

**Київський національний торговельно-економічний
університет
Кафедра економічної кібернетики**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою
(пост. п. 2 від 12 грудня 2016 р.)
Ректор

 А.А. Мазаракі

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

ПРОГРАМА

освітній ступінь	«доктор філософії»
галузі знань	03 «Гуманітарні науки», 05 «Соціальні та поведінкові науки», 07 «Управління та адміністрування», 18 «Виробництво і технології», 12 «Інформаційні технології»
спеціальності	033 «Філософія», 051 «Економіка», 052 «Політологія», 053 «Психологія», 056 «Міжнародні економічні відносини», 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», 073 «Менеджмент», 074 «Публічне управління та адміністрування», 075 «Маркетинг», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 181 «Харчові технології», 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

Київ 2017

**Розповсюдження та тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

Автор А.А. Роскладка, д-р екон. наук, проф.

Обговорено та схвалено на засіданні кафедри економічної кібернетики
9 грудня 2015 р., протокол № 8 .

Рецензент О.К. Щетініна, д-р фіз.-мат. наук, проф.

Навчальна програма

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

ПРОГРАМА
для підготовки аспірантів

освітній ступінь	«доктор філософії»
галузі знань	03 «Гуманітарні науки», 05 «Соціальні та поведінкові науки», 07 «Управління та адміністрування», 18 «Виробництво і технології», 12 «Інформаційні технології»
спеціальності	033 «Філософія», 051 «Економіка», 052 «Політологія», 053 «Психологія», 056 «Міжнародні економічні відносини», 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», 073 «Менеджмент», 074 «Публічне управління та адміністрування», 075 «Маркетинг», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 181 «Харчові технології», 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

Автор РОСКЛАДКА Андрій Анатолійович

Редактор А.В. Кандилова
Комп'ютерне верстання Ю.Ю. Савченко

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0,58. Тираж 30 пр. Зам. 740.

Видавець і виготовлювач
Київський національний торговельно-економічний університет
вул. Кіото, 19, м. Київ-156, Україна, 02156

© Роскладка А.А., 2017
© Київський національний торговельно-
економічний університет, 2017

6. Гурский Д.А. Вычисление в MathCAD 12 / Д.А. Гурский, Е.С. Турбина. – СПб : Питер, 2006. – 544 с.
7. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / А.М. Єріна. – Тернопіль : Университетская книга, 2005. – 170 с.
8. Замков О.О. Математические методы в экономике : учебник / О.О. Замков, А. Толстопятенко, Ю. Черемных и др. – 4-е изд., стереотип. – М. : Дело и Сервис, 2004. – 368 с.
9. Кирьянов Д.В. Самоучитель MathCAD 11 / Д.В. Кирьянов. – СПб : БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.
10. Машина Н.І. Математичні методи в економіці : навч. посіб. / Н.І. Машина. – Київ : Центр навч. літ., 2003.– 148 с.
11. Медведєв М.Г. Економетричні методи моделювання : навч. посіб. / М.Г. Медведєв. – Київ : Вид-во Європ. ун-ту, 2003. – 140 с.
12. Охорзин В.А. Компьютерное моделирование в системе Mathcad / В.А. Охорзин. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 243 с.
13. Охорзин В.А. Оптимизация экономических систем. Примеры и алгоритмы в среде Mathcad / В.А. Охорзин. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 144 с.
14. Очков В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров / В.Ф. Очков. – ВНУ-Петербург, 2009. – 462 с.
15. Савотченко С.Е. Методы решения математических задач в Maple : учеб. пособие / С.Е. Савотченко, Т.Г. Кузьмичева. – Белгород : Белаудит, 2001. – 116 с.
16. Сдизжков О.А. Математика на компьютере: Maple 8 / О.А. Сдизжков. – М. : «Солон-Пресс», 2003. – 176 с.
17. Черняк А.А. Математика для экономистов на базе MathCad / А.А. Черняк, В.А. Новиков, О.И. Мельников, А.В. Кузнецов. – СПб. : БХВ – Петербург, 2003. – 496 с.
18. Чураков Е.П. Математические методы обработки экспериментальных данных в экономике : учеб. пособ. / Е.П. Чураков. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 240 с.
19. Шапкин А.С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А.С. Шапкин, Н.П. Мазаева. – М. : «Дашков и К», 2005. – 400 с.

ВСТУП

Програма дисципліни «Математичне моделювання у наукових дослідженнях» призначена для підготовки аспірантів за науковими спеціальностями 033 – Філософія, 051 – Економіка, 052 – Політологія, 053 – Психологія, 056 – Міжнародні економічні відносини, 071 – Облік і оподаткування, 072 – Фінанси, банківська справа та страхування, 073 – Менеджмент, 074 – Публічне управління та адміністрування, 075 – Маркетинг, 076 – Підприємництво, торгівля та біржова діяльність, 181 – Харчові технології, 122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології.

У дисципліні «Математичне моделювання у наукових дослідженнях» розглядаються концептуальні аспекти математичного моделювання, основи системного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики, технології добування та аналізу даних, принципи побудови математичних оптимізаційних, прогнозних та регресійних моделей, експертні методи моделювання, моделювання в умовах невизначеності та ризику.

1. МЕТА, ЗАВДАННЯ, ПРЕДМЕТ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни «Математичне моделювання у наукових дослідженнях» є формування системи знань з методології та інструментарію побудови й використання різних типів математичних моделей.

Головним **завданням** дисципліни є вивчення основних принципів та інструментарію постановки задач, побудови математичних моделей, методів їх розв'язування та аналізу.

Предметом навчальної дисципліни «Математичне моделювання у наукових дослідженнях» є методологія та інструментарій побудови і розв'язування задач моделювання явищ, процесів та систем.

У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні:

Знати:

- основні типи математичних моделей процесів і систем;
- основні принципи побудови математичних моделей;
- принципи системного підходу;
- етапи розв'язування складних системних задач;
- методи дослідження графових моделей систем;
- поняття трансформації, консолідації, візуалізації даних;
- алгоритми технології *Data Mining*;

- методи математичного моделювання та аналіз їх використання в різних галузях науки;
- послідовність побудови й перевірки коректності математичної моделі;
- основні моделі та методи прогнозування;
- класифікацію ризиків та їх характеристики;
- систему абсолютних та відносних показників ризику;
- принципи моделювання економічного ризику;
- положення теорії ігор та їх застосування для оцінки ризикованості проектів;
- основи моделювання в умовах стохастичної невизначеності;
- основи моделювання в умовах нечіткої невизначеності;
- основи моделювання в умовах багатокритеріальної невизначеності;
- принципи роботи в комп'ютерних системах моделювання.

Вміти:

- використовувати математичні методи дослідження різноманітних процесів;
- застосовувати теоретичні положення аналізу даних для розв'язування практичних задач моделювання;
- робити дослідження структурної схеми системи на основі графових моделей;
- здійснювати математичну постановку та розв'язувати задачі оптимізації показників;
- використовувати основні методи прогнозування для аналізу та дослідження станів соціально-економічних процесів у майбутньому;
- застосовувати експертні методи моделювання процесів;
- застосовувати апарат теорії ймовірностей;
- аналізувати ризик в абсолютному вираженні;
- аналізувати ризик у відносному вираженні;
- розв'язувати задачі прийняття ризикованих рішень в умовах стохастичної, нечіткої та багатокритеріальної невизначеності.
- користуватися прикладними програмами *MS Excel*, *Curve Expert*, *MathCAD*, *Maple*, *Deductor* та іншими для побудови і дослідження математичних моделей.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Карташова С.С. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / С.С. Карташова, В.В. Рязанцева. – Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012. – 239 с.
2. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації : підручник / А.В. Катренко. – Львів : Новий Світ-2000, 2013. – 396 с.
3. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко. – Київ : КНЕУ, 2000. – 292 с.
4. Здрок В.В. Економетрія / В.В. Здрок, Т.Я. Лагоцький. – Київ : Знання, 2014. – 540 с.
5. Гунько О.В. Використання середовища MathCAD при вивченні навчальної дисципліни «Математика для економістів» : навч.-практ. посіб. / О.В. Гунько. – Харків : ХНЕУ, 2010. – 288 с.
6. Клебанова Т.С. Моделирование экономической динамики : учеб. пособие / Т.С. Клебанова, Н.А. Дубровина, О.Ю. Полякова, Е.В. Раевна, А.В. Милов. – Харків : ИД «ИНЖЭК», 2005. – 244 с.
7. Мур Д. Экономическое моделирование в Microsoft Excel : пер. с англ. / Д. Мур, Л. Уэдерфорд. – М. : Вильямс, 2004. – 1024 с.
8. Таха Х.А. Введение в исследование операций / Х.А. Таха. – М. : Вильямс, 2001. – 912 с.
9. Томас Р. Количественные методы анализа хозяйственной деятельности / Р. Томас. – М. : Дело и сервис, 2012. – 432 с.

Додатковий

1. Васильев А.Н. Maple 8. Самоучитель / А.Н. Васильев. – СПб : Питер, 2003. – 352 с.
2. Голіков А.П. Економіко-математичне моделювання світо-господарських процесів : навч. посіб. / А.П. Голіков. – Київ : Знання, 2009. – 222 с.
3. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування і планування : навч. посіб. / Б.Є. Грабовецький. – Київ : Центр навч. літ., 2003. – 188 с.
4. Григорків В.С. Моделювання економіки : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В.С. Григорків. – Чернівці : ЧНУ, 2009. – 320 с.
5. Грисенко М.В. Математика для економістів. Методи й моделі, приклади й задачі : навч. посіб. / М.В. Грисенко. – Київ : Либідь, 2007. – 720 с.

Тема 9. Експертні методи моделювання

Прийняття індивідуальних рішень. Індивідуальний вибір в умовах невизначеності. Критерії Гурвіца, Севіджа. Критерії песимізму, оптимізму та песимізму-оптимізму. Критерій максимуму середнього виграшу.

Груповий вибір в умовах невизначеності. Процедури групового вибору рішень на основі методів більшості голосів. Критерій Курно, критерії Парето та Еджворта.

Сутність експертних методів. Організація і проведення експертного опитування. Аналіз узгодженості думок експертів. Методи оцінки узгодженості думок експертів. Індивідуальні та колективні експертні методи. 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. Стійкість групових експертних оцінок.

Тема 10. Математичне моделювання в умовах невизначеності

Типи невизначеності в реальних системах. Імовірність та випадкові величини. Урахування випадкових чинників ризику в моделі. Розподіли випадкових факторів. Стохастичне програмування.

Моделювання ризику в умовах нечіткої невизначеності. Нечіткі параметри та способи їх опису. Поняття нечіткої множини, нечіткого числа, нечіткої функції. Використання апарату нечітких множин для розв'язування задач моделювання.

Багатокритеріальні задачі оптимізації та прийняття рішень. Множина Еджворта-Парето. Парето-оптимальні рішення. Методи розв'язування задач в умовах багатокритеріальної невизначеності.

Тема 11. Математичне моделювання ризику

Функція ризику та матриця ризику. Інформаційні ситуації, пов'язані з ризиком. Критерії прийняття ризикованих рішень в першій інформаційній ситуації. Моделювання ризику в складних інформаційних ситуаціях. Критерії оцінки ризику в першій інформаційній ситуації. Складні інформаційні ситуації. Формули Фішберна. Критерії мінімального ризику.

2. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання

Основні характеристики системи як об'єкта моделювання. Поняття моделі. Математична модель, основні етапи процесу моделювання. Класифікація моделей. Основні типи математичних моделей. Етапи математичного аналізу процесів, явищ, об'єктів і систем.

Тема 2. Основи системного аналізу

Опис системи. Призначення, функції, структура, потоки системи. Класифікація систем. Керування системою. Морфологічна модель системи. Структурний та субстратний аналіз. Функціональна модель системи. Зовнішнє та внутрішнє функціонування системи. Інформаційна модель системи. Життєвий цикл системи. Динамічна модель системи. Кваліметрична модель системи. Шкали системного аналізу. Імітаційна модель системи. Методика складання за структурними схемами їх графових моделей. Вершинні та реберні графові моделі систем та їх побудова. Зв'язність системи. Ранг елементів. Центр та периферійні вершини. Поняття квазімінора. Метод квазімінорів для відшукування зв'язків в системі. Використання алгебри квазімінорів.

Тема 3. Теорія ймовірностей та математична статистика

Поняття ймовірності. Формула класичної ймовірності. Основні поняття про випадкові величини. Дискретна випадкова величина. Неперервна випадкова величина. Числові характеристики випадкових величин. Розподіли дискретних і неперервних випадкових величин. Нормальний закон розподілу неперервних випадкових величин. Багатовимірні випадкові величини.

Первинна обробка вибірок. Інтервальный варіаційний ряд. Вибіркові характеристики статистичних рядів. Оцінки невідомих параметрів генеральних сукупностей. Інтервали надійності математичного сподівання, дисперсії, середньоквадратичного відхилення. Основні поняття про статистичну перевірку гіпотез. Комп'ютерні методи моделювання випадкових величин.

Тема 4. Технології добування та аналізу даних

Вимоги до даних. Методики *KDD* та *Data Mining*. Процес та задачі консолідації. Сховища даних та вимоги до них. Основні підходи використання сховищ даних. Схеми побудови реляційного сховища даних. Структура багатовимірного куба. ABC-XYZ аналіз та налаштування звітів.

Введення в алгоритми *Data Mining*. Навчаюча вибірка. Навчання з учителем і без учителя. Асоціативні правила. Значущість асоціативних правил. Алгоритм *a priori*. Генерація асоціативних правил. Уведення в кластеризацію. Алгоритм кластеризації *k-means*. Міри відстаней.

Приклад навчання мережі Кохонена. Алгоритм навчання мережі Кохонена. Приклад роботи мережі Кохонена. Методика побудови карти Кохонена. Аналітична платформа *Deductor* та її застосування до задач аналізу даних.

Тема 5. Оптимізаційні моделі

Методи оптимізації. Загальна постановка задачі оптимізації. Етапи побудови оптимізаційної моделі. Задача лінійного програмування та методи її розв'язування. Транспортна задача. Математична постановка цілочислової задачі лінійного програмування. Методи розв'язування цілочислових задач лінійного програмування. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач. Нелінійні оптимізаційні моделі. Математична постановка задачі нелінійного програмування. Геометрична інтерпретація задачі нелінійного програмування. Основні труднощі розв'язування задач нелінійного програмування. Багатокритеріальна оптимізація. Метод пріоритетів та метод вагових коефіцієнтів у задачах векторного програмування.

Розв'язування оптимізаційних задач в системі *MathCAD*. Звичайна та векторна форми запису задач оптимізації. Методи розв'язування оптимізаційних задач.

Використання бібліотеки *Simplex* для вирішення оптимізаційних задач в системі *Maple*. Огляд вбудованих функцій бібліотеки *Simplex*. Алгоритми розв'язування оптимізаційних задач. Використання різних форм побудови оптимізаційних моделей в *Maple*. Графічна інтерпретація задач оптимізації.

Тема 6. Математичні моделі прогнозування

Поняття інтерполяційних та екстраполяційних методів прогнозування. Особливості простих методів прогнозування. Інтерполяційні формули Ньютона. Інтерполяційна формула Лагранжа. Інтерполяційні формули Гауса, Бесселя, Стірлінга. Схема Ейткена. Застосування інтерполяції. Поняття сплайнів. Інтерполяція сплайнами. Обернена інтерполяція. Інтерполяційні методи прогнозування у комп'ютерних системах.

Метод натягнутої нитки. Метод сум. Метод найменших квадратів та його модифікації. Нелінійне прогнозування. Багатофакторне прогнозування. Оцінка параметрів лінійних багатофакторних моделей. Криві зростання (тренди). Види трендів. Оцінка параметрів трендових моделей. Адекватність багатофакторних моделей. Прогнози на основі багатофакторної моделі.

Система *Curve Expert*. Інтерполяційні та регресійні моделі в *Curve Expert*. Застосування сплайн-інтерполяції. Вбудовані моделі системи *Curve Expert*. Автоматичний пошук та ранжування економічних моделей. Візуалізація результатів та аналіз коефіцієнтів моделі.

Тема 7. Дослідження якості математичних моделей

Перевірка якості моделі. Оцінка статистичної надійності моделі. Помилка моделі. Перевірка достовірності моделі за статистичним критерієм Фішера. Перевірка достовірності коефіцієнтів моделі за статистичним критерієм Стьюдента. Стандартні похибки та надійність прогнозу. Довірчі інтервали функції регресії. Мультиколінеарність, її вплив на оцінки параметрів моделі. Ознаки мультиколінеарності. Методи визначення мультиколінеарності та способи її усунення. Алгоритм Феррера-Глобера. Гомоскедастичність і гетероскедастичність. Вплив гетероскедастичності на властивості оцінок параметрів моделі.

Тема 8. Методи ранжування альтернатив

Декомпозиція економічної проблеми. Побудова ієрархічної моделі. Експертне оцінювання переваг. Метод аналізу ієрархій. Розрахунок локальних пріоритетів. Синтез локальних пріоритетів. Розрахунок міри узгодженості висновків методу аналізу ієрархій. Аналіз ієрархій із зворотними зв'язками. Багатокритеріальний вибір. Динамічні переваги та пріоритети. Врахування висновків декількох експертів. Нечітке задання критеріїв. Порівняння об'єктів зі стандартами.