

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра економічної кібернетики та прикладної економіки



Робоча програма навчальної дисципліни

Інтелектуальні системи аналізу даних

рівень вищої освіти _____ третій (доктор філософії) _____

галузь знань _____ 05 «Соціальні та поведінкові науки» _____

спеціальність _____ 051 Економіка _____

освітня програма _____ Економіка _____

спеціалізація _____ _____

вид дисципліни _____ обов'язкова _____

факультет _____ економічний _____

2025 / 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою економічного факультету

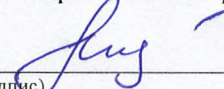
«26» серпня 2025 року, протокол № 18

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: **Тамара Меркулова**, д.е.н., професор кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки; **Ростислав Луценко**, викладач кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки.

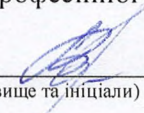
Програму схвалено на засіданні кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки

Протокол від «26» серпня 2025 року № 1

Завідувач кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки


_____ Тамара МЕРКУЛОВА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми 051 Економіка


_____ Володимир СОБОЛЄВ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією економічного факультету

Протокол від «26» серпня 2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії економічного факультету


_____ Дар'я ЗАГОРЬКА
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи аналізу даних» складена відповідно до освітньо-наукової програми Економіка підготовки докторів філософії рівень вищої освіти Третій (освітньо-науковий) галузь знань 05 – Соціальні та поведінкові науки спеціальність 051 Економіка

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни: формування системи теоретичних знань та практичних навичок із сучасних методів аналізу даних.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни: оволодіння принципами, методами та інструментарієм аналізу даних та способами рішення типових задач аналізу бізнес-даних за допомогою технології машинного навчання.

1.3. Кількість кредитів – 3 кредитів.

1.4. Загальна кількість годин – 90 годин.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
16 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
14 год.	2 год.
Самостійна робота, у тому числі	
60 год.	82 год.
Індивідуальні завдання	
5 год.	

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна:

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК03. Здатність використовувати сучасні , методології, методи та інструменти теоретичних та емпіричних досліджень в сфері, методи комп'ютерного моделювання, сучасні цифрові технології, бази даних, інші інформаційні ресурси, програмне забезпечення економіки застосовувати комп'ютерні технології та спеціалізоване програмне забезпечення в науковій та науково-педагогічній діяльності.

СК06. Здатність обґрунтовувати і готувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей економічних систем і процесів та із застосуванням математичних методів та моделей.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна:

РНЗ. Розробляти і досліджувати фундаментальні та прикладні моделі соціально-економічних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань або створення інноваційних продуктів в економіці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН4. Застосовувати сучасні методи і технології пошуку, оброблення і аналізу інформації, зокрема статистичних методів аналізу великих масивів даних та/або складної структури, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні системи.

РН9. Формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, емпіричних досліджень і математичного та/або ком'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

1.8. Пререквізити: базовий курс інформатики

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні поняття інтелектуального аналізу даних

У розділі розглядаються фундаментальні поняття та базові підходи інтелектуального аналізу даних як складової сучасних інформаційних технологій і машинного навчання, штучного інтелекту. Пояснюється місце аналізу даних у прийнятті управлінських рішень, визначаються основні типи задач data mining, а також роль підготовки даних у побудові коректних і стійких моделей.

Тема 1. Завдання аналізу даних

Тема присвячена вивченню ключових задач, які розв'язуються методами машинного навчання та інтелектуального аналізу даних. До них належать:

- прогнозування — встановлення функціональних залежностей між вхідними та неперервними вихідними змінними, що реалізується через задачі регресії (наприклад, прогноз обсягів продажів залежно від економічних факторів);
- класифікація — віднесення об'єктів до наперед визначених класів на основі дискретних вихідних змінних (зокрема, сегментація клієнтів, оцінка кредитного ризику);
- кластеризація — групування об'єктів за подібністю їхніх властивостей з метою виявлення однорідних груп та закономірностей у великих масивах даних;
- побудова асоціативних правил — виявлення зв'язків між подіями та об'єктами, зокрема для аналізу споживчих кошків і вивчення типових моделей поведінки.

Також у темі розглядається взаємозв'язок між цими задачами та основними алгоритмами машинного навчання, які застосовуються для їх реалізації

Тема 2. CRISP-DM методологія

CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) подається як загальноприйнята методологія організації проєктів аналізу даних. У межах цієї теми розглядається структура процесу аналізу даних як послідовності логічно пов'язаних етапів:

1. розуміння бізнес-проблеми та формулювання цілей дослідження;
2. вивчення та первинний аналіз даних;
3. підготовка та очищення даних;
4. побудова моделей;
5. оцінювання якості отриманих моделей;
6. впровадження результатів.

Методологія забезпечує системність аналізу та узгодженість між технічними рішеннями й прикладними цілями дослідження, що є критично важливим у прикладних економічних і фінансових задачах

Тема 3. Підготовка даних

Тема присвячена практичним аспектам підготовки даних, які визначають якість та надійність майбутніх моделей. Розглядаються такі ключові етапи:

- кодування змінних, зокрема робота з числовими та категоріальними даними, використання простого та розширеного кодування;
- обчислення описових статистик та аналіз розподілів;
- виявлення й обробка викидів, з урахуванням впливу екстремальних значень на якість моделей;
- шкалювання даних для приведення змінних до порівнюваних масштабів;
- обробка пропущених значень різними методами (видалення, заміщення середніми, медіанами, найбільш імовірними значеннями);
- відбір ознак (feature selection) з метою зниження складності моделей і запобігання перенавчанню;
- перехресна перевірка (cross-validation) для оцінювання узагальнювальної здатності моделей.

У темі наголошується, що саме якість підготовки даних значною мірою визначає точність та інтерпретованість результатів аналізу

Розділ 2. Регресійний аналіз

У розділі розглядаються теоретичні засади та практичні методи регресійного аналізу як одного з основних інструментів моделювання залежності між показниками. Описуються принципи побудови регресійних моделей, оцінювання їх параметрів та перевірки адекватності моделей на реальних економічних даних, а також застосування сучасних методів машинного навчання для моделювання складних нелінійних залежностей.

Тема 4. Лінійні регресійні моделі

Тема присвячена вивченню лінійної регресії як базового методу прогнозування кількісних залежних змінних. Розглядаються однофакторні, багатофакторні та поліноміальні лінійні регресійні моделі, їх математична форма та економічна інтерпретація параметрів.

Особлива увага приділяється статистичним припущенням класичної лінійної регресії, зокрема вимогам щодо властивостей випадкової похибки (гомоскедастичність, відсутність автокореляції), а також методам оцінювання якості побудованих моделей. Вивчаються основні показники якості регресії: коефіцієнт детермінації, середньоквадратична похибка та критерії статистичної значущості параметрів і всієї моделі загалом.

Тема доповнюється практичними аспектами побудови моделей у середовищі R, аналізом результатів прогнозування та виявленням можливих ознак перенавчання.

Тема 5. Методи машинного навчання: дерева рішень і випадковий ліс

У темі розглядаються методи побудови нелінійних регресійних і класифікаційних моделей на основі дерев рішень та ансамблевих підходів. Детально аналізується структура дерева рішень як системи ієрархічних правил типу «якщо–то», принципи поділу вибірки на основі приросту інформації та використання ентропії для оцінювання якості розбиття.

Окремо вивчаються методи підвищення точності моделей за допомогою ансамблевих алгоритмів, зокрема бегінгу та випадкового лісу. Пояснюється роль бутстреп-вибірок у зниженні дисперсії моделей, механізм випадкового відбору ознак у випадковому лісі та його переваги у боротьбі з перенавчанням.

Тема супроводжується практичними прикладами побудови дерев рішень і випадкового лісу в середовищі R, аналізом якості прогнозів та порівнянням з класичними регресійними моделями.

Розділ 3. Класифікація

Розділ присвячений вивченню методів класифікації як одного з ключових напрямів інтелектуального аналізу даних. У межах розділу розглядаються як статистичні, так і алгоритмічні підходи до побудови моделей, призначених для віднесення об'єктів до наперед визначених класів. Аналізується теоретична основа кожного методу, його переваги, обмеження та сфери застосування, а також практична реалізація моделей у середовищі R.

Тема 6. Логістична регресія

Тема присвячена логістичній регресії як базовому статистичному методу двокласової та багатокласової класифікації. Розглядається логістична функція, її властивості та інтерпретація ймовірності належності об'єкта до певного класу. Вивчаються методи оцінювання параметрів моделі, критерії якості класифікації, аналіз помилок та побудова ROC-кривих. Особливу увагу приділено застосуванню логістичної регресії в економічних і фінансових задачах ризик-менеджменту та прогнозування поведінки клієнтів.

Тема 7. Метод опорних векторів

У темі розглядається метод опорних векторів як інструмент класифікації, що ґрунтується на пошуку оптимальної гіперплощини, яка максимізує відстань між класами. Аналізуються лінійні та нелінійні SVM-моделі, роль ядерних функцій та параметрів регуляризації. Пояснюються переваги методу у випадках складних, високорозмірних і зашумлених даних, а також практичні аспекти його застосування в прикладних задачах.

Тема 8. Метод K найближчих сусідів

Тема присвячена вивченню методу K найближчих сусідів як простого й інтуїтивного алгоритму класифікації на основі відстаней між об'єктами. Розглядаються способи вимірювання відстаней, вибір оптимального параметра K та вплив масштабу ознак на результати класифікації. Аналізуються переваги та обмеження методу, зокрема його чутливість до шуму й обчислювальної складності при великих обсягах даних.

Тема 9. Баєсова класифікація

У темі вивчаються принципи побудови класифікаторів на основі теореми Байєса. Розглядається наївний баєсівський класифікатор, його припущення про незалежність ознак та практичне застосування для задач обробки текстів, фільтрації спаму та аналізу поведінкових даних. Аналізується ефективність баєсівських методів у випадках обмежених навчальних вибірок і зашумлених даних.

Тема 10. Деревя рішень і випадковий ліс

Тема присвячена вивченню алгоритмів класифікації на основі дерев рішень та ансамблевих методів. Розглядається процес побудови дерева класифікації з використанням ентропії та приросту інформації, принципи рекурсивного розбиття вибірки та методи боротьби з перенавчанням. Особливо вивчається алгоритм випадкового лісу як ансамблю дерев рішень, що забезпечує підвищення точності прогнозів і стійкість моделей до шуму та вибіркового коливань.

Розділ 4. Кластеризація

Розділ присвячений методам кластеризації як важливому інструменту інтелектуального аналізу даних для виявлення прихованої структури у великих масивах інформації без попереднього задання класів. Розглядаються принципи побудови кластерів, критерії подібності об'єктів та способи оцінювання якості кластерних рішень. Аналізується роль кластеризації у задачах сегментації клієнтів, виявлення типових поведінкових шаблонів і підтримки управлінських рішень.

Тема 11. Ієрархічна кластеризація

Тема присвячена ієрархічним методам кластеризації, що ґрунтуються на послідовному об'єднанні або поділі об'єктів за ступенем їх подібності. Розглядаються агломеративні та дивізивні підходи, методи обчислення відстаней між об'єктами і кластерами, а також побудова та інтерпретація дендрограм. Аналізуються переваги

ієрархічної кластеризації, зокрема можливість візуального аналізу структури даних та відсутність необхідності заздалегідь визначати кількість кластерів.

Тема 12. Кластеризація на основі k-means

Тема присвячена вивченню алгоритму k-means як одного з найпоширеніших методів кластеризації. Розглядається принцип роботи алгоритму, процес ітеративного оновлення центрів кластерів та критерії збіжності. Аналізується вплив вибору кількості кластерів на якість результатів, методи визначення оптимального значення k та обмеження алгоритму, зокрема його чутливість до викидів і початкового розміщення центрів. Окрема увага приділяється практичному застосуванню методу для аналізу економічних і фінансових даних.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Основні поняття інтелектуального аналізу даних												
Разом за розділом 1	22	4		2		14	22	2				20
Розділ 2. Регресія												
Разом за розділом 2	20	4		4		13	20	1		1		18
Розділ 3. Класифікація												
Разом за розділом 3	24	4		4		17	24	1				23
Розділ 4. Кластеризація												
Разом за розділом 4	24	4		4		16	24	2		1		21
Усього годин	90	16		14		60	90	6		2		82

4. Теми лабораторних занять (аудиторні)

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1.	Підготовка даних	2
2.	Лінійна регресія	2
3.	Дерева рішень і випадковий ліс	2
4.	Логістична регресія	2
5.	Метод опорних векторів, K найближчих сусідів та Баєсова класифікація	2
6.	Ієрархічна кластеризація	2
7.	Кластеризація на основі k-means	2
	Разом	14

5. Завдання для самостійної роботи (MOODLE)

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
		денна
Розділ 1		
1.	Збір та підготовка даних за обраною тематикою	14
	Разом	14
Розділ 2		
2.	Аналіз даних з використанням лінійної регресії	6
3.	Аналіз даних з використанням дерев рішень	7
	Разом	13

	Розділ 3	
4.	Аналіз даних з використанням логістичної регресії	5
5.	Аналіз даних з використанням методів опорних векторів, K найближчих сусідів та Баєсової класифікації	6
6.	Аналіз даних з використанням дерев рішень	6
	Разом	17
	Розділ 4	
7.	Аналіз даних з використанням ієрархічної кластеризації	8
8.	Аналіз даних з використанням k-means	8
	Разом	16
	Разом	60

6. Індивідуальні завдання (самостійна робота)

Аналіз даних за обраною тематикою

Завдання передбачає, що кожен студент самостійно збирає дані за обраною тематикою; проводить їх попередній аналіз та виконує підготовку даних. Згідно до структури та обсягу даних, дослідження проводиться за такими напрямками:

- побудова та аналіз моделей регресії (16 балів);
- побудова та аналіз моделей класифікації (16 балів);
- побудова та аналіз моделей кластеризації (16 балів).

Кожне завдання передбачає виконання відповідних лабораторних робіт із подальшим складанням звіту-презентації. За результатами виконання завдання здобувач вищої освіти готує звіт-презентацію та захищає її.

7. Методи навчання

Форми та методи навчання: лекції, практичні заняття із розв'язанням задач, комп'ютерне моделювання, лабораторні роботи, презентації та обговорення звітів, самостійна робота та опрацювання навчальних матеріалів і літературних джерел. Навчання засновано на використанні інформаційних технологій і комп'ютерного моделювання, сучасних технологій пошуку інформації і формуванні навичок роботи із великими масивами даних.

Для навчання використовується мова програмування R і середовище розробки R Studio. Бібліотеки за замовчуванням: library (base), library(datasets), library (graphics), library(grDevices), library (methods), library(stats), library(utils). Також використовуються бібліотеки, що потребують завантаження. Підготовка даних - library (dplyr), library(ggplot2), library (psych), library(caTools). Регресія - library(rpart), library(randomForest). Класифікація - library(ROCR), library(ElemStatLearn), library(e1071), library(class). Кластеризація - library(cluster).

8. Методи контролю

Методи контролю передбачають поточний контроль, виконання самостійних завдань та контрольну роботу. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку, що проводиться у письмовій формі і включає практичні завдання (дві задачі, 40 балів).

9. Схема нарахування балів

	Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання		Екзаменаційна робота (письмова)	Сума
Самостійна робота (лабораторні роботи)	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
48	12	60	40	100

Критерії оцінювання

- 1) Контрольна робота (12 балів) складається з 2 практичних завдань:
 1. Підготовка даних
 2. Лінійна регресія
 Кожне завдання передбачає виконання лабораторної роботи і складання загального звіту.
- 2) Поточний контроль включає виконання 6 лабораторних робіт (індивідуальні завдання, кожне 8 балів).

Оцінка		Критерії оцінювання
Контрольна робота	Лабораторна робота	За невиконання термінів здачі завдань на перевірку оцінка може бути знижена до 30% суми балів
12-11	8-7	Завдання виконано в повному обсязі та чітко з дотриманням усіх вимог.
10-9	6-5	Завдання виконано повністю, допущено незначні помилки.
8-6	4-3	Завдання виконано не повністю, допущено значні помилки.
5-0	3-0	Представлено менш 50% завдання, допущено грубі помилки.

- 3) Залікова робота (40 балів)

Робота складається з 2-х практичних завдань.
Звіт по кожному завданню включає:

 - Скрипт з завантаженими та обробленими без помилок екзаменаційними даними
 - Звіт - файл у форматі MS Word «Прізвище.docx»

Кількість балів	Критерії оцінювання
36-40	Здобувач вищої освіти правильно обирає метод розв'язання задачі, володіє різнобічними вміннями, навичками та прийомами рішення завдань. Завдання виконане без помилок. Звіт містить розгорнуті авторські коментарі. Код скрипту чітко структурований
30-35	Здобувач вищої освіти правильно застосовує теоретичні знання та положення при рішенні практичної задачі, володіє необхідними вміннями та навичками роботи з програмами. Виконав завдання з окремими незначними помилками. Звіт містить стислі авторські коментарі. Код скрипту чітко структурований
24-29	Здобувач вищої освіти правильно застосовує теоретичні знання та положення при рішенні практичної задачі, володіє необхідними вміннями та навичками роботи з програмами. Виконав завдання з окремими незначними помилками. Звіт не містить авторських коментарів. Код скрипту структурований не чітко

18-23	Здобувач вищої освіти при розв'язанні практичної задачі допустив значну помилку. Не досить вільно володіє вміннями та навичками роботи з програмами. Звіт не містить авторських коментарів. Код скрипту структурований не чітко
12-17	Здобувач вищої освіти при розв'язанні практичної задачі допустив значну помилку. Звіт не сформовано. Код скрипту містить незначні помилки
6-11	Здобувач вищої освіти при розв'язанні практичної задачі допустив значну помилку. Звіт не сформовано. Код скрипту містить значні помилки
0-5	Здобувач вищої освіти не уміє застосовувати знання на практиці. Не вирішив завдання взагалі або допустив грубих помилок. Звіт не сформовано. Код скрипту містить значні помилки

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої шкали оцінювання
90–100	відмінно
70–89	добре
50–69	задовільно
1–49	незадовільно

10. Рекомендована література

Основна література

1. Кононова К. Ю. Машинне навчання: методи та моделі: підручник для бакалаврів, магістрів та докторів філософії спеціальності 051 «Економіка» / К. Ю. Кононова. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 301 с.
2. Wei Fang. Data Mining and Machine Learning with Applications” — MDPI AG, 2024. <https://freecomputerbooks.com/Data-Mining-and-Machine-Learning-with-Applications.html>
3. Гавриленко С. Ю. Машинне навчання [Електронний ресурс] : конспект лекцій / Гавриленко С. Ю. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ “ХПІ”, 2024. – 232 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/80167>.
4. Ніколаєва О. Г., Луценко Р. Р. Економіко-математичні методи та моделі. Розділ 2. Економетричні методи та моделі: Методичні вказівки до виконання лабораторних, практичних та самостійних робіт для здобувачів галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки» спеціальності 051 «Економіка» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / уклад. О. Г. Ніколаєва, Р. Р. Луценко, Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. 108 с.

Допоміжна література

5. Kateryna Kononova, Rostyslav Lutsenko. COVID-19 Measures Sentiment Analysis Based on a Social Network Dataset. Proceedings of the Workshop on the XIII International Scientific Practical Conference Modern problems of social and economic systems modelling (MPSESM-W 2021). Kharkiv, Ukraine, April 9, 2021. P 8-17. <http://ceur-ws.org/Vol-2927/paper2.pdf>
6. Danich V., Lutsenko R. Virtual assets of the distributed register. *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University Economic Series*. 2023. № 104. С. 5 –10. DOI: <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2023-104-01>.
7. Olena Nikolaieva, Anzhela Petrova, Rostyslav Lutsenko. (2020). Forecasting of the stock rate of leading world companies using econometric methods and dcf analysis. *International*

8. Rokach, L., Oded, M. (2005) Clustering methods. Data mining and knowledge discovery handbook. Springer US. <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/0002/17/L-G-0000000217-0002331690.pdf>
9. Гур'янова Л. С., Луценко Р. Р. Моделі аналізу динаміки ринку криптовалют з урахуванням поведінкових метрик стейкхолдерів за даними соціальних мереж. *Бізнес Інформ*. 2024. №9. С. 129–138.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-9-129-138>.
10. Меркулова Т. В. Поведінкова економіка та методи машинного навчання в управлінні гібридним інвестиційним портфелем із віртуальними активами. *Бізнес Інформ*. 2024. №12. С. 270-276. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-12-270-276>
11. Меркулова Т., Косіашвілі Д. Аналіз показників бідності за допомогою РРІ методології. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Економічна»*. 2024. Вип. 106. С. 5-14. DOI: <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2024-106-01>
12. Меркулова, Т. В., Ніколаєва, О. Г. Кластерний аналіз податкових показників у європейських країнах. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Економічна»*. 2022. Вип. 102. С. 69-81. DOI: <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2022-102-08>
13. Merkulova, T., Bohdanova, H. (2021) Determinants of social trust: Analysis using machine learning methods. *Machine Learning Methods and Models, Predictive Analytics and Applications. CEUR Workshop Proceedings. Volume 2927, 2021, Pages 108-124. Scopus*
URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2927/>

Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

18. <http://mymagictools.blogspot.com/2015/07/r.html?view=classic>
19. http://re9ulus.github.io/2015/12/07/trees_in_r/
20. <https://ranalytics.github.io/data-mining/105-Cohonen-Maps.html>
21. https://clarkdatalabs.github.io/soms/SOM_NBA
22. <https://www.shanelynn.ie/self-organising-maps-for-customer-segmentation-using-r/>
23. <https://ranalytics.github.io/data-mining/105-Cohonen-Maps.html>
24. <https://cran.r-project.org/web/packages/>
25. <https://freecomputerbooks.com>