

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

Затверджено на засіданні кафедри
економічної кібернетики

Протокол № 7 від 14 січня 2016 р.

**Програма
навчальної дисципліни
"Бізнес-аналітика багатовимірних процесів"
для студентів всіх спеціальностей
всіх форм навчання**

Укладачі: д.е.н., проф. Клебанова Т. С.,
к.е.н., доц. Чаговець Л.О.

Відповідальний за випуск
зав. каф. економічної
кібернетики Клебанова Т. С.

ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016

1. Вступ

В умовах трансформаційної економіки значно зросла роль фактору невизначеності, неповноти апіорної інформації в системах прийняття рішень. Однієї з основних причин невизначеності є невизначеність і недетермінованість соціально-економічних процесів. Останні протікають під впливом великої кількості факторів зовнішнього середовища, які безупинно змінюються в часі й не можуть бути визначені однозначно. Це приводить до необхідності обліку імовірнісного характеру впливів при формуванні управлінських рішень і використання при їхньому описі стохастичних моделей. Невизначеність зовнішнього середовища істотно впливає на збільшення ризиків і втрат прийняття управлінських рішень, обертається кризовим станом соціально-економічних систем. Таким чином, можливість прийняття рішень при керуванні економічними об'єктами в умовах неповної інформації повинна ґрунтуватися на використанні нового інструментарію економіко-математичного моделювання, що припускає зменшення первісної невизначеності завдяки підвищенню якості інформації, використовуваної в процесі керування. Сучасний спектр методів моделювання поведінки складних економічних систем в умовах невизначеності досить широкий. Так, наявність безлічі вихідних ознак, що характеризують економічні системи, як багатомірні об'єкти, викликає необхідність відбирати найбільш істотні і вивчати менший набір показників. Це може бути забезпечено методами редукції. Ці методи розкривають об'єктивно існуючі закономірності, що безпосередньо не спостерігаються. Вивчення причинно-наслідкових зв'язків ознак у багатомірних сукупностях, їх структурних змін може бути здійснене за допомогою кореляційного і регресійного аналізу з урахуванням лагових та якісних змінних. Методи багатомірної класифікації призначені для поділу сукупності об'єктів на групи у визначеному змісті однорідні. При цьому кожний з об'єктів характеризується великою кількістю різних і стохастично зв'язаних ознак. Нарешті, для формування стратегії поведінки економічних систем в умовах невизначеності, неповноти інформації можуть бути використані методи імітаційного та ігрового моделювання. Усі перераховані методи можуть бути засвоєні тільки при активному застосуванні пакетів прикладних програм для ПЕОМ.

Метою викладання навчальної дисципліни є вивчення теоретичних основ і можливостей практичного застосування методів моделювання

економічних систем, що функціонують в умовах невизначеності.

Для досягнення мети поставлені такі основні **завдання**:: сформувати у студента концептуальні знання з методів і моделей, математичного апарату, сучасних концепцій, які визначають різні підходи до моделювання складних соціально-економічних систем.

Об'єктом навчальної дисципліни є соціально-економічні системи різного рівня ієрархії.

Предметом дисципліни є математичні методи і моделі, що дозволяють досліджувати соціально-економічні системи, які функціонують в умовах нестаціонарного зовнішнього середовища.

Наукову основу дисципліни складають теоретичні методи і моделі, математичний апарат, сучасні концепції, які визначають різні підходи до моделювання складних соціально-економічних систем.

Пререквізити: вивчення даної навчальної дисципліни студент розпочинає, прослухавши такі навчальні дисципліни, як: «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Макроекономіка», «Мікроекономіка».

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент має:

знати:

сутність задач порівняльного багатомірного аналізу в економіці;
основні етапи рішення задач класифікації і зниження розмірності;
задачі і методи кластерного аналізу;

таксономічних методів статистичної і динамічної оцінки багатомірних об'єктів; методів зниження простору ознак;

вміти:

виділяти й аналізувати багатомірні об'єкти в економіці;

здійснювати лінійне упорядкування багатомірних об'єктів на основі методів таксономії;

виділяти об'єкти-репрезентанти в однорідних групах;

здійснювати класифікацію об'єктів на основі ітеративних технологій;

Структуру складових професійних компетентностей та їх формування відповідно до Національної рамки кваліфікацій України наведено в таблиці 1, 2.

Професійна компетентність, яка отримується студентами після вивчення навчальної дисципліни

Назва компетентності	Складові компетентності
Розробляти та здійснювати побудову моделей в області бізнес-аналітики та опрацювання даних; здатність обирати різні підходи до моделювання складних соціально-економічних систем.	здатність виділяти й аналізувати багатомірні об'єкти в економіці;
	Здатність складання змістовного опису моделі та формулювання принципів застосування моделювання у дослідженні економічних систем,
	здатність класифікувати економічні системи та економічні процеси з точки зору їх властивостей щодо математичного моделювання,
	здатність обирати математичний апарат для побудови моделей класифікації, здатність будувати алгоритми кластер-процедур;
	здатність до побудови моделей класифікації об'єктів на основі методу дискримінантного аналізу
	здатність до побудови моделей класифікації об'єктів на основі методів канонічних кореляцій
	здатність здійснювати лінійне упорядкування багатомірних об'єктів, виділяти об'єкти-репрезентанти в однорідних групах;
	використовувати метод головних компонентів для скорочення простору ознак вихідних даних.

Таблиця 2

**Структура складових професійних компетентностей з навчальної дисципліни
"Бізнес-аналітика багатовимірних процесів "
за Національною рамкою кваліфікацій України**

Складові компетентності, яка формується в рамках теми	Пререквізити	Знання	Вміння	Комунікації	Автономність і відповідальність
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Методи статистичного аналізу складних систем Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем					
Здатність складання змістовного опису моделі та принципи застосування моделювання	Сутність поняття математичної моделі, математичного моделювання, головних принципів моделювання, статистичних характеристик варіаційних рядів	знання сутності задач порівняльного багатовимірного аналізу в економічній діяльності;	здатність виділяти й аналізувати багатовимірні об'єкти;	здатність обґрунтовувати власну точку зору на завдання на основі використання методів математичного моделювання, власної роботи на нарадах, конференціях.	здатність самостійно розв'язувати завдання професійної діяльності із залученням сучасних методів, використанням сучасного програмного забезпечення;
Тема 2. Кластерний аналіз. Особливості його застосування					
здатність обирати математичний	знання принципів класифікації та	Знання класифікації	Здатність Здійснювати вибір	здатність обґрунтовувати	здатність самостійно

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
апарат для побудови моделей класифікації	порівняльного багатомірного аналізу в економіці	систем та процесів в маркетингу з точки зору їх властивостей щодо математичного моделювання	методичного інструментарію для вирішення конкретної економічної проблеми.	власну точку зору на завдання на основі сучасного математичного інструментарію	розв'язувати поставлені завдання професійної діяльності із залученням спеціалізованої методичної та наукової літератури, використанням сучасного програмного забезпечення.
Тема 3. Методи класифікації без навчання					
Здатність будувати алгоритми кластер-процедур	Оцінки відстані між об'єктами, знання типів задач класифікації без навчання	Знання основних етапів в рішенні задач класифікації і зниження розмірності; задач і методів кластерного аналізу; таксономічних методів статистичної і	Здатність виконувати кластерні процедури та здійснювати класифікацію за ієрархічним та ітеративним методами	здатність спілкуватися з колегами, клієнтами, партнерами, у тому числі іноземними, щодо питань діяльності підприємства	уміння до саморозвитку та удосконалення у професійній діяльності; Самостійно приймати ефективні управлінські рішення та відповідати за

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
		динамічної оцінки багатомірних об'єктів; методів зниження простору ознак.		здатність складати аналітичні звіти, доповіді у письмовій формі та виступати з результатами	коректність і адекватність розроблених моделей
Тема 4. Методи дискримінантного аналізу					
Здатність до класифікації об'єктів на основі методу дискримінантного аналізу	Здатність виконувати класифікацію об'єктів на основі методу класифікації з навчанням	Основні положення дискримінантного аналізу. Дискримінантні функції і їх геометрична інтерпретація. Класифікація при наявності двох навчальних вибірок. Класифікація при наявності навчальних вибірок	Здатність будувати моделі дискримінантної функції, виконувати класифікацію об'єктів на основі дискримінантного аналізу	Ефективно формувати комунікаційну стратегію щодо використання методів дискримінантного аналізу у вирішенні економічних завдань	Приймати ефективні управлінські рішення та відповідати за надійність і точність результатів
Змістовий модуль 2. Методи опрацювання багатомірних об'єктів. Тема 5. Оцінка багатомірних об'єктів методами канонічних кореляцій					
Здатність до побудови	Знання принципів моделювання,	Алгоритм канонічного	Здатність будувати моделі	Ефективно формувати	Самостійно формувати

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
моделей об'єктів на основі класифікації методів канонічних кореляцій	статистичних характеристик варіаційних рядів	аналізу. Побудова матриць кореляцій. Власні значення і вектори. Критерії значущості	канонічного аналізу, виконувати інтерпретацію результатів моделювання	комунікаційну стратегію щодо використання методів канонічних кореляцій аналізу у вирішенні соціально-економічних завдань	ефективні управлінські рішення та відповідати за коректність і адекватність розроблених моделей
Тема 6. Методи скорочення простору ознак					
Здатність здійснювати лінійне упорядкування багатомірних об'єктів на основі методів таксономії, Здатність виділяти об'єкти-репрезентанти в однорідних групах	Виконання групування і вибір репрезентативних ознак процесу, що досліджується на підприємств.	Лінійне і нелінійне упорядкування багатомірних об'єктів. Таксономічний показник оцінки рівня розвитку. Методи рішення задачі зниження розмірності і постановка її стосовно щодо угруповань.	Здатність виконувати вибір репрезентантів об'єктів та ознак економічних процесів; здатність до побудови таксономічного показника оцінки рівня розвитку багатомірних об'єктів	Здатність до групової взаємодії, презентування результатів побудови математичних моделей	здатність самостійно розв'язувати поставлені завдання професійної діяльності із залученням сучасних методів, використанням сучасного програмного забезпечення. Відповідати за коректність та адекватність розроблених

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
Тема 7. Моделі і методи факторного аналізу					
Здатність використовувати метод головних компонентів для скорочення вихідних даних, розробляти математичні моделі виокремлення головних компонент	Визначення структури і статистичне дослідження моделі факторного аналізу.	Сутність моделі факторного аналізу, його основні задачі. Метод головних факторів. Оцінка факторів і задачі класифікації Метод центра ваги. Метод головних компонент	здатність побудови моделі головних компонент та інтерпретації сформованої факторної структури.	здатність обґрунтовувати власну точку зору на завдання на основі сучасного математичного інструментарію	моделей здатність до подальшого навчання зокрема, використанням дистанційних технологій; виконання функцій управління підприємством, пов'язаних з побудовою моделей аналізу розвитку ситуації, підготовка рішень щодо оптимізації діяльності

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин (5 кредитів ЄКТС). Форма підсумкового контролю – залік.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи статистичного аналізу складних систем

Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем

1.1. Поняття багатовимірного статистичного аналізу, можливості його застосування.

Мета і задачі навчальної дисципліни. Сутність багатовимірного статистичного аналізу.

1.2. Історичні аспекти використання багатовимірного статистичного аналізу.

Особливості розвитку курсу на сучасному етапі. Особливості багатовимірного статистичного аналізу.

1.3. Особливості обробки багатовимірних статистичних даних
Методи багатовимірного статистичного аналізу. Види простору ознак. Етапи дослідження за допомогою багатовимірного статистичного аналізу.

Тема 2. Кластерний аналіз. Особливості його застосування

2.1. Особливості застосування методів кластерного аналізу.

Поняття кластерного аналізу, його завдання. Основні підходи до класифікації об'єктів.

2.2. Термінологія кластерного аналізу

Поняття «кластера», властивості «кластера». Типи кластерних структур. Загальна характеристика методів кластерного аналізу. Етапи кластерного аналізу. Вимоги до вхідних даних.

2.3. Міри подібності.

Особливості міри подібності. Міри схожості: коефіцієнт кореляції. Міри відстані, коефіцієнти асоціативності.

Тема 3. Методи класифікації без навчання

3.1. Класифікація кластер-процедур.

Групи методів кластерного аналізу. Відстань між кластерами.

3.2. Ієрархічні агрегативні і ітеративні кластер-процедури.

Ієрархічні методи методи групування. Алгоритм методу Уорда. Ітеративні методи класифікації кластерного аналізу. Метод К-середніх

3.3. Нечіткі методи класифікації

Нечітка кластеризація Базовий алгоритм нечітких k-середніх. Метод Fuzzy c-means. Метод пошуку згущення «форель». метод дендритів. метод куль.

3.4. Критерії якості класифікації кластерного аналізу.

Критерії якості кластеризації., в яких реалізуються методи та критерії якості кластерного аналізу.

Тема 4 Методи дискримінантного аналізу

4.1. Основні положення дискримінантного аналізу.

Сутність дискримінантного аналізу. Основні поняття дискримінантного аналізу. Завдання дискримінантного аналізу. Історія дискримінантного аналізу.

4.2 Методи дискримінантного аналізу

Класифікація при наявності двох навчальних вибірок. Класифікація при наявності k навчальних вибірок. Обмеження під час використання дискримінантних змінних

4.3. 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.

Змістовий модуль 2. Методи опрацювання багатовимірних об'єктів

Тема 5 Оцінка багатовимірних об'єктів методами канонічних кореляцій

5.1. Сутність канонічних кореляцій

Історія методу канонічних кореляцій. Канонічні змінні. Постановка задачі із використанням канонічних змінних.

5.2. Сутність методу канонічних кореляцій.

Алгоритм канонічного аналізу. Обчислення кореляцій. Побудова матриць кореляцій. Власні значення і вектори.

5.3. Оцінка значущості моделі за методом канонічних кореляцій.

Критерії значущості. Інтерпретація результатів. Пакети прикладних програм, в яких реалізуються методи канонічних кореляцій.

Тема 6 Методи скорочення простору ознак

6.1. Поняття редукції і історія скорочення розмірності простору ознак.

Завдання скорочення розмірності простору ознак. Поняття і історія методів редукції простору ознак.

6.2. 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

6.3. Алгоритм методу центру ваги.

Алгоритм методу центру ваги. Правила вибору показника-репрезентанта. Угрупування і вибір репрезентантів. Приклад реалізації методу центру ваги.

6.4. Таксономічний показник рівня розвитку.

Алгоритм побудови таксономічного показника. Приклад розрахунку таксономічного показника. Пакети прикладних програм, в яких реалізуються методи редукції.

Тема 7 Моделі і методи факторного аналізу

7.1. Сутність моделі факторного аналізу, його основні завдання.

Поняття факторного аналізу. Історія розвитку факторного аналізу. Класифікація методів факторного аналізу. Завдання факторного аналізу. Постановка задачі факторного аналізу

7.2. Визначення структури і статистичне дослідження моделі факторного аналізу.

Основна модель факторного аналізу. Основна схема реалізації факторного аналізу. Матрична форма моделі факторного аналізу. Компоненти дисперсії в факторного аналізу. Фундаментальна теорема факторного аналізу. Варіанти реалізації обчислювальних процедур факторного аналізу.

7.3. Метод головних факторів. Оцінка факторів і задачі класифікації.

Методи обчислення спільнот. Алгоритм методу головних факторів. Оцінка значущості моделі факторного аналізу. Інтерпретація отриманих факторів. Проблема обертання. Приклад реалізації методу головних факторів.

3. Теми лабораторних занять

Лабораторне заняття – це організаційна форма навчального заняття, на якому студенти під керівництвом викладача виконують аналіз стану предметної області згідно завданням роботи з використанням комп'ютерної техніки та пакетів прикладних програм.

На кожному лабораторному занятті викладач оцінює підготовку студентів до заняття, вміння вирішувати завдання з використанням спеціалізованих оптимізаційних методів. Підсумкові оцінки за кожне лабораторне заняття вносяться у відповідний журнал. Отримані студентом оцінки за окремі лабораторні заняття враховуються під час поточної модульної (практичний модульний контроль) оцінки з даної навчальної дисципліни. План проведення лабораторних занять наведено у табл. 3.1

Таблиця 3.1

План проведення лабораторних занять

Назва теми	Програмні питання
1	2
Змістовий модуль 1.	
Методи статистичного аналізу складних систем	
Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем	Завдання 1. Оцінка параметрів розподілу випадкових величин
Тема 2. Кластерний аналіз. Особливості його застосування	Завдання 2. Побудова моделей класифікації агломеративними методами

Тема 3. Методи класифікації без навчання	Завдання 3. Побудова моделей класифікації ітеративними методами
Тема 4. Методи дискримінантного аналізу	Завдання 4. Методи дискримінантного аналізу. Класифікація з навчанням

Продовження табл. 3.1

1	2
Змістовий модуль 1. Методи опрацювання багатовимірних об'єктів	
Тема 5. Статична і динамічна оцінка багатовимірних об'єктів методами канонічних кореляцій	Завдання 5. Моделювання методами канонічних кореляцій
Тема 6. Методи скорочення простору ознак	Завдання 6. Моделі і методи редукції даних
Тема 7. Моделі і методи факторного аналізу	Завдання 7. Моделі і методи факторного аналізу

4. Самостійна робота

Для опанування матеріалу дисципліни «Бізнес-аналітика багатовимірних процесів» окрім лекційних, лабораторних занять, тобто аудиторної роботи, значну увагу необхідно приділяти самостійній роботі.

Основні види самостійної роботи студента:

1. Вивчення додаткової літератури.
2. Підготовка до практичних занять.
3. Підготовка до проміжного та підсумкового контролю.

Основні види самостійної роботи, які запропоновані студентам для засвоєння теоретичних знань та формування практичних навичок з навчальної дисципліни, наведені в табл. 4.1

Таблиця 4.1

Завдання для самостійної роботи студентів та форми її контролю

Назва теми	Зміст самостійної роботи студентів	Форми контролю СРС
1	2	4
Змістовий модуль 1. Методи статистичного аналізу складних систем		

Тема 1.Моделювання як метод наукового	Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до <i>лабораторного заняття</i> , огляд теоретичного матеріалу з теми "Роль економетричних досліджень в економіці " Виконання	Презентація результатів
---	---	-------------------------

Продовження таблиці 4.1		
1	2	3
пізнання складних систем	<i>індивідуального завдання</i> «Класифікація економіко-математичних моделей. Алгоритм побудови економіко-математичної моделі»	
Тема 2. Кластерний аналіз. Особливості його застосування	Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до лабораторного заняття. Виконання <i>індивідуального завдання</i> "Класифікація кластер-процедур. Показники оцінки якості кластеризації"	Захист індивідуального завдання
Тема 3. Методи класифікації без навчання	Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до лабораторного заняття. Виконання <i>індивідуальних завдань</i> "Ієрархічні агломеративні кластер-процедури", "Ієрархічні дивизимні кластер-процедури", «Ітеративні методи»	Захист індивідуального завдання
Тема 4. Методи дискримінантного аналізу	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою; підготовка до контрольної роботи. виконання <i>індивідуального завдання</i> "Класифікація при наявності двох навчальних вибірок", «Класифікація при наявності k навчальних вибірок»	Презентація результатів
Змістовий модуль 1. Методи опрацювання багатовимірних об'єктів		
Тема 5. Оцінка багато вимірних об'єктів методами канонічних кореляцій	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою. Виконання <i>індивідуального завдання</i> "Лінійне і нелінійне упорядкування багатовимірних об'єктів"	Захист індивідуального завдання
Тема 6. Методи скорочення простору ознак	Вивчення лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття. <i>Індивідуальне завдання</i> на тему "Угрупування і вибір репрезентантів у багатоелементних групах", «Вибір діагностичних показників у мало елементних групах»	Експрес-опитування

Тема 7. Моделі і методи факторного аналізу	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою; написання есе на тему "Метод головних факторів", «Оцінка факторів і задачі класифікації»	Захист індивідуального завдання
--	---	---------------------------------

5. Методи навчання

Під час викладання дисципліни «Бізнес-аналітика багатовимірних процесів» для активізації навчального процесу передбачено застосування сучасних навчальних технологій, таких, як: проблемні лекції проблемного характеру; робота в малих групах, мозкові атаки, кейс-метод, презентації, комп'ютерні симуляції.

Розділ форм та методів активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни наведено у табл. 5.1

Таблиця 5.1

Розподіл форм та методів активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем	Проблемна лекція з питання "Класифікація методів багатомірного статистичного аналізу та їх особливості"
Тема 2. Кластерний аналіз. Особливості його застосування	Міні-лекція з питання "Особливості побудови кластер-процедур" презентація результатів роботи в малих групах
Тема 3. Методи класифікації без навчання	Міні-лекція з питання "Ітеративні та агломеративні кластер-процедури"
Тема 4. Методи дискримінантного аналізу	Міні-лекція з питання "Побудова дискримінантних моделей" презентація результатів роботи в малих групах
Тема 5. Оцінка багатомірних об'єктів методами канонічних кореляцій	Проблемна лекція з питання "Особливості використання моделей канонічних кореляцій" презентація результатів роботи в малих групах
Тема 6. Методи скорочення ознакового простору	Міні-лекція з питання "Методи і моделі лінійного та нелінійного упорядкування соціально-економічних об'єктів, вибору діагностичних змінних" презентація результатів роботи в малих групах
Тема 7. Моделі і методи факторного аналізу	Міні-лекція з питання "Особливості алгоритмів факторного аналізу" презентація результатів роботи в малих групах

Таблиця 5.2

**Використання методик активізації процесу навчання
(лабораторні заняття)**

Тема навчальної дисципліни	Практичне застосування методик	Методики активізації процесу навчання
Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем	<i>Завдання 1. «Оцінка параметрів розподілу випадкових величин»</i>	Семінари-дискусії, презентації, комп'ютерна симуляція
Тема 2. Кластерний аналіз. Особливості його застосування	<i>Завдання 2. «Мобудова моделей класифікації агломеративними методами»</i>	Робота в малих групах, мозкові атаки
Тема 4. Методи дискримінантного аналізу	<i>Завдання 4. «Методи дискримінантного аналізу. Класифікація з навчанням»</i>	Семінари-дискусії, комп'ютерна симуляція, презентації
Тема 6. Методи скорочення ознакового простору	<i>Завдання 6. «Моделі і методи редукції даних»</i>	Робота в малих групах, мозкові атаки
Тема 7. Моделі і методи факторного аналізу	<i>Завдання 7. «Моделі і методи факторного аналізу»</i>	комп'ютерна симуляція, презентації

6. Рекомендована література

6.1. Основна

1. Донченко В. С. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. / В. С. Донченко, М. В. Сидоров, М. М. Шарапов. – К. : ВЦ Академія, 2009. – 288 с.

2. Калинина В. Н. Введение в многомерный статистический анализ / Калинина В. Н., Соловьев В. И.: Учебное пособие / ГУУ. – М., 2003. – 66 с.

3. Дубина И. Н. Математико-статистические методы в эмпирических социально-экономических исследованиях : учеб. пособие / И. Н. Дубина. – М. : Финансы и статистика; ИНФРА-М. –2010. – 416 с.

4. Наследов А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие / А. Д. Наследов – СПб.: Речь, 2004. – 392 с.