

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**

(повне найменування закладу вищої освіти)

**Інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук**

(назва інституту/факультету)

**Кафедра комп'ютерних систем та мереж**

(назва кафедри)

## **СИЛАБУС**

**навчальної дисципліни**

### ***Методи та системи штучного інтелекту***

(вказати назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

**обов'язкова**

(обов'язкова чи вибіркова)

**Освітньо-професійна програма – “Інформаційні системи**

***та технології”***

**Спеціальність 126 – Інформаційні системи та технології**

(шифр і назва спеціальності)

**Галузь знань 12 – Інформаційні технології**

(шифр і назва галузі знань)

**Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)**

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

**Інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук**

(назва факультету / інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

**Мова навчання – українська**

(мова, на якій читається дисципліна)

**Розробники: Баловсяк Сергій Васильович, доцент кафедри КСМ, доктор техн. наук,**

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

**Профайл викладача (-ів)** <https://csn.chnu.edu.ua>,  
<https://csn.chnu.edu.ua/employees/balovsyak-sergij-vasylovych>

**Контактний тел.** + (38) 0372 50 94 32 (кафедра КСМ) – Баловсяк С. В.

**E-mail:** s.balovsyak@chnu.edu.ua

**Сторінка курсу в Moodle** <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2542>

**Консультації** *on-line: вівторок з 15.00 до 16.00*

## 1. Анотація дисципліни

Курс «Методи та системи штучного інтелекту» призначений для розширення компетентностей випускників спеціальності 126 - Інформаційні системи та технології в галузі прикладного застосування комп'ютерних систем штучного інтелекту в наукових дослідженнях та на виробництві. Введення курсу в навчальний план дозволяє надати студентам додаткові знання та практичні навички, які вони зможуть застосовувати як при подальшому навчанні, так і в майбутній професійній діяльності.

**1.1. Мета навчальної дисципліни:** формування необхідного рівня теоретичної і практичної підготовки студентів для грамотного використання ними знань про принципи організації комп'ютерних систем штучного інтелекту, що є необхідним при вивченні суміжних дисциплін та у майбутній професійній діяльності, де потребуються теоретичні знання і практичні навички з застосування комп'ютерної інженерії та комп'ютерно-інтегрованих технологій для вирішення прикладних завдань, провадження комп'ютерної техніки в різноманітні виробничі і технологічні процеси.

**1.2. Завдання** – надати студентам систематизовані знання про принципи побудови та функціонування комп'ютерних систем штучного інтелекту, концептуальні основи штучного інтелекту, методи представлення знань і баз знань, системи нечіткої логіки, будову та можливості використання експертних систем, основні поняття про штучні нейронні мережі, генетичні алгоритми, системи розпізнавання образів.

**1.3. Пререквізити.** Для коректного розуміння і засвоєння матеріалу даного курсу слухачі повинні попередньо пройти курси: теорія алгоритмів та програмування, дискретна математика. Доцільно також мати певні уявлення з архітектури комп'ютерів, комп'ютерної графіки. Результати навчання за цим курсом потрібні при вивченні дисципліни «Прикладне застосування вейвлет аналізу у фізиці» та виконанні бакалаврської роботи.

## 2. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**2.1. Знати:** основні методи представлення знань, принципи нечіткого логічного виведення, будову експертних систем, будову і принципи функціонування штучних нейронних мереж, основи генетичних алгоритмів, основні методи розпізнавання образів.

**2.2. Вміти:** аналізувати і проектувати бази знань та експертні системи, використовувати нечітке логічне виведення; створювати, навчати і використовувати штучні нейронні мережі, вирішувати оптимізаційні задачі за допомогою генетичних алгоритмів; виконувати розпізнавання образів, зокрема зображень.

## 2.3. Набути компетентностей:

### 3 - загальних

К32. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К33. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.

К35. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

*С – спеціальних (фахових)*

КС 2. Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації.

КС 3. Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмноапаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними.

КС 4. Здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші).

КС 6. Здатність використовувати сучасні інформаційні системи та технології (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних та інші), методики й техніки кібербезпеки під час виконання функціональних завдань та обов'язків.

*ПРН - програмні результати навчання*

ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПР 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПР 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.

ПР 7. Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.

### 3. Опис навчальної дисципліни

#### 3.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <i>ППОЗ Методи та системи штучного інтелекту</i>												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин					Вид підсумкового контролю	
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота		індивідуальні завдання
Денна	3	5	3	90	3	30	-	-	30	30	-	Іспит
Заочна												

**Примітка.** Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 2,0 ((30+30)/30);

### 3.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	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
<b>Змістовий модуль 1. Методи розпізнавання образів і прийняття рішень</b>												
Тема 1. Завдання курсу. Основи штучного інтелекту	5	2	-	0	-	3						
Тема 2. Методи розпізнавання образів	13	4	-	6	-	3						
Тема 3. Моделі і методи прийняття рішень	12	4	-	4	-	4						
Разом за змістовим модулем 1	30	10	--	10	-	10						
<b>Змістовий модуль 2. Штучні нейронні мережі і генетичні алгоритми</b>												
Тема 4. Штучні нейронні мережі	18	6	-	6	-	6						
Тема 5. Генетичні алгоритми	12	4	-	4	-	4						
Разом за змістовим модулем 2	30	10	-	10	-	10						
<b>Змістовий модуль 3. Моделі подання знань і методи логічного виведення</b>												
Тема 6. Кібернетичні системи	5	2	-	0		3						
Тема 7. Знання як інформаційна основа інтелектуальних систем	13	4	-	6		3						
Тема 8. Обробка недостовірних і нечітких знань	12	4	-	4		4						
Разом за змістовим модулем 3	30	10	-	10		10						
<b>Усього годин</b>	90	30	-	30	-	30						

#### 3.2.1. Теми семінарських або практичних, або лабораторних занять

№	Назва теми
1.	Шаблонні методи розпізнавання зображень (методи суміщення з еталоном)
2.	Комп'ютерна реалізація фатичного діалогу
3.	Навчання штучної нейронної мережі методом зворотного розповсюдження помилки
4.	Використання генетичних алгоритмів
5.	Експертні системи, здобуття експертних знань
6.	Експертні системи, побудова прототипу експертної системи

**Примітка.** Методичні рекомендації та завдання до лабораторних робіт доступні на інтернет-ресурсах: <https://1drv.ms/u/s!AhOsGh-O8NgYlw34iyujvI5zLIMI?e=pY1O7L>  
<https://colab.research.google.com>.

### 3.2.2. Тематика індивідуальних завдань

В даному курсі виконання індивідуальних завдань не передбачено.\*

\* ІНДЗ – може бути рекомендовано в окремих випадках для студентів, які успішно освоїли основний навчальний матеріал, з метою поглибленого вивчення чи удосконалення матеріалів певного змістового модуля, або в цілому для навчальної дисципліни за рішенням кафедри чи викладача.

### 3.2.3. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Історія штучного інтелекту, внесок українських вчених розвиток ШІ
2	Біологічні аналоги систем розпізнавання образів, технічні системи оптичного розпізнавання
3	Вирішувані інтелектуальних задач
4	Біологічні нейронні мережі. Адаптивна резонансна теорія (АРТ)
5	Нові застосування генетичних алгоритмів
6	Основні напрями досліджень кібернетичних систем
7	Логічне програмування, мова Пролог
8	Нечітке керування

### 3.3. Форми і методи навчання

**Форми навчання** – це проблемні й оглядові лекції, лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки, інтерактивні заняття з навчанням одних студентів іншими, інтегровані заняття, проблемні заняття, відеолекції, відеозаняття і відеоконференції засобами Google Meet, Zoom, Cisco Webex, заняття з використанням системи електронного навчання Moodle.

**Методи:** проблемний виклад матеріалу, частково-пошукові та дослідницькі лабораторні практикуми, презентації, консультації і дискусії, робота в інтернет-класі: електронні лекції, лабораторні роботи, дистанційні консультації та ін., спрямовані на активізацію і стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів.

**Підходи до навчання:** використовуються студентоцентрований, проблемно-орієнтований, діяльнісний, комунікативний, професійно-орієнтований, міждисциплінарний підходи.

**Реалізація навчального процесу** здійснюється під час лекційних, лабораторних занять, самостійної позааудиторної роботи з використанням сучасних інформаційних технологій навчання, консультацій з викладачами.

Для **формувань умінь та навичок** застосовуються такі **методи навчання:**

- вербальні/словесні (лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж);
- наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація);
- практичні (проведення експерименту, практики);
- пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;

- репродуктивний (виконання лабораторних завдань за зразком);
- метод проблемного викладу матеріалу на лекційних заняттях.

### **3.4. Технічне й програмне забезпечення/обладнання.**

Комп'ютери в комп'ютерних класах 8 к. ЧНУ кафедри КСМ з наступною конфігурацією:

- Motherboard Asus Prime H310M-A R2.0
- CPU Intel Pentium Gold G5400 (BX80684G5400) s1151 BOX
- SSD Apacer AS350 Panther 240GB 2.5" SATAIII TLC (AP240GAS350-1)
- Memory HyperX DDR4-2400 8192MB PC4-19200 Fury Black (HX424C15FB2/8)
- Case GameMax ET-207 400 Вт
- Keyboard Defender Element HB-520 PS/2 Black (45520)
- Mouse 2E MF107 USB Black (2E-MF107UB)
- Monitor 21.5" Philips.

Програмне забезпечення: ліцензійні пакети Windows 10, MS Office software 79P-05726 OfficeProPlus 2019 UKR OLP NL Acdmc Non-specific No Level (Word, Excel, Power Point, Access); відкриті пакети Linux, Ubuntu чи спеціалізовані інші; хмарний сервіс Google Colab.

## **4. Система контролю та оцінювання**

### **4.1. Розподіл максимально можливої кількості балів, які отримують студенти за виконання всіх видів навчальної діяльності**

**Змістовий модуль 1.** Методи розпізнавання образів і прийняття рішень

- T1. Завдання курсу. Основи штучного інтелекту (тест № 1 – 5 балів).
- T2. Методи розпізнавання образів (виконання лабораторної роботи №1 – 6 балів).
- T3. Моделі і методи прийняття рішень (виконання лабораторної роботи №2 – 5 балів).
- M1. Модульна контрольна робота №1 – 5 балів.

**Змістовий модуль 2.** Штучні нейронні мережі і генетичні алгоритми

- T4. Штучні нейронні мережі (виконання лабораторної роботи №3 – 6 балів).
- T5. Генетичні алгоритми (виконання лабораторної роботи №4 – 5 балів, тест №2 – 5 балів).
- M2. Модульна контрольна робота №2 – 5 балів.

**Змістовий модуль 3.** Ш

- T6. Кібернетичні системи (тест №3 – 3 бали).
- T7. Знання як інформаційна основа інтелектуальних систем (виконання лабораторної роботи №5 – 5 балів).
- T7. Обробка недостовірних і нечітких знань (виконання лабораторної роботи №6 – 5 балів)
- M3. Модульна контрольна робота №3 – 5 балів

#### 4.2. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
35 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

#### 4.3. Засоби оцінювання

Засобами оцінювання результатів навчання студента є: завдання для виконання лабораторних робіт, тести, а також модульні контрольні роботи.

#### 4.4. Форми поточного та підсумкового контролю

Формами поточного контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при захисті виконаних лабораторних робіт, кількість отриманих балів при виконанні тестового завдання, а також письмова відповідь при написанні модульних контрольних робіт.

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)											Підсумковий контроль (іспит)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3					
T1	T2	T3	M1	T4	T5	M2	T6	T7	T8	M3		
5	6	5	5	6	10	5	3	5	5	5	40	100

Формами підсумкового контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при здачі іспиту.

#### 4.5. Політика дисципліни

Визначається системою вимог викладача щодо рівня знань і засвоєння матеріалу студентом при вивченні дисципліни, та ґрунтується на засадах академічної доброчесності з урахуванням норм законодавства України щодо академічної доброчесності та Статуту, положень Університету, й інших нормативних документів, які регламентують організацію освітнього процесу при вивченні дисципліни.

Вимоги стосуються заохочень і нарахування додаткових балів за активну участь у дискусіях щодо аналізу і обговорення тематичного матеріалу на лекціях і лабораторних заняттях, ґрунтовної підготовки до занять, відсутності пропусків без поважних причин, виявлення поглиблених знань під час захисту звітів з лабораторного практикуму і модульного контролю.

## **5. Перелік питань до підсумкового модуль-контролю (іспиту)**

1. Основні етапи розвитку штучного інтелекту, природний і штучний інтелект, інтуїтивне розуміння та визначення поняття „інтелект”.
2. Тест Тьюринга, методи комп'ютерної реалізації фатичного діалогу.
3. Поняття про кібернетичні системи, класифікація кібернетичних систем, контур керування і зворотний зв'язок.
4. Означення алгоритмічного і декларативного підходів до керування, способи поповнення первинних інструкцій, квазіалгоритми, джерела квазіалгоритмічності.
5. Основні принципи розпізнавання образів, біологічні аналоги систем розпізнавання образів, розпізнавання як зіставлення та як прийняття рішень.
6. Основні методи розпізнавання образів.
7. Математична постановка задач розпізнавання образів.
8. Метод суміщення з еталоном, метод допустимих перетворень.
9. Розпізнавання в просторі ознак, гіпотеза компактності, роздільні функції.
10. Розпізнавання в просторі ознак, метод потенціалів.
11. Байєсівські методи розпізнавання образів.
12. Синтаксичні методи розпізнавання, класифікація граматик за Хомським.
13. Опис зображень на основі формальних граматик.
14. Основні методи попередньої обробки сигналів, отримання первинних ознак.
15. Методи сегментації зображень.
16. Розпізнавання образів, метод опорного словника.
17. Розпізнавання зображень, метод зондів.
18. Повний перебір як один з методів вирішення оптимізаційної задачі, планування цілеспрямованих дій і прийняття рішень.
19. Евристичний пошук.
20. Пошук в глибину та в ширину.
21. Аналіз складності алгоритмів, задачі класу P і NP.
22. Основні поняття теорії графів, Ейлерові шляхи
23. Загальна схема алгоритму Дейкстри.
24. Планування в просторі задач.
25. Жадібні алгоритми, алгоритми Пріма і Краскала.
26. Динамічне програмування, задача про критичний шлях.
27. Вирішувані інтелектуальних задач, ігрові задачі як задачі прийняття рішень.
28. Альфа - бета відтинання в ігрових задачах.
29. Інтелектуальні метапроцедури, мови опису ситуацій, загальний вирішувач задач.
30. Штучні нейронні мережі, модельні нейрони як порогові елементи.
31. Активаційні функції штучних нейронів.
32. Персептрон Розенблата, спосіб навчання.



33. Навчання штучних нейронних мереж з вчителем.
34. Навчання штучних нейронних мереж без вчителя.
35. Багатошарові нейронні мережі, можливості багатошарових мереж у порівнянні з одношаровими.
36. Алгоритм методу зворотного розповсюдження помилки для нейронної мережі, параметри та швидкість навчання.
37. Стохастичні методи навчання нейромереж.
38. Штучні нейронні мережі зі зворотними зв'язками, мережі Хопфілда.
39. Штучні нейронні мережі зустрічного розповсюдження. Шари Кохонена і Гроссберга.
40. Вирішення проблеми стабільності-пластичності за допомогою адаптивної резонансної теорії.
41. Генетичні алгоритми.
42. Використання операторів схрещування і мутації в генетичному алгоритмі.
43. Вирішення задач оптимізації за допомогою генетичних алгоритмів, формат хромосом.
44. Знання та підходи до їх подання, вербально-дедуктивне визначення знань.
45. Експертні системи, способи перетворення даних у знання.
46. Зв'язки між інформаційними одиницями, проблема винятків, області і рівні знань, бінарні предикати і тріада „об'єкт – атрибут – значення”
47. Визначення та класифікація семантичних мереж, архітектура семантичних мереж, логічне виведення на семантичних мережах.
48. Фрейми та слоти: базові поняття, фрейми та об'єктно-орієнтоване програмування, поняття про мову UML.
49. Логічні побудови та логічні моделі, основи числення предикатів, побудова теорії певної області знань.
50. Мова Пролог і логічне програмування.
51. Продукційні моделі, схема роботи експертної системи на базі продукцій.
52. Модальні логіки.
53. Неточне логічне виведення, обробка нечіткої інформації.
54. Функція належності нечіткої множини, основні операції над нечіткими множинами.
55. Нечітке логічне виведення.
56. Метод центру тяжіння композиції максимум-мінімум.

## **5. Рекомендована література**

### **5.1. Базова (основна)**

1. Глибовець М.М. Штучний інтелект / М.М. Глибовець, О.В. Олецький. – К.: КМ Академія, 2002. –336 с.
2. Кутковецький В.Я. Розпізнавання образів: Навчальний посібник / В.Я. Кутковецький. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П.Могилы, 2017. – 420 с.
3. Литвин В.В. Інтелектуальні системи : підручник / В.В. Литвин, В.В. Пасічник, Ю.В. Яцишен. – Львів: Новий світ, 2009. – 405 с.
4. Руденко О.Г. Штучні нейронні мережі. Навч. посібник / О.Г. Руденко, Є.В. Боданський . – Харків: СНІТ, 2006. – 404 с.

5. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия - Телеком, 2004. – 452 с.
6. Скобцов Ю.О. Основы эволюционных вычислений: Учебное пособие / Ю.О. Скобцов. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – 326 с.
7. Шаховська Н. Б. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник / Н.Б. Шаховська, Р. М. Камінський, О. Б. Вовк. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 392 с.

## 5.2. Допоміжна

8. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке Prolog / И. Братко. – М.: Вильямс, 2004. – 640 с.
9. Васильев В.И. Искусственный интеллект / В.И. Васильев, А.И. Шевченко. – Донецк: ДонДИИИ, 2000. – 360 с.
10. Вороновский Т.К. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Т.К. Вороновский, К.В. Махотило, С.Н. Петрашев, С.А. Сергеев. – Харьков: Основа, 1997. – 112 с.
11. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
12. Глезер В.Д. Зрение и мышление / В.Д. Глезер. – Л.: Наука, 1985. – 246 с.
13. Зайченко Ю.П. Основы проектування інтелектуальних систем. Навчальний посібник / Ю.П. Зайченко. – К.: Слово, 2004. – 352 с.
14. Кохонен Т. Ассоциативная память / Т. Кохонен. – М.: Мир, 1980. – 238 с.
15. Лоскутов А. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А. Лоскутов, А. Назаров. – М: Наука и Техника, 2004. – 384 с.
16. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: Стратегии и методы решения сложных проблем / Дж.Ф. Люгер. – М.: Вильямс, 2003. – 864 с.
17. Смолин Д.В. Введение в искусственный интеллект / Д.В. Смолин. – М.: Физматлит, 2004. – 208 с.
18. Уосермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. Теория и практика / Ф. Уосермен. – 1992. – 184 с.
19. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – М.: Вильямс, 2004. – 928 с.
20. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение / Д. Хьюбел. – М.: Мир, 1990. – 239 с.

## 6. Інформаційні ресурси

1. <https://csn.chnu.edu.ua/about-us/ok-rivni/>
2. <https://csn.chnu.edu.ua/spetsialnist-123-komp-yuterna-inzheneriya-opp-komp-yuterna-inzheneriya-magistratura-1-5-r/>
3. <https://csn.chnu.edu.ua/spetsialnist-123-komp-yuterna-inzheneriya-onp-komp-yuterna-inzheneriya-tehnologij-internetu-rechej-ta-kiberfizychnyh-system-magistratura-2-r/>
4. <https://1drv.ms/u/s!AhOsGh-O8NgYlw34iymjvI5zLIMl?e=pY1O7L>
5. <https://colab.research.google.com>
6. [www.scipy-lectures.org](http://www.scipy-lectures.org)
7. <https://www.tensorflow.org>