

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Факультет/інститут економічний

Кафедра економічної кібернетики

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Технології багатомірного аналізу даних**

Освітня програма Економіка

Спеціальність 051 Економіка

Галузь знань 05 Соціальні та поведінкові науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від 29 серпня 2019 р.

## **ЗМІСТ**

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Технології багатомірного аналізу даних
<b>Викладач (-і)</b>	д.е.н., проф. Дмитришин Л.І.
<b>Контактний телефон викладача</b>	+38(097)3408514
<b>E-mail викладача</b>	lesia.dmytryshyn@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Очний
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів ECTS
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	
<b>Консультації</b>	Очні консультації: згідно розкладу консультацій
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Соціально-економічні процеси і явища залежать від великої кількості параметрів, які їх характеризують, що обумовлює труднощі, пов'язані з виявленням структури взаємозв'язків цих параметрів. В умовах, коли рішення приймаються на підставі стохастичної, неповної інформації, використання методів багатомірного статистичного аналізу є необхідним. До області застосування багатомірного статистичного аналізу можуть бути віднесені завдання, пов'язані з дослідженням поведінки різних економічних агентів. Сучасний спектр методів багатомірного статистичного аналізу досить широкий. Так, вивчення взаємозв'язків у багатомірних сукупностях може бути здійснено за допомогою кореляційного та регресійного аналізу. Для оцінювання тісноти зв'язку між системами показників можуть бути використані канонічні кореляції. Методи багатомірної класифікації призначені для поділу сукупності об'єктів на визначені змістовні однорідні групи. При цьому кожний з об'єктів характеризується великою кількістю різних стохастично пов'язаних ознак. Для вирішення завдань класифікації застосовується кластерний і дискримінантний аналіз. Наявність множини вихідних ознак, що характеризують багатомірні об'єкти, викликає необхідність визначати найбільш істотні з них і вивчати менший набір показників. Для відбору, угруповання змінних і рейтингування належать методи таксономії та вибору репрезентантів. Також рішення завдань зниження розмірності простору ознак може бути забезпечено методами факторного, компонентного аналізу, багатовимірного шкалювання. Ці методи розкривають об'єктивно існуючі закономірності, що безпосередньо не спостерігаються, за допомогою факторів, головних компонент і шкал. Стиснення інформації здійснюється за рахунок того, що число факторів чи головних компонент значно менше, ніж кількість вихідних ознак. Усі перераховані методи можуть бути засвоєні тільки за умови активного застосування статистичних пакетів прикладних програм.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Метою цієї навчальної дисципліни є вивчення теоретичних основ і можливостей практичного застосування методів багатомірного статистичного аналізу для дослідження економічних систем різного призначення.</p> <p>Цілі. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>виокремлювати й аналізувати багатовимірні об'єкти в економіці;</li> <li>досліджувати сукупності з використанням параметричного і непараметричного аналізу, робастного оцінювання;</li> <li>будувати і вирішувати алгоритми кластер-процедур;</li> <li>здійснювати класифікацію об'єктів методами кластерного аналізу;</li> <li>здійснювати класифікацію об'єктів на основі логічних закономірностей та нейромережових технологій;</li> <li>визначати характер причинно-наслідкових зв'язків між економічними процесами;</li> <li>установлювати та обґрунтовувати взаємозв'язки у дослідженні ознакового простору з використанням дисперсійного аналізу;</li> <li>досліджувати взаємозалежності на основі методу канонічних кореляцій;</li> <li>застосовувати моделі факторного аналізу для зниження розмірності простору ознак та використовувати метод головних компонентів для стиснення вихідних даних;</li> <li>використовувати методи багатовимірного шкалювання з урахуванням специфіки вихідних даних;</li> <li>оперувати знаннями сучасного інструментарію економіко-статистичних методів у</li> </ul>	

дослідженні соціально-економічних процесів.

#### 4. Результати навчання (компетентності)

##### Результати навчання:

5. Застосовувати аналітичний та методичний інструментарій для обґрунтування пропозицій та прийняття управлінських рішень різними економічними агентами (індивідуумами, домогосподарствами, підприємствами та органами державної влади).

7. Пояснювати моделі соціально-економічних явищ з погляду фундаментальних принципів і знань на основі розуміння основних напрямів розвитку економічної науки.

8. Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.

19. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології для вирішення соціально-економічних завдань, підготовки та представлення аналітичних звітів.

21. Вміти абстрактно мислити, застосовувати аналіз та синтез для виявлення ключових характеристик економічних систем різного рівня, а також особливостей поведінки їх суб'єктів.

##### Компетентності:

ІК - Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в економічній сфері, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, що передбачає застосування теорій та методів економічної науки.

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК7. Здатність застосовувати комп'ютерні технології та програмне забезпечення з обробки даних для вирішення економічних завдань, аналізу інформації та підготовки аналітичних звітів.

#### 5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу - 180 год.

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	24
Практичні	36
Самостійна робота	120

##### Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Обов'язковий / вибірковий
6	051 Економіка	III	Цикл професійної підготовки Вибіркові дисципліни

##### Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Літерату ра	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Тема 1. Основні поняття навчальної дисципліни</b> 1.1. Поняття багатовимірного статистичного аналізу, можливості його застосування. Мета і завдання 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 оброблення	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 2]. Додатков а: [8; 9; 15; 19]	Опрацюва ти лекційний матеріал, підготував ися до практично го заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом

<p>багатовимірних статистичних даних. Методи багатовимірного статистичного аналізу. Види простору ознак. Етапи дослідження за допомогою багатовимірного статистичного аналізу. 1.4. Методи багатовимірного оброблення, зіставлення та моделювання сукупностей. Зв'язок дисципліни з іншими дисциплінами спеціальності. Типологія методів багатовимірного аналізу даних.</p>					
<p><b>Тема 2. Робастні методи оцінювання</b> 2.1. Одновимірні та багатовимірні випадкові величини. Оцінювання параметрів розподілу випадкових величин. Формування й аналіз вибіркової сукупності. 2.2. Методи робастного оцінювання. Сутність і причини виникнення похибок у даних. Критерії виявлення і дослідження "грубих похибок". Підходи до вирішення проблеми "грубих похибок". Стійкі методи оцінювання параметрів вибірки.</p>	<p>Лекція, практичне заняття</p>	<p>Основна: [1; 2]. Додатков а: [8; 9; 12; 18; 19]</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття, розв'язати задачі</p>	<p>0,1</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>
<p><b>Тема 3. Класифікація без навчання. Методи кластерного аналізу</b> 3.1. Особливості застосування методів кластерного аналізу. Поняття кластерного аналізу, його завдання. Основні підходи до класифікації об'єктів. 3.2. Термінологія кластерного аналізу. Поняття кластера, властивості кластера. Типи кластерних структур. Загальна характеристика методів кластерного аналізу. Етапи кластерного аналізу. Вимоги до вхідних даних. 3.3. Міри подібності. Особливості міри подібності. Міри схожості: коефіцієнт кореляції. Міри відстані, коефіцієнти асоціативності.</p>	<p>Лекція, практичне заняття</p>	<p>Основна: [1 – 3]. Додатков а: [7; 13; 19]</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, Пройти тестування до теми</p>	<p>0,1</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>

<p>3.4. Класифікація кластер-процедур. Групи методів кластерного аналізу. Відстань між кластерами.</p> <p>3.5. Ієрархічні агломеративні та ітеративні кластер-процедури. Ієрархічні методи методи групування. Алгоритм методу Уорда. Ітеративні методи класифікації кластерного аналізу. Метод К-середніх.</p> <p>3.6. 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.</p> <p>3.7. Критерії якості класифікації кластерного аналізу. Критерії якості кластеризації, в яких реалізуються методи та критерії якості кластерного аналізу.</p>					
<p><b>Тема 4. Класифікація з навчанням. Методи пошуку закономірностей на основі моделей дерев класифікацій</b></p> <p>4.1. Основні положення моделей дерев класифікацій. Сутність аналізу, основні поняття та завдання класифікації. Історія розвитку методологій дерев класифікацій. Переваги дерев рішень. Типи дерев класифікацій.</p> <p>4.2. Правила і методи. Використання класичних багатовимірних методів. Логічні правила в економіці та управлінні. Точність та повнота правил. Приклади правил. Засоби виявлення логічних закономірностей. Алгоритм "Кора", випадковий пошук з адаптацією.</p> <p>4.3. Інструментальні засоби виявлення закономірностей у даних. Побудова дерев класифікації. Система пошуку логічних правил у даних. Алгоритм конструювання.</p>	<p>Лекція, практичне заняття</p>	<p>Основна: [1; 4; 5]. Додатков а: [8; 9; 12; 15; 18 – 20]</p>	<p>Опрацювати лекційний матеріал, підготуватися до практичного заняття</p>	<p>0,1</p>	<p>До наступного заняття за розкладом</p>

Оптимальний розмір дерева. Критерії розщеплення.					
<p><b>Тема 5. Класифікація та прогнозування багатовимірних об'єктів за допомогою методів нейромережевого моделювання</b></p> <p>5.1. Поняття та структура нейронної мережі. Поняття штучних нейронних мереж, напрями їх застосування. Характерні властивості нейронних мереж. Етапи розвитку ШНМ.</p> <p>5.2. Структура штучної нейронної мережі. Моделі нейронів. Загальна характеристика, структурні елементи штучного нейрона. Функція активації штучного нейрона. Види функцій активації штучного нейрона. Базові топології мереж. Нейронні мережі прямого та зворотного поширення сигналу. Шарові мережі. Мережі рекурентного типу.</p> <p>5.3. Методи навчання штучних нейронних мереж. Класифікація алгоритмів навчання. Навчання: з учителем і без учителя. Градієнтні методи навчання. Алгоритм зворотного поширення помилки. правила навчання Хебба. Конкурентне навчання. Проблеми навчання нейронних мереж.</p>	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 4; 5]. Додатков а: [8; 9; 12; 15; 18 – 20]	Опрацюва ти лекційний матеріал, підготува тися до практично го заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом
<p><b>Тема 6. Методи і моделі дисперсійного аналізу в дослідженні взаємозв'язків простору ознак</b></p> <p>6.1. Загальна характеристика моделей дисперсійного аналізу. Сутність і завдання дисперсійного аналізу. Види дисперсійного аналізу. Складові дисперсії. Методи і моделі дисперсійного аналізу.</p> <p>6.2. Класифікація методів дисперсійного аналізу та особливості розрахункових процедур. Однофакторний дисперсійний аналіз для пов'язаних і непов'язаних вибірок. Дисперсійний аналіз</p>	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 2]. Додатков а: [7; 8; 13; 14; 19; 21]	Опрацюва ти лекційний матеріал, підготува тися до практично го заняття	0,1	До наступного заняття за розкладом

з повторювальними вимірюваннями. Багатофакторний і багатовимірний дисперсійний аналіз. Критерії багатовимірних порівнянь.					
<p><b>Тема 7. Методи і моделі канонічного аналізу в економіці</b></p> <p>7.1. Сутність канонічних кореляцій. Історія методу канонічних кореляцій. Канонічні змінні. Постановка завдання із використанням канонічних змінних.</p> <p>7.2. Сутність методу канонічних кореляцій. Алгоритм канонічного аналізу. Обчислення кореляцій. Побудова матриць кореляцій. Власні значення і вектори.</p> <p>7.3. Оцінювання значущості моделі за методом канонічних кореляцій. Критерії значущості. Інтерпретація результатів. Пакети прикладних програм, в яких реалізуються методи канонічних кореляцій.</p>	Лекція, практичне заняття	Основна: [1 – 3; 5]. Додатков а: [7; 13; 19]	Опрацюва ти лекційний матеріал, пройти тестування до попередніх тем	0,1	До наступного заняття за розкладом
<p><b>Тема 8. Моделі і методи факторного аналізу та багатовимірною шкалювання</b></p> <p>8.1. Сутність моделі факторного аналізу, його основні завдання. Поняття факторного аналізу. Історія розвитку факторного аналізу. Класифікація методів факторного аналізу. Завдання факторного аналізу. Постановка завдання факторного аналізу.</p> <p>8.2. Визначення структури і статистичне дослідження моделі факторного аналізу. Основна модель факторного аналізу. Основна схема реалізації факторного аналізу. Матрична форма моделі факторного аналізу. Компоненти дисперсії факторного аналізу. Фундаментальна теорема факторного аналізу. Варіанти реалізації обчислювальних</p>	Лекція, практичне заняття	Основна: [1; 2; 5]. Додатков а: [9; 10; 12; 13; 15; 18; 19]	Опрацюва ти лекційний матеріал, пройти тестування до попередніх тем	0,2	До наступного заняття за розкладом

<p>процедур факторного аналізу. 8.3. Метод головних факторів. Оцінювання факторів і завдання класифікації. Методи обчислення спільностей. Алгоритм методу головних факторів. Оцінювання значущості моделі факторного аналізу. Інтерпретація отриманих факторів. Проблема обертання. Приклад реалізації методу головних факторів. 8.4. Особливості застосування методів багатовимірного шкалювання. Методи багатовимірного шкалювання у вирішенні завдань класифікації та зниження розмірності. Параметричні та непараметричні методи шкалювання. Модель Торнгенсона.</p>					
<b>Підсумкове практичне заняття</b>	Практичне заняття		Підготуватись до контрольної роботи	0,1	Згідно розкладу

#### 6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p><b>100 бальна</b> – 50 балів протягом семестру та <b>50 балів</b> за екзамен;  <b>“відмінно”</b> – студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, наводить повний обґрунтований розв’язок прикладів та задач, аналізує причинно-наслідкові зв’язки; вільно володіє науковими термінами;  <b>“добре”</b> – студент демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його до розв’язання конкретних прикладів та задач, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності в розв’язках;  <b>“задовільно”</b> – студент володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповідях, не завжди вміє правильно застосувати набуті знання до розв’язання конкретних прикладів та задач, нечітко, а інколи й невірно формулює основні твердження та причинно-наслідкові зв’язки;  <b>“незадовільно”</b> – студент не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.</p>
Вимоги до письмової роботи	Відповідно до навчального плану, студент виконує одну контрольну роботу, яка є допуском до складання іспиту. Головна її мета – перевірка самостійної роботи студентів в процесі навчання, виявлення ступеня засвоєння ними теоретичних положень курсу. При розв’язанні задач студент має детально вказувати, яким саме був хід його роздумів, якими формулами він користувався.
Семінарські заняття	Практичне заняття проводиться з метою формування у студентів умінь і навичок з предмету, вирішення сформульованих завдань, їх перевірка та оцінювання. За метою і структурою практичні заняття є ланцюжком, який пов’язує теоретичне навчання і навчальну практику з дисципліни, а також передбачає попередній контроль знань студентів. Оцінка за практичне заняття

	враховується при виставленні підсумкової оцінки з дисципліни.
Умови допуску до підсумкового контролю	<ul style="list-style-type: none"> <li>– оцінка за поточне тестування (10 балів);</li> <li>– оцінка за відповіді на всі основні та додаткові запитання під час аудиторних занять (15 балів);</li> <li>– оцінка за контрольну роботу (15 балів);</li> <li>– оцінка за самостійну роботу (10 балів).</li> </ul>
<b>7. Політика курсу</b>	
<p>- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);</p> <p>- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;</p> <p>- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.</p> <p>Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом відповідно до вимог кафедри, що встановлені на засіданні кафедри (співбесіда, реферат тощо).</p> <p>Пропущені практичні, семінарські та лабораторні заняття, незалежно від причини пропуску, студент відпрацьовує згідно з графіком консультацій. Поточні „2”, отримані студентом під час засвоєння відповідної теми на практичному, семінарському та лабораторному занятті перескладаються викладачеві, який веде заняття до складання підсумкового контролю з обов'язковою відміткою у журналі обліку роботи академічних груп.</p>	
<b>8. Рекомендована література</b>	
<p>Основна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Боровиков В. П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде WINDOWS / В. П. Боровиков, И. П. Боровиков. – Москва : Информационно-издательский дом "Филин", 1997. – 608 с.</li> <li>2. Боровиков В. П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. П. Боровиков. – Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 656 с.</li> <li>3. Дубина И. Н. Математико-статистические методы в эмпирических социально-экономических исследованиях : учеб. пособ. / И. Н. Дубина. – Москва : Финансы и статистика ; ИНФРА-М, 2010. – 416 с.</li> <li>4. Дубров А. М. Многомерные статистические методы / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – Москва : Финансы и статистика, 1998. – 350 с.</li> <li>5. Многомерный статистический анализ в экономике : учеб. пособ. для вузов / Л. А. Сошникова, В. Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер ; под ред. проф. В. Н. Тамашевича. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.</li> </ol> <p>Додаткова</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Андрейчиков А. В. Интеллектуальные информационные системы : учебник / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 424 с.</li> <li>7. Боровиков В. П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. – Москва : Финансы и статистика, 1997. – 268 с.</li> <li>8. Боровиков В. П. Программа STATISTICA для студентов и инженеров / В. П. Боровиков. – 2-е изд. – Москва : Компьютер Пресс, 2001. – 301 с.</li> <li>9. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL : учеб. пособ. / Э. А. Вуколов. – Москва : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2004. – 464 с.</li> <li>10. Єгоршин О. О. Методи багатомірного статистичного аналізу : навч. посіб. / О. О. Єгоршин, А. М. Зосімов, В. С. Пономаренко. – Київ : ІЗМН, 1998. – 208 с.</li> <li>11. Иберла К. Факторный анализ / К. Иберла. – Москва : Статистика, 1980. – 394 с.</li> <li>12. Кавчук Е. В. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы : учеб. пособ. / Е. В. Кавчук, Э. Хантер. – Донецк : ДонГУ, 2000. – 200 с.</li> <li>13. Кендалл М. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Кендалл, А. Стьюарт. – Москва : Наука, 1986. – 312 с.</li> <li>14. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.</li> <li>15. Наследов А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и</li> </ol>	

- интерпретация данных : учеб. пособ. / А. Д. Наследов. – Санкт-Петербург : Речь, 2004. – 392 с.
16. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / под ред. В. П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.
17. Ниворожкина Л. И. Многомерные статистические методы в экономике : учебник / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский. – Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К0 " ; Ростов-на-Дону : Наука-Спектр, 2009. – 224 с.
18. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании / В. Плюта. – Москва : Статистика, 1989. – 173 с.
19. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков и др. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 587 с.
20. Симчера В. М. Методы многомерного анализа статистических данных : учеб. пособ. / В. М. Симчера. – Москва : Финансы и статистика, 2008. – 400 с. : ил.
21. Халафян А. А. STATISTICA 6.0. Статистический анализ данных : учебник / А. А. Халафян. – 3-е изд. – Москва : ООО "Бином-Пресс", 2007. – 512 с. систем: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 320 с.

**Викладач**

**Дмитришин Л.І.**