття емпіричних моделей кількісного аналізу. Статистичні рівняння. Емпіричні методи кількісного аналізу на основі статистичних рівнянь.

Виробничі функції та їх аналіз. Властивості виробничих функцій. Використання апарату виробничих функцій.

Поняття еластичності економетричних моделей. Коефіцієнт еластичності для однофакторної моделі. Коефіцієнт еластичності для багатомірних моделей (частинний коефіцієнт еластичності).

#### **Змістовий модуль (тема) 5**

##### **Основні завдання для СРС за змістовими модулями 1-4**

1. Поняття економетрики.
2. Поняття економіко-математичного моделювання.
3. Сутність та особливості системного підходу до аналізу економічних систем і процесів.
4. Основні концептуальні підходи синергетичної економіки.
5. Принципи моделювання економіки.
6. Пакети прикладних програм, які використовуються в моделюванні економічних об'єктів і процесів.
7. Динамічні та варіаційні ряди і їхні характеристики.
8. Основні статистичні характеристики.
9. Економетричні моделі.

- 10.Класифікація економіко-математичних моделей.
- 11.Основні етапи економіко-математичного моделювання.
- 12.Кореляційно-регресійний аналіз.
- 13.Проста вибіркова лінійна регресія
- 14.Метод найменших квадратів: 1МНК, УМНК.
- 15.Оцінка значущості економетричних моделей.
- 16.Гетероскедастичність.
- 17.Мультиколінеарність.
- 18.Емпіричні методи кількісного аналізу.
- 19.Послідовність розробки математичних імітаційних моделей.
- 20.Еластичність економетричних моделей.

Модульний контроль знань за змістовими модулям 1-4 (заліковий модуль №1) здійснюється у формі поточного тестування.

## **Блок змістовних модулів (розділ) 2 ЗАГАЛЬНІ ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ЯВИЩ**

### **Змістовий модуль (тема) 6 Економетричні моделі динаміки**

Поняття, види і правила побудови рядів динаміки. Моментні й інтервальні, одно- і багатовимірні, повні і неповні часові ряди, ряди динаміки абсолютних, відносних і середніх величин. Графічне зображення рядів динаміки.

Основні характеристики рядів динаміки. Поточні і базисні рівні, ланцюгові і базисні показники динаміки. Абсолютний приріст. Темп зростання. Темп приросту. Абсолютне значення одного процента приросту. Середні показники динаміки. Розкладання часових рядів на складові: тренд, сезонна, циклічна, випадкова компоненти.

Основні прийоми аналізу рядів динаміки. Збільшення інтервалів (періодів) часу. Згладжування за допомогою ковзної середньої. Спосіб перетворення рядів. Спосіб центрування. Аналітичне згладжування (виявлення основної тенденції): згладжування за прямою, згладжування за гіперболою, згладжування за параболою другого порядку, згладжування за показниковою функцією, згладжування за допомогою ряду Фур'є. Спектральний аналіз часових рядів.

Тренд часового ряду і його виявлення. Метод перевірки різниць середніх рівнів, метод Гостера-Стюарта. Методи визначення тренду. Механічні методи визначення тренду (методи згладжування), метод простої ковзної середньої, метод експоненціального згладжування.

Трендові моделі за кривими зростання. Загальна характеристика кривих зростання: поліноміальні, експоненційні, логістичні криві зростання, модифікована експонента, крива Гомперця. Моделювання тенденції часового ряду (методи вибору форми тренду): візуальний метод, метод послідовних різниць, метод суми квадратів відхилень значень рівнів від розрахункових,

метод характеристик приростів.

Розрахунок параметрів кривих зростання методом найменших квадратів. Оцінка адекватності й точності трендових моделей: перевірка випадковості коливань рівнів послідовності залишків (метод серій, критерій піків), перевірка відповідності розподілу випадкової компоненти нормальному закону, перевірка рівності нулю математичного сподівання випадкової складової, розрахунок точності трендових моделей.

Використання моделей динаміки для оцінки економічних систем. Прогнозування економічної динаміки за трендовими моделями. Методи екстраполяції та інтерполяції. Період упередження. Точковий та інтервальний прогнози. Верифікація прогнозу. Самодеструктивний та саморегулюючий прогнози.

Особливості вимірювання взаємозв'язків у рядах динаміки. Автокореляція. Природа автокореляції. Додатна автокореляція. Від'ємна автокореляція. Причини виникнення автокореляції в економетричних моделях. Наслідки автокореляції залишків.

Тестування наявності автокореляції. Критерій Дарбіна-Уотсона. Критерій фон Неймана. Нециклічний коефіцієнт автокореляції. Циклічний коефіцієнт автокореляції.

Оцінка параметрів регресійної моделі з автокорельованими залишками. Метод Ейткена. Метод перетворення вихідної інформації Метод Кочрена-Оркатта. Метод Дарбіна. Прогнозування за моделями з автокорельованими залишками.

Авторегресія.

Моделі нестационарних часових рядів та коінтеграція.

## **Змістовий модуль (тема) 7**

### **Методи прогнозування часових рядів.**

#### **Моделі соціально-економічного прогнозування**

Сутність і класифікація статистичних прогнозів. Методи прогнозування та їх класифікація.

Моделювання динаміки економічних явищ. Методи моделювання одновимірних і багатовимірних часових рядів. Інтерполяція і екстраполяція рядів динаміки. Застосування сплайн-функцій для врахування структурних змін. Динамічне моделювання взаємозв'язку у структурно однорідних сукупностях. Динамічні моделі у структурно неоднорідних сукупностях.

Методи аналізу якості прогнозів.

Сезонні коливання. Вимірювання сезонних коливань. Індекс сезонності (сезонна хвиля): поняття і методи розрахунку (метод простих середніх, метод ланцюгових індексів, або метод Персона, метод аналітичного згладжування).

Імітаційне моделювання динамічних рядів.

Методологічні аспекти розбудови моделей довготермінового економічного прогнозування. Методи прогнозування та їх класифікація. Адаптивні методи прогнозування соціально-економічних процесів.

Статистичні та евристичні методи і моделі прогнозування.

Прогнозування населення. Населення як об'єкт прогнозування. Прогнозування чисельності населення. Перспективні розрахунки віково-статевої структури населення.

Прогнозування попиту. Попит як об'єкт прогнозування. Прогнозування попиту на підставі статичної інформації. Прогнозування попиту на підставі часової інформації.

Прогнозування науково-технічного прогресу (НТП). Методи прогнозування НТП. Інженерне прогнозування. Метод експертиз.

### **Змістовий модуль (тема) 8** **Алгоритмічні моделі в економіці та підприємстві**

Основні аспекти імітаційного моделювання. Детерміновані і стохастичні імітаційні моделі.

Теоретичні основи методу статистичного моделювання (методу Монте-Карло). Моделювання випадкових величин. Моделювання випадкових подій.

Послідовність створення математичних імітаційних моделей. Побудова концептуальної моделі. Побудова алгоритму згідно з концептуальною моделлю системи. Створення комп'ютерної програми. Проведення машинних експериментів з моделлю системи. Моделювання випадкових величин як системотвірна імітаційного процесу моделювання.

Інструменти ППП Excel для проведення імітаційних експериментів. Приклади імітаційного моделювання.

Моделі математичного програмування. Моделі призначення на роботи. Транспортна задача. Планування розкладу.

Багатокритеріальність, невизначеність і ризик. Методика багатокритеріальної оптимізації економічних рішень. Класичні критерії (принципи) прийняття економічних рішень за умов ризику та/або невизначеності. Концепція очікуваної корисності у прийнятті економічних рішень за умов ризику. Багатокритеріальні цільові функції розподілу ресурсів, планування об'єктів.

### **Змістовий модуль (тема) 9** **Метод інструментальних змінних**

Поняття та особливості інструментальної змінної. Властивості оцінок моделі у разі стохастичних змінних. Стохастичні пояснювальні змінні. Послідовність оцінок. Асимптотичне сподівання. Асимптотична дисперсія. Асимптотична матриця коваріацій параметрів.

Метод інструментальних змінних. Визначення інструментальних змінних. Оператор оцінювання Вальда. Особливості оцінювання методом Бартлета. Оператор оцінювання Дарбіна. Помилки вимірювання змінних.

Економетрична модель експорту продукції зі стохастичними пояснювальними змінними.

## **Змістовий модуль (тема) 10**

### **Моделі розподіленого лагу**

Поняття лагу і лагових змінних. Роль часового лагу в економіці. Причини лагів. Тест Гренжера. Економетричні моделі розподіленого лагу (дистрибутивно-лагові моделі). Коефіцієнти лагу. Структура лагу. Узагальнена модель розподіленого лагу.

Взаємна кореляційна функція. Корелограма.

Лаги незалежних і залежної змінних. Закон розподілу Койка. Метод Ширлі Альмон. Модель адаптивних очікувань (перша модифікація моделі Койка) і модель часткового коригування (часткових пристосувань) (друга модифікація моделі Койка). Комбінація моделей адаптивних очікувань і часткового коригування.

Методи оцінювання параметрів дистрибутивно-лагових моделей. Проблеми оцінювання параметрів моделі. Підхід Койка. Метод Ейткена, оцінювання параметрів за методом Кочрена-Оркатта. Ітеративний метод. Двокрокова процедура. Інструментальні змінні, трикроковий алгоритм Уолліса.

## **Змістовий модуль (тема) 11**

### **Економетричні моделі на основі системи структурних рівнянь**

Поняття про одночасну залежність економічних змінних. Системи одночасних (симультативних) структурних рівнянь: структурна та зведена форми економетричної моделі. Порушення класичного припущення в симультативних моделях: отримання зміщених оцінок (оцінок з відхиленням) в моделях симультативних рівнянь.

Використання структурних рівнянь для побудови економетричної моделі. Загальні поняття про методи оцінювання невідомих параметрів у моделях симультативних рівнянь. Попередні відомості про структурні моделі. Симультативні (структурні) моделі скороченої форми. Знаходження параметрів скороченої форми та оцінка їхнього впливу на змінні моделі. Проблема ототожнення (ідентифікації) в симультативних моделях: правильне, або точне ототожнення, проблема переототожнення (надідентифікації), неототожнення (неідентифікації). Основні правила ототожнення.

Методи оцінювання невідомих параметрів симультативних моделей. Оцінювання точно ототожненого рівняння: непрямий метод найменших квадратів (НМНК) або метод зменшеної форми. Алгоритм та особливості методу 2МНК Властивості НМНК-оцінок. Оцінка переототожненого рівняння: двокроковий метод найменших квадратів (2МНК). Алгоритм та характерні особливості методу 2МНК. Трикроковий метод найменших квадратів (3МНК). Метод інструментальних змінних (МІЗ). Метод змішаного оцінювання. Метод найбільшої вірогідності обмеженої інформації (МНВОІ). Метод найбільшої вірогідності повної інформації (МНВПІ). Рекурсивні моделі. Прогноз ендогенних змінних.

Використання економетричної моделі, побудованої на системах структурних рівнянь. Приклади економетричних моделей на основі систем одночасних структурних рівнянь: кейнсіанська модель визначення доходу, модель «зарплата – ціна», модель IS-LM, економетрична модель Клейна, економетричні моделі Укр-1, Укр-2, Укр-3, моделі попиту та пропозиції на конкурентному ринку, динамічна макроекономічна модель.

### **Змістовий модуль (тема) 12**

#### **Основні завдання для СРС за змістовими модулями 6-11**

1. Часові (динамічні) ряди.
2. Основні характеристики рядів динаміки.
3. Тренд ряду динаміки.
4. Моделі динаміки.
5. Прийоми аналізу рядів динаміки.
6. Вимірювання взаємозв'язків у рядах динаміки.
7. Трендові моделі за кривими зростання.
8. Автокореляція й авторегресія.
9. Методи моделювання часових рядів.
10. Адаптивні методи прогнозування соціально-економічних процесів.
11. Методи прогнозування.
12. Прогнозування економічної динаміки за трендовими моделями, методи екстраполяції та інтерполяції.
13. Вимірювання сезонних коливань
14. Імітаційне моделювання.
15. Способи моделювання випадкових величин.
16. Моделі математичного програмування.
17. Методика багатокритеріальної оптимізації економічних рішень.
18. Інструментальні та лагові змінні.
19. Метод інструментальних змінних.
20. Дистрибутивно-лагові моделі.
21. Економетричні моделі, побудовані на системах одночасних (симультаивних) структурних рівнянь.

Модульний контроль знань за змістовими модулями 6-11 (заліковий модуль №2) здійснюється у формі поточного тестування.

### **Блок змістових модулів (розділ) 3**

#### **МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПОБУДОВИ ПРИКЛАДНИХ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

### **Змістовий модуль (тема) 13**

#### **Прикладні математичні моделі фінансово-економічних процесів**

Використання математичних моделей моніторингу в розв'язанні прикладних економічних задач. Основні принципи аналізу та синтезу моделей економічних систем.

Математичні моделі основних системних характеристик та їхня роль у прийнятті рішень в економіці та підприємстві. Математичні моделі комбінаторного морфологічного аналізу та синтезу раціональних систем управління в економіці та підприємстві. Експертні методи оцінки та їх використання в побудові прикладних економіко-математичних моделей управління економічними об'єктами. Імітаційні моделі прийняття багатокритеріальних рішень в економіці та підприємстві. Аналітичне планування на підставі методу аналізу ієрархій. Методи прийняття рішень на підставі теорії нечітких множин.

Комплекс економіко-математичних моделей маркетингових досліджень. Модель організації рекламної компанії. Синтез систем адекватного стратегічного планування виробничо-економічних систем. Моделі оптимізації виробничої програми підприємства. Моделі оптимізації календарного плану реалізації запасів продукції за умов цінового ризику.

Математичні моделі в управлінні фінансовими ресурсами. Математичні моделі в управлінні інформаційними ресурсами. Моделювання та фінансова інформатика. Математичні моделі в аналізі та виборі інноваційно-інвестиційних проектів. Моделі формування оптимального портфеля та календарного плану реального інвестування. Моделі оптимального управління портфелем фінансових активів. Модель оцінювання ринкової вартості підприємства. Моделі оптимального управління валютним резервом. Моделі оптимізації кредитного портфеля за умов ризику щодо платоспроможності позичальників. Модель взаємозаліку боргів підприємств.

Математичні моделі аналізу проблем глобалістики. Математичні моделі адаптивних і раціональних очікувань в економіці та підприємстві. Моделі макроекономічного прогнозування.

Математичні моделі в галузевому регулюванні. Комплекс математичних моделей у регіональному регулюванні.

Математичні моделі антикризового менеджменту. Математичні моделі трансформаційного менеджменту. Методологічні аспекти моделювання конкуренції та поведінки економічних суб'єктів на ринках товарів та послуг. Урахування мотиваційних аспектів діяльності суб'єктів господарювання в моделюванні та прийнятті рішень. Математичні моделі програмно-цільового управління. Концепція моделювання організаційного механізму.

Комплекс економіко-математичних моделей функціонування комерційного банку. Методичні аспекти моделювання аудиторської діяльності. Моделювання інструментів фондового ринку. Методологічні аспекти математичного моделювання агропромислової політики. Концептуальні засади математичного моделювання економічної безпеки країни. Математичні моделі в проблемах захисту економічної та підприємницької інформації. Моделювання еколого-економічних процесів. Математичне моделювання в актуарних розрахунках. Математичне моделювання в зовнішньоекономічній діяльності.

Математичні моделі дослідження хаотичної динаміки в економічних системах. Теорія катастроф та концептуальні засади її застосування в економіці. Методологічні аспекти та інструментарій моделювання процесів активної адаптації в економіці та підприємстві.

### **Змістовий модуль (тема) 14**

#### **Рейтингове оцінювання та управління в економіці**

Актуальність проблеми. Концепція рейтингового управління. Моделювання системи рейтингового управління. Структура процесу рейтингового управління. Схема рейтингового управління. Механізм рейтингового управління. Етапи формалізованої схеми визначення рейтингу однорідних економічних об'єктів. Рейтингове оцінювання множини економічних об'єктів за деякими параметрами (критеріями).

Підготовка вихідних даних для рейтингового оцінювання. Етапи й інструментарій статистичного аналізу даних, необхідних для рейтингового оцінювання. Трендовий аналіз в рейтинговому оцінюванні та управлінні. Узагальнений алгоритм аналізу ієрархій у рейтинговому оцінюванні. Ієрархічне подання проблеми, шкала відношень, матриця парних порівнянь.

Моделі й методи процесу обчислення рейтингу економічних систем. Загальна схема процесу обчислення рейтингу. Загальна схема проведення експертизи (експертного оцінювання). Модифікації рейтингового оцінювання. Підходи до визначення інтегрального показника в рейтинговому оцінюванні.

Рейтинг як засіб класифікації економічних об'єктів. Рейтингової оцінки інвестиційної привабливості підприємств, організацій, регіонів. Можливості щодо використання рейтингового оцінювання та управління у виробничій та невиробничій сферах діяльності. Рейтингове оцінювання діяльності комерційних банків серед їх вибірки. Фондові індекси та рейтинги. Рейтингова оцінка індексів на фондовому ринку України. Процедура комплексної рейтингової оцінки фінансового стану економічної системи. Рейтингове управління в проблемах фінансової стійкості страхових компаній. Рейтингове оцінювання якості послуг вищих навчальних закладів. Рейтингові оцінки ризику країни.

### **Змістовий модуль (тема) 15**

#### **Моделі поведінки та взаємодії споживачів і виробників**

Моделі поведінки споживачів. Індивід-споживач і система його переваг. Функція корисності і її властивості. Кардиналістський та ординалістський підходи до визначення функції корисності. Функції корисності фон Неймана-Моргенштерна. Рівняння Слуцького. Моделювання поведінки споживачів на конкурентних ринках. Неокласична задача споживання. Порівняльна статика споживання. Коефіцієнт перехресної еластичності попиту. Гіпотеза опуклості стосовно двох наборів благ. Гранична норма заміщення.

Моделі поведінки виробників. Виробничі множини і виробничі функції. Виробничі функції. Загальне поняття виробничої функції. Економічний зміст

виробничої функції. Загальна характеристика виробничих функцій. Етапи та методи побудови виробничих функцій. Аспекти обчислювальних методів оцінки параметрів виробничих функцій. Види виробничих функцій. Двофакторні виробничі функції. Функція з фіксованими пропорціями чинників (функція Леонтьєва). Функція Кобба-Дугласа. Лінійна функція. Функція Аллена. Функція постійної еластичності заміщення чинників (функція CES). Функція Солоу. Багаторежимна функція. Багатофакторні виробничі функції. Макроекономічні виробничі функції.

Модель фірми. Теорія фірми і неокласична модель фірми. Моделювання поведінки фірми на конкурентних ринках. Моделі ринків. Найпростіші моделі ринків. Модель Еджворта. Класичні моделі найважливіших ринків. Рівновага за Курно. Рівновага та нерівновага за Стакельбергом. Моделювання поведінки при стягуванні податків.

Моделі економічної взаємодії на найпростіших ринках. Моделі попиту та пропозиції (модель взаємодії споживачів і виробників) на ринку одного товару. Моделювання співробітництва і конкуренції двох фірм на ринку одного товару. Модель Еванса. Модель Вальраса. Ігрові моделі співробітництва і конкуренції. Моделювання прийняття рішень групою ринкових суб'єктів. Кооперативні і некооперативні ігри. Моделювання економічної поведінки за допомогою гри з нульовою сумою.

### **Змістовий модуль (тема) 16**

#### **Традиційні і динамічні нелінійні моделі макроекономіки**

Традиційні макроекономічні моделі. Класична модель ринкової економіки: ринок робочої сили; ринок грошей; ринок товарів: об'єднана (загальна) модель. Модель Кейнса. Магістральні моделі нагромадження і споживання.

Особливості лінійних моделей економіки, запропонованих Л.Канторовічем і фон Нейманом. Модель Еванса і модель Солоу.

Односекторні нелінійні моделі макроекономіки. Модель Солоу. Стаціонарна траєкторія економічної системи. Перехідний режим у моделі Солоу. «Золоте» правило накопичення. Виграш у поточному споживанні – програш у найближчій перспективі. Односекторна модель оптимального економічного зростання. Модель зміни технологічного укладу. Двосекторна модель економіки. Характерні властивості виробничих функцій Солоу. Багатофакторні функції Солоу. Модель Солоу з лінійно-однорідною CES-функцією.

### **Змістовий модуль (тема) 17**

#### **Моделі аналізу макроекономічної політики. Загальна модель макроекономічної динаміки**

Моделі аналізу макроекономічної політики. Аналіз макроекономічної політики. Стабілізація системи. Основне рівняння макроекономічної рівноваги. Узгодженість цілей і засобів. Макроекономічна політика і «критика Лукаса». Податки, бюджетний дефіцит і виробництво. Фіскальний аспект динаміки

боргу. Раціональні очікування в умовах невизначеності та відсутності арбітражу. Особливості кількісного аналізу перехідної економіки. Модель малої відкритої перехідної економіки. Модель політики Національного банку малої перехідної економіки. Модель обмінного курсу для перехідної економіки. Модель пропозиції та виробництва. Модель оптимального вибору між інфляцією та безробіттям. Взаємодія конкуренції та інфляції. Лінійні моделі інфляції. Модель інфляції в перехідній економіці.

Загальна модель макроекономічної динаміки. Аналіз ринку товарів і послуг. Аналіз ринку грошей. Рівняння рівноваги ринку грошей. Функція агрегованого попиту. Модель агрегованої пропозиції. Динаміка очікувань. Накопичення приватного багатства. Макроекономічна модель у цілому. Аналіз короткотермінових економічних ефектів. Модель детермінованої динаміки Сарджента-Тарновського. Основні блоки моделі аналізу нелінійних динамічних систем.

Аспекти еволюційної теорії економічних змін та еволюційне моделювання. Структура еволюційних моделей. Часткова модель економічного відбору. Марківська модель заміщення чинників виробництва.

### **Змістовий модуль (тема) 18**

#### **Модель міжгалузевого балансу.**

#### **Модель динаміки державного боргу та сеньйоражу**

Балансовий метод дослідження економічних систем. Принципова схема міжгалузевого балансу (МГБ). Економіко-математична модель міжгалузевого балансу (модель Леонтьєва, модель «витрати – випуск»). Статична та динамічна моделі міжгалузевого балансу. Коефіцієнти прямих і повних матеріальних витрат. Коефіцієнти прямої та повної трудомісткості. Коефіцієнти прямої та повної фондомісткості. Запасомісткість. Узагальнена оптимізаційна модель міжгалузевих зв'язків Леонтьєва для випадку декількох технологій, використовуваних кожною галуззю. Економіко-математична модель міжгалузевого балансу затрат праці.

Обчислювальні аспекти розв'язування задач на підставі моделі МГБ. Міжгалузеві балансові моделі в аналізі економічних показників. сфери використання в економіці моделей МГБ. Застосування балансових моделей у задачах маркетингу.

Ринкова ставка відсотка. Ставка відсотка та дисконтування. Сутність та використання концепції раціональних очікувань у моделюванні ринкової рівноваги. Умова арбітражу та ефективний ринок. Розв'язання рівняння арбітражу. Гіпотеза ефективного ринку та динаміка державного боргу. Ринок державних цінних паперів та асиметрія інформації.

Механізм і рівняння динаміки суспільного боргу. Загальні умови стабілізації державного боргу та її вплив на інфляцію. Стійкий розв'язок рівняння боргу. Використання теорії арбітражу щодо формування раціональної політики на ринку боргів. Вибір стратегії стабілізації процесу боргових позичок для перехідної економіки. Економічне моделювання раціональних очікувань. Формулювання та моделювання очікувань у випадку обмеженої раціональності.

Використання фільтра Калмана в актуалізації раціональних очікувань. Позики держави й накопичений борг. Аналіз можливих політик держави щодо накопиченого боргу.

### **Змістовий модуль (тема) 19**

#### **Основні завдання для СРС за змістовими модулями 13-18**

1. Принципи аналізу та синтезу моделей економічних систем
2. Експертні методи оцінки.
3. Метод аналізу ієрархій.
4. Математичні моделі в управлінні фінансовими ресурсами.
5. Модель вибору інвестиційного проекту з множини альтернативних варіантів.
6. Імітаційне моделювання інвестиційних ризиків.
7. Рейтингове управління: структура процесу, механізм, моделювання системи.
8. Модифікації рейтингового оцінювання.
9. Моделі поведінки споживачів.
10. Моделі поведінки виробників.
11. Модель фірми.
12. Моделі економічної взаємодії.
13. Моделювання економічної поведінки.
14. Класична модель ринкової економіки.
15. Нелінійні моделі макроекономіки.
16. Моделі аналізу макроекономічної політики.
17. Модель макроекономічної динаміки.
18. Економіко-математична модель міжгалузевих балансу.
19. Механізм і рівняння динаміки суспільного боргу.
20. Економічне моделювання очікувань.

Модульний контроль знань студентів за змістовими модулями 13-18 (заліковий модуль №3) здійснюється у формі поточного тестування.

### **Заключення**

Інтегрований висновок з дисципліни. Знання і уміння, які будуть використовуватись при вивченні інших дисциплін. Значення економічних знань для формування світогляду майбутнього фахівця. Значення моделювання для розвитку економічної теорії і практики та прийняття оптимальних рішень. Тенденції і перспективи розвитку методів математичного моделювання економіки у світі.

#### 4. Розподіл змістових модулів за видами занять за годинами та кредитами

Таблиця 4.1

Назва змістового модуля	Усього на змістовий модуль (год./кред.)	Лекції (год.)	Практичні заняття (год.)	СРС (год.)
1	2	3	4	5
<b>Блок змістових модулів (розділ) 1 МЕТОДОЛОГІЯ ЕКОНОМЕТРИКИ</b>				
Змістовий модуль (тема) 1. Концептуальні засади економетрики	6/0,17	2	2	2
Змістовий модуль (тема) 2. Методи побудови загальної лінійної моделі	10/0,28	4	4	2
Змістовий модуль (тема) 3. Узагальнений метод найменших квадратів. Мультиколінеарність	6/0,17	2	2	2
Змістовий модуль (тема) 4. Емпіричні методи кількісного аналізу на основі статистичних рівнянь	10/0,28	4	4	2
Змістовий модуль (тема) 5. Основні завдання для СРС за змістовими модулями 1,2,3,4	4/0,11	-	-	4
Усього за блоком змістових модулів (розділом) 1	36/1,0	12	12	12
<b>Блок змістових модулів (розділ) 2 ЗАГАЛЬНІ ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ЯВИЩ</b>				
Змістовий модуль (тема) 6. Економетричні моделі динаміки	6/0,17	2	2	2
Змістовий модуль (тема) 7. Методи прогнозування часових рядів. Моделі соціально-економічного прогнозування	6/0,17	2	2	2
Змістовий модуль (тема) 8. Алгоритмічні моделі в економіці та підприємстві	5/0,14	2	2	1
Змістовий модуль (тема) 9. Метод інструментальних змінних	5/0,14	2	2	1
Змістовий модуль (тема) 10. Моделі розподіленого лагу	5/0,14	2	2	1
Змістовий модуль (тема) 11. Економетричні моделі на основі системи структурних рівнянь	5/0,14	2	2	1
Змістовий модуль (тема) 12. Основні завдання для СРС за змістовими модулями 6,7,8,9,10,11	4/0,11	-	-	4
Усього за блоком змістових модулів (розділом) 2	36/1,0	12	12	12
<b>Блок змістових модулів (розділ) 3 МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПОБУДОВИ ПРИКЛАДНИХ ЕКОНОМІКО- МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА АНАЛІЗУ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ</b>				
Змістовий модуль (тема) 13. Прикладні математичні моделі фінансово-економічних процесів	6/0,17	2	2	2
Змістовий модуль (тема) 14. Рейтингове оцінювання та управління в економіці	6/0,17	2	2	2
Змістовий модуль (тема) 15. Моделі поведінки та взаємодії споживачів і виробників	5/0,14	2	2	1

Змістовий модуль (тема) 16. Традиційні і динамічні нелінійні моделі макроекономіки	5/0,14	2	2	1
Змістовий модуль (тема) 17. Моделі аналізу макроекономічної політики. Загальна модель макроекономічної динаміки	5/0,14	2	2	1
Змістовий модуль (тема) 18. Модель міжгалузевого балансу. Модель динаміки державного боргу та сеньйоражу	5/0,14	2	2	1
Змістовий модуль (тема) 19. Основні завдання для СРС за змістовими модулями 13,14,15,16,17,18	4/0,11	-	-	4
Усього за блоком змістових модулів (розділом) 3	36/1,0	12	12	12
<b>Усього</b>	<b>108/3,0</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>

Таблиця 4.2

## Перелік тем лабораторних занять

№ лабораторного заняття	Змістовий модуль №	Назва лабораторного заняття	Кількість годин	Обсяг навчального матеріалу (кредити)
1	1	Концептуальні засади економетрики	2	0,06
2,3	2	Концептуальні засади економетрики	4	0,11
4	3	Узагальнений метод найменших квадратів. Мультиколінеарність	2	0,06
5,6	4	Емпіричні методи кількісного аналізу на основі статистичних рівнянь	4	0,11
7	6	Економетричні моделі динаміки	2	0,06
8	7	Методи прогнозування часових рядів. Моделі соціально-економічного прогнозування	2	0,06
9	8	Алгоритмічні моделі в економіці та підприємстві	2	0,06
10	9	Метод інструментальних змінних	2	0,06
11	10	Моделі розподіленого лагу	2	0,06
12	11	Економетричні моделі на основі системи структурних рівнянь	2	0,06
13	13	Прикладні математичні моделі фінансово-економічних процесів	2	0,06
14	14	Рейтингове оцінювання та управління в економіці	2	0,06
15	15	Моделі поведінки та взаємодії споживачів і виробників	2	0,06
16	16	Традиційні і динамічні нелінійні моделі макроекономіки	2	0,06
17	17	Моделі аналізу макроекономічної політики. Загальна модель макроекономічної динаміки	2	0,06
18	18	Модель міжгалузевого балансу. Модель динаміки державного боргу та сеньйоражу	2	0,06
		<b>ЗАГАЛОМ</b>	<b>36</b>	<b>1,0</b>

## 5. Система оцінювання навчання

### 5.1. Система оцінювання трудовитрат навчання студента (залікові модулі)

№	Зміст навчального матеріалу	Кількість годин	Обсяг трудовитрат студента (кредитів)	Форма контролю знань	Шкала оцінювання знань студента
1	2	3	4	5	6
1	<b>Перший заліковий модуль</b> за змістовими модулями 1-5	36	1,0	Модульний контроль: тестування	(1...100)
2	<b>Другий заліковий модуль</b> за змістовими модулями 6-12	36	1,0	Модульний контроль: тестування	(1...100)
3	<b>Третій заліковий модуль</b> за змістовими модулями 13-18	36	1,0	Модульний контроль: тестування	(1...100)
<b>Усього</b>		108	3,0		(1...100)

*Примітка:* підсумкова оцінка трудовитрат студента на засвоєння дисципліни у цілому підраховується як арифметична сума кредитів за опрацьованими заліковими модулями.

### 5.2. Система оцінювання знань студентів і шкала оцінки (за кожний заліковий модуль)

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За шкалою навчального закладу
A	Відмінно	90 – 100
B	Добре	80 – 89
C	Добре	75 – 79
D	Задовільно	67 – 74
E	Задовільно	60 – 66
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	35 – 59
F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	1 – 34

*Примітка:* згідно з наказом МОН України від 30.12.05 р. № 774, підсумкова оцінка знань з навчальної дисципліни визначається як середньозважена результатів засвоєння окремих залікових модулів в інтервалі (1...100) балів.

## 6. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Індивідуальне навчально-дослідне завдання не передбачено навчальним планом підготовки фахівців за напрямом підготовки.

## 7. Види, форми та методи навчання

Лекції, практичні заняття, консультації, самостійна робота студентів згідно таблиці розподілу змістових модулів за видами занять (за годинами та кредитами).

## 8. Методичне забезпечення

Навчально-методичні матеріали кафедри з дисципліни, які знаходяться на освітньому порталі ХНАДУ.

Навчально-методичні матеріали (навчальні посібники, навчальні програми, плани семінарських занять, тематика рефератів, матеріали для самостійної роботи студентів, списки рекомендованої літератури), що представлені на кафедрі.

Адреси рекомендованих Internet-сайтів:

<http://globalfindata.com>

<http://www.ukrstat.gov.ua>

<http://www.bank.gov.ua>

<http://www.minfin.gov.ua>

<http://www.finance.ua>

<http://rada.gov.ua>

## 9. Література, що рекомендована для самостійної роботи студентів (Залікові модулі 1,2,3)

### Основна література

1. Вітлінський В.В., Великованенко Г.І. Моделювання економіки. – К.: КНЕУ, 2005. – 306 с.
2. Жлуктенко В.І., Бегун А.В. Стохастичні моделі в економіці: Монографія. – К.: КНЕУ, 2005. – 352 с.
3. Кігель В.Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці: Монографія. – К.: ЦУЛ, 2003. – 202 с.
4. Клебанова Т.С, Забродский В.А., Полякова О.Ю., Петренко В.Л. Моделирование экономики: Учеб. пособие. – Х.: Изд-во ХГЭУ, 2001.
5. Лысенко Ю.Г., Егоров П.В., Овечко Г.С, Тимохин В.Н. Экономическая кибернетика: Учеб. пособие. – 2-е изд. – Донецк: ООО «Юго-Восток Лтд», 2003.
6. Мур Дж., Уэдерфорд Л. Экономическое моделирование в Microsoft Excel: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
7. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Уч. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 367 с.
8. Шикин Е.В. Математические методы и модели в управлении: Учебное пособие. – М.: Дело, 2000. – 440 с.

### Додаткова література

1. Богатов О. И., Лысенко Ю. Г., Петренко В. Л., Скобелев В. Г. Рейтинговое управление экономическими системами. – Донецк: Юго-Восток, 1999. – 110 с.
2. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 208 с.
3. Додж М., Смит Г., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel. – СПб.: Питер, 1998. – 1072 с.
4. Жданов С.А. Экономические модели и методы в управлении. – М.: Дело и сервис, 1998. – 176 с.
5. Замков О.О., Толстопятенко А. В., Черемных Ю. Н. Математические методы в экономике: Учебник. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова: ДИС, 1997.
6. Колемаев В. А. Математическая экономика: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 240 с.
7. Конюховский П.В. Макроэкономическое моделирование банковской деятельности. – СПб.: Питер, 2001.
8. Костіна Н. І., Алексєєв А. А., Василик О. Д. Фінанси: системи моделей і прогнозів: Навч. посібник. – К.: Четверта хвиля, 1998. – 304 с.
9. Малыхин В.И. Математическое моделирование экономики: Учеб.-практ. Пособие. – М.: УРАО, 1998. – 160 с.
10. Олексик О.С., Мельничук В.Г., Штаба люк П.І., Олейко В.М., Демянюк О.Б. Методи і системи підтримки прийняття фінансових рішень: Підручник. – Тернопіль: ДП ТВПК «Збруч», 2001. – 360 с.
11. Самарский А.А., Михайлова А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2001.
12. Статистическое моделирование и прогнозирование / Г.М. Гамбаров, Н.М. Журавель, Ю.Г. Королев и др.; Под ред. А.Г. Гранберга. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 383 с.
13. Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте: Учеб. пособие. – М.: Русская деловая литература, 1999. – 240 с.
14. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / Н.И. Холод и др. – МИНСК: БГЭУ, 1999. – 413 с.
15. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / В. В. Федосеев и др.; Под ред. В. В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 391 с.

Укладач:  
доцент кафедри  
міжнародної економіки

Покатаєва Катерина Петрівна