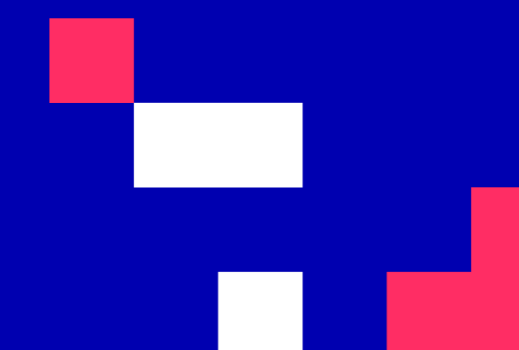


Русенски университет

ИНТЕЛИГЕНТНИ КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ

Светлана Стефанова

Септември, 2022



ЛЕКЦИЯ 12**ДЪЛБОКИ НЕВРОННИ МРЕЖИ****СЪДЪРЖАНИЕ**

1. Въведение
2. Типове дълбоки невронни мрежи



СЪДЪРЖАНИЕ 1

Определение

Дълбоките НМ (Deep-Learning) се отличават от по-често срещаните плитки НМ с броя слоеве, през които данните преминават в многостепенен процес на разпознаване на шаблони.

С повече от 3 слоя (включително входен и изходен) мрежите се квалифицира като „**дълбоки**“. Термин, който означава повече от 1 скрит слой.

СЪДЪРЖАНИЕ 1

Йерархия на характеристиките

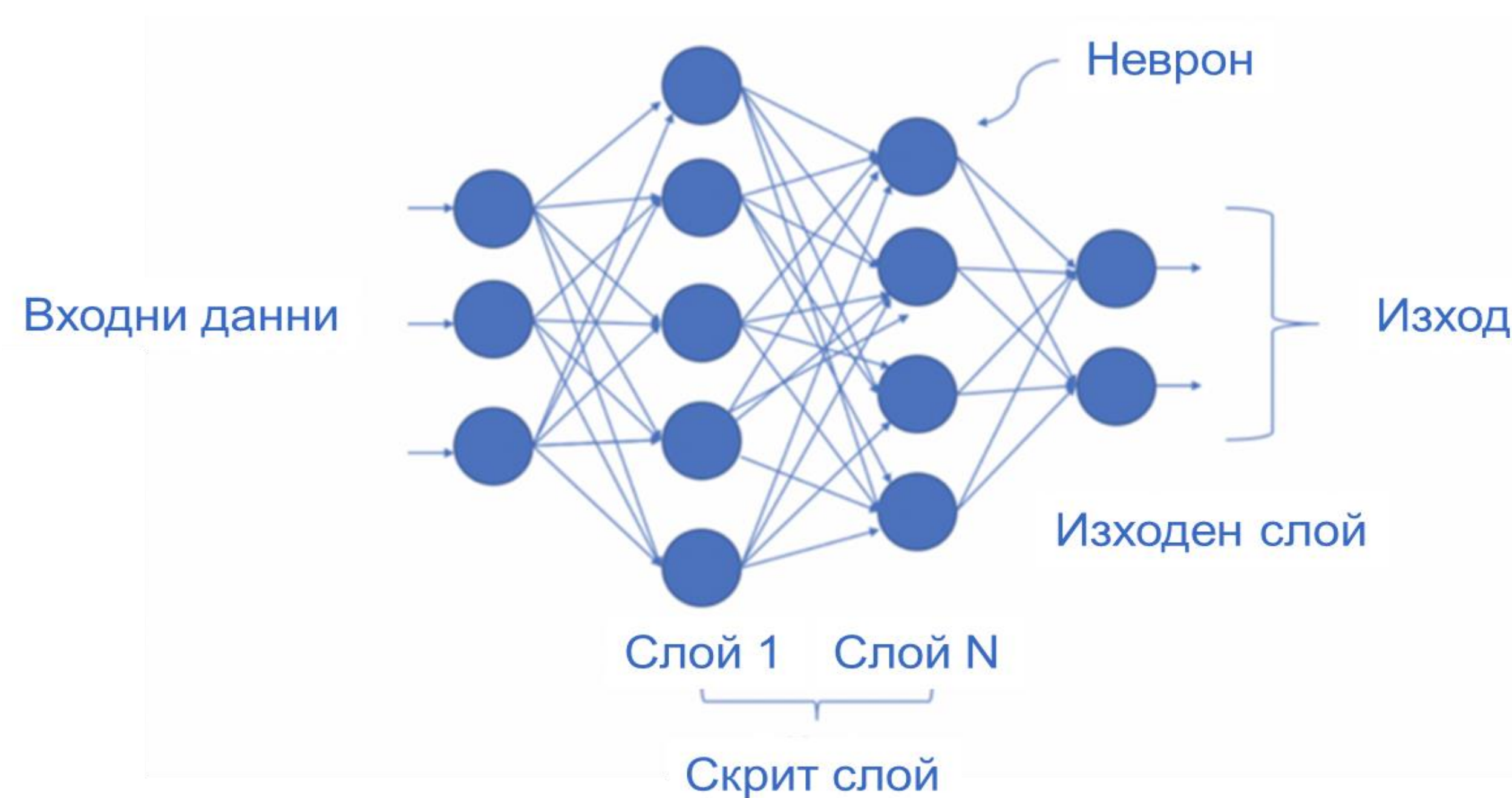
В дълбоките мрежи при обучение всеки слой от възли се обучава на отделен набор от функции, базирани на изхода на предишния слой.

Колкото повече се напредва в НМ, толкова по-сложни са функциите, които възлите могат да разпознаят, тъй като те обединяват и комбинират характеристики от предишния слой.

Това е известно като **йерархия на характеристиките** (йерархия с нарастваща сложност и абстракция). Това прави дълбоките мрежи способни да обработват големи масиви с милиарди параметри, които преминават през нелинейни функции.

СЪДЪРЖАНИЕ 1

Архитектура на дълбока НМ



СЪДЪРЖАНИЕ 1

Функциониране на дълбока НМ

Макар алгоритмите за дълбоко обучение да са самообучаващи се, те зависят от структурата на НМ.

По време на тренировъчния процес на множество нива алгоритмите използват:

- неизвестни елементи във входното разпределение за извличане на функции;
- групиране на обекти;
- откриване на полезни модели на данни.

Въпреки че никоя мрежа не се счита за перфектна, някои алгоритми са по-подходящи за изпълнение на конкретни задачи. За да се изберат правилните, трябва добре да се познават поне основните.

СЪДЪРЖАНИЕ 2

Типове дълбоки НМ

- Convolutional **Neural Networks** (CNNs) – конволюционни НМ;
- Recurrent **Neural Networks** (RNNs) – повтарящи се НМ;
- Long Short Term **Memory** Networks (LSTMs) – дългосрочно помнещи мрежи;
- Generative Adversarial Networks (GANs) – генеративни състезателни мрежи;
- Multilayer Perceptrons (MLPs) - многослойни перцептрони;
- Radial Basis Function Networks (RBFNs) - мрежи с функция на радиална основа;
- Self Organizing Maps (SOMs) - самоорганизиращи се карти;
- Deep Belief Networks (DBNs) - мрежи с дълбоко вярване.

СЪДЪРЖАНИЕ 2

Convolutional Neural Networks, CNN

Състоят се от множество слоеве и се използват главно за **обработка на изображения и откриване на обекти**.

1988 г. Yann LeCun разработва първата CNN, наречена **LeNet** за разпознаване на знаци като пощенски кодове и цифри.

CNN се използват за:

- идентифициране на сателитни изображения;
- обработка на медицински изображения;
- откриване на аномалии;
- прогнозиране на времеви редове (последователност от данни, измерени обикновено в последователни времеви моменти) - за предвиждането на бъдещи стойности, базирано на предходни наблюдавани стойности.

СЪДЪРЖАНИЕ 2

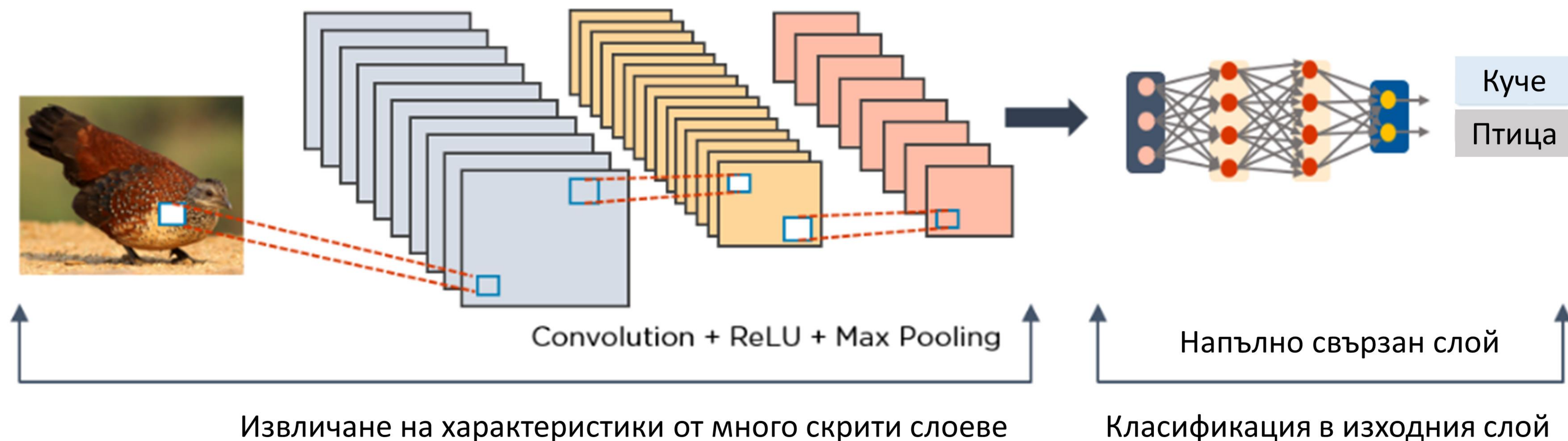
Слоеве на CNN

- **Конволюционен слой** - има няколко филтъра за извършване на операцията конволюция (в математиката конволюцията е функция на отместване);
- **Ректифицирана линейна единица (ReLU)** - слой за извършване на операции върху елементи с цел коригиране картата на характеристиките.
- **Обединяващ слой** - намаляват се размерите на картата на характеристиките и се преобразуват получените двумерни масиви от обединената карта на елементите в дълъг, непрекъснат, линеен вектор, като го изравнява.
- **Напълно свързан слой** – линейният вектор се подава като вход, който класифицира и идентифицира изображенията.



СЪДЪРЖАНИЕ 2

Пример за изображение, обработено чрез CNN



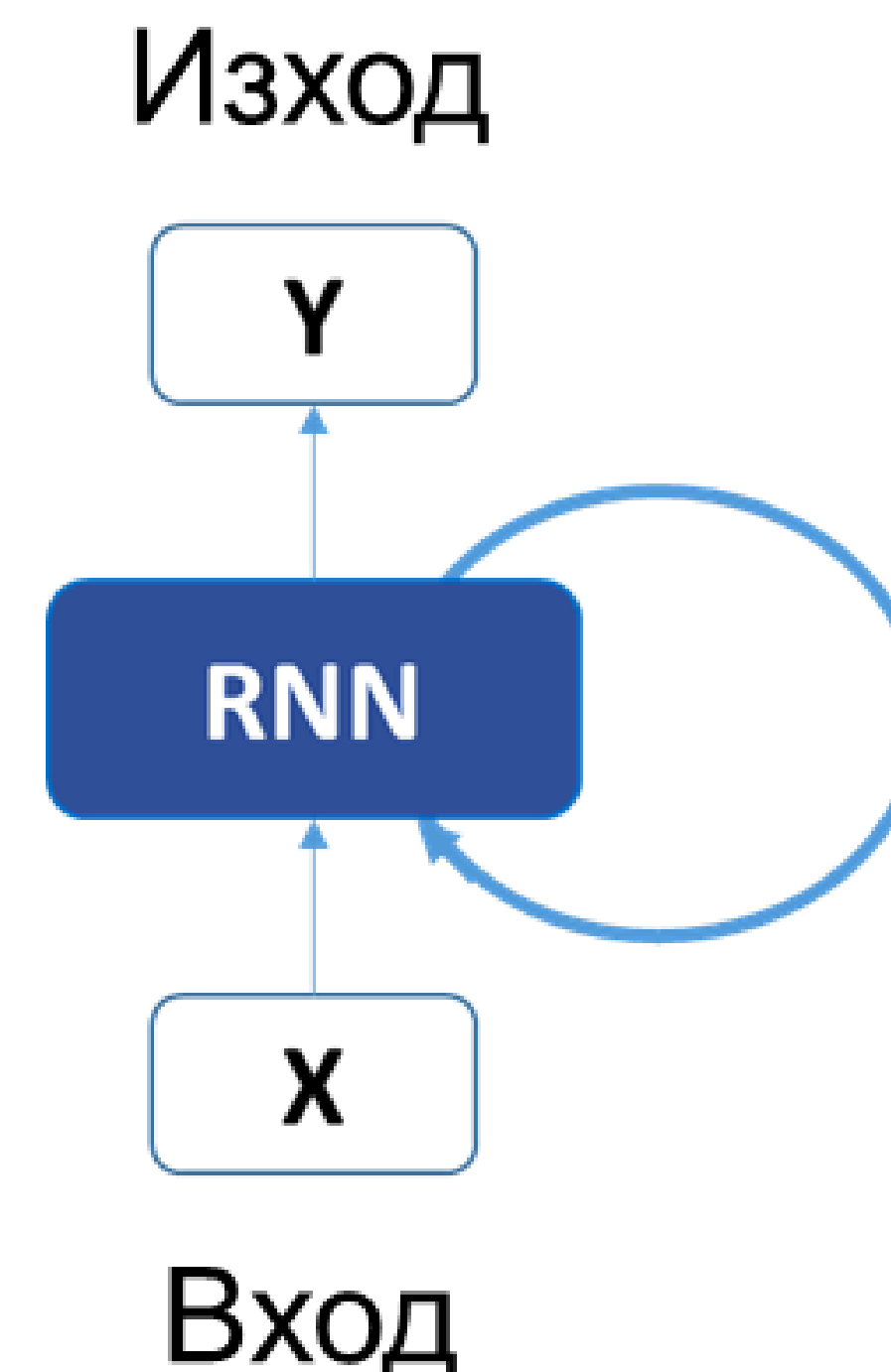
СЪДЪРЖАНИЕ 2

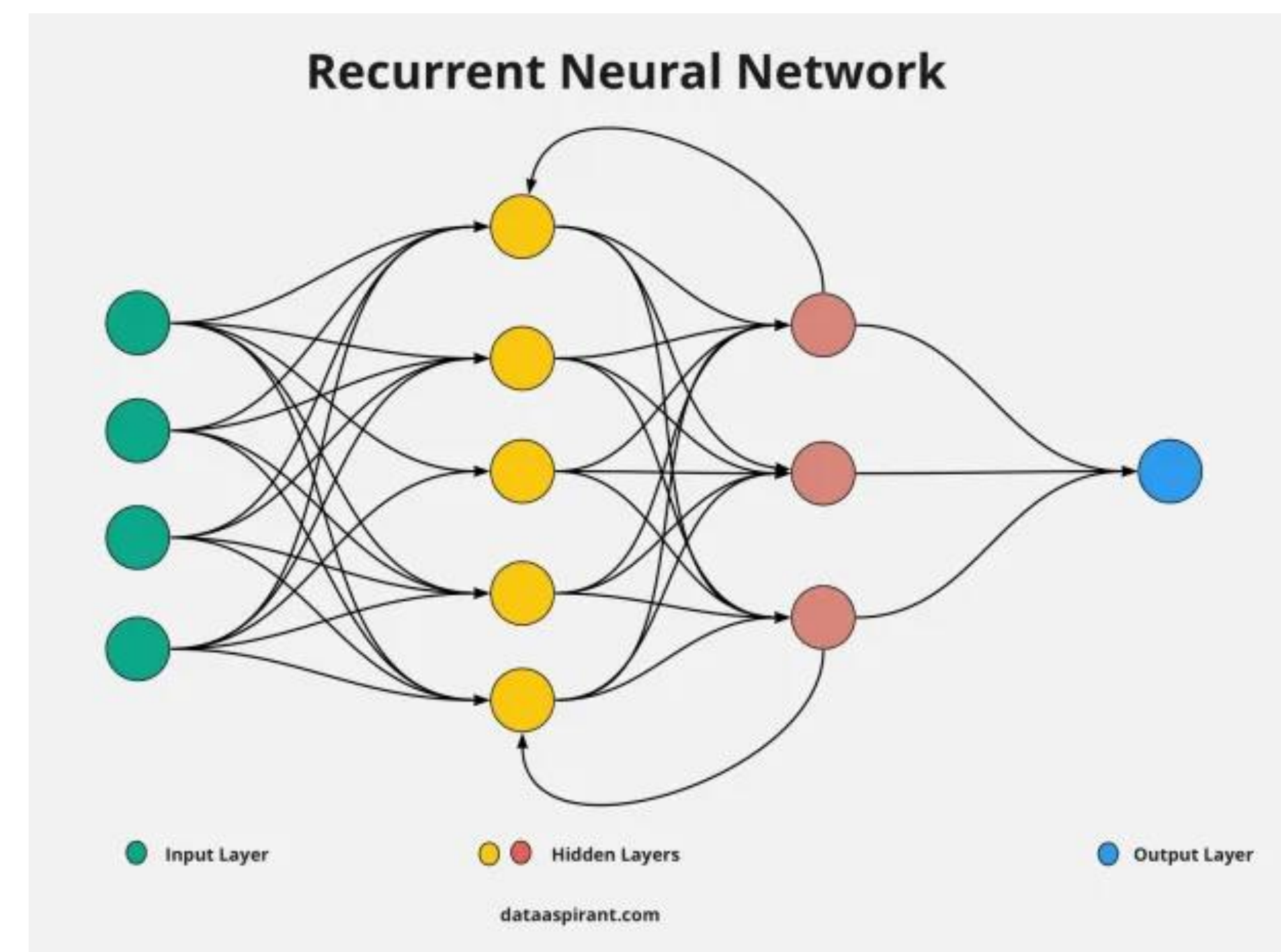
Повтарящи се НМ, RNN

RNN имат връзки, които образуват насочени цикли, които позволяват изходите да се подават като входове към текущата фаза. Изходът се превръща във вход за текущата фаза и може да запомни предишни входове поради своята вътрешна памет.

Приложение:

- за надписване на изображения;
- анализ на времеви редове;
- обработка на естествен език;
- разпознаване на ръкопис;
- машинен превод.



СЪДЪРЖАНИЕ 2**Повтарящи се НМ, RNN**

СЪДЪРЖАНИЕ 2

Ограничения на RNN

RNN запомня нещата само за кратък период от време, т.е. ако имаме нужда от информацията след кратко време, тя може да бъде възпроизводима, но след като се вкарат много думи, тази информация се губи някъде.

Този проблем може да бъде разрешен чрез прилагане на леко променена версия на RNN - мрежите за дългосрочна памет.

СЪДЪРЖАНИЕ 2

Дългосрочно помнещи мрежи, LSTM

Вид повтаряща се НМ, която може да учи и запомня дългосрочни зависимости на база минала информация за дълги периоди (запазва информацията с течение на времето).

LSTM има веригоподобна структура от 4 взаимодействащи си слоя.

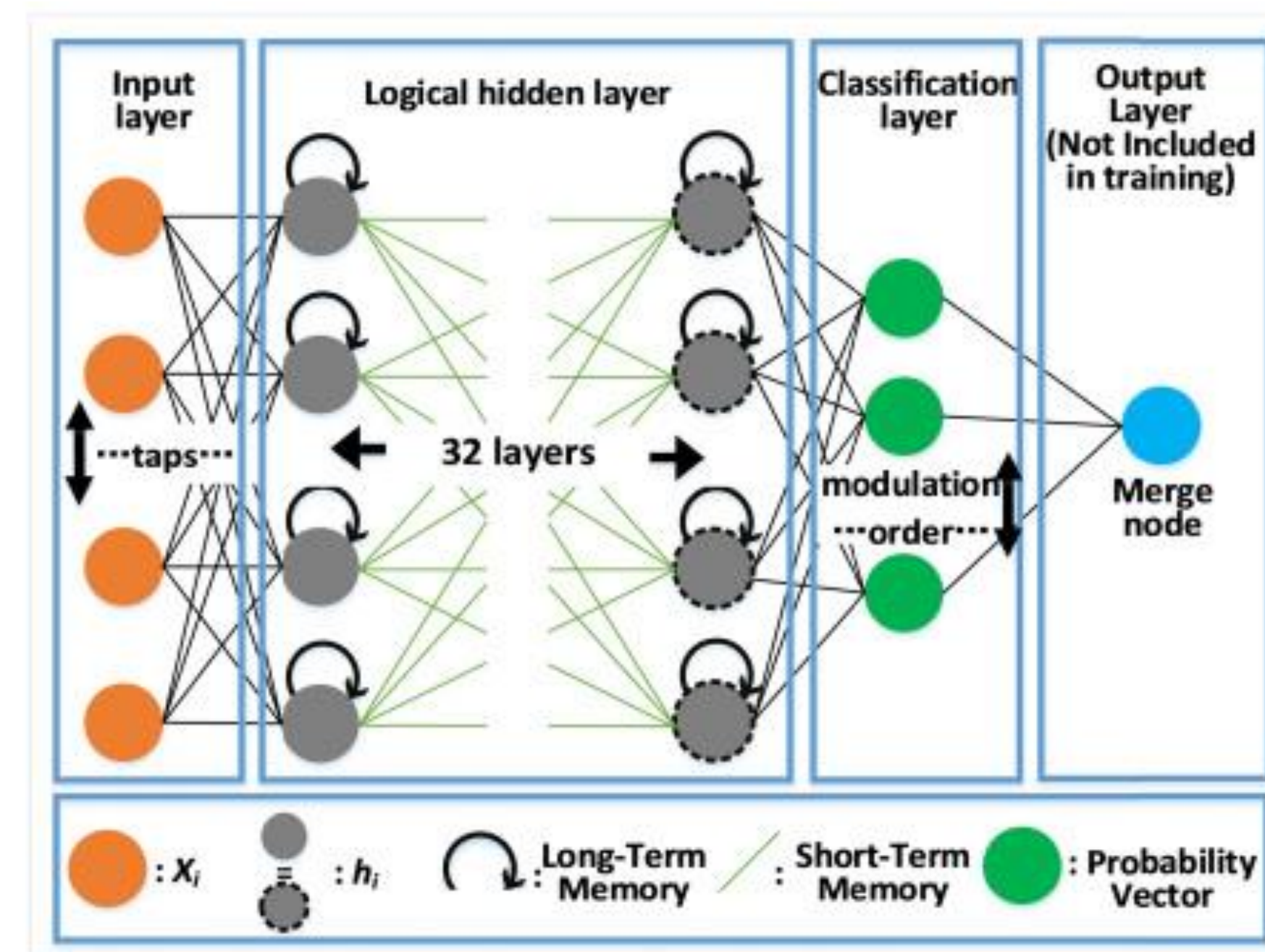
Приложение:

- при прогнозиране на времеви редове;
- за разпознаване на реч;
- за композиция на музика;
- за фармацевтично развитие.



СЪДЪРЖАНИЕ 2

Дългосрочно помнещи мрежи, LSTM



СЪДЪРЖАНИЕ 2

Генеративни състезателни мрежи, GAN

GAN са генеративни алгоритми за дълбоко обучение, които създават нови екземпляри от данни, които приличат на данните от обучението.

GAN имат два компонента:

- генератор, който се учи да генерира фалшиви данни;
- дискриминатор, който се учи от тази невярна информация.

Приложение:

- за подобряване на астрономическите изображения и симулиране на гравитационна леща за изследване на тъмната материя.
- за увеличаване 2D текстури с ниска разделителна способност в стари видеоигри, като програмистите ги пресъздават с по-високи резолюции чрез обучение на изображения.
- за генериране реалистични изображения и анимационни герои, като се създават снимки на човешки лица и се изобразяват 3D обекти.



СЪДЪРЖАНИЕ 2

Многослойни перцептрони, MLP

MLPs принадлежат към класа НМ за пренасочване с множество слоеве персептрони, които имат активиращи функции. Няма обратни връзки.

Това е мрежа за пренасочване, чиято цел е да доближи някаква функция f^* .

Пример: функция за класификатор $y = f^*(x)$ преобразува вход x в категория y . Мрежата за пренасочване дефинира $y = f(x; \theta)$ и научава стойността на параметрите θ , които водят до най-доброто приближение на функцията.

СЪДЪРЖАНИЕ 2

Многослойни персептрони, MLP

Приложение:

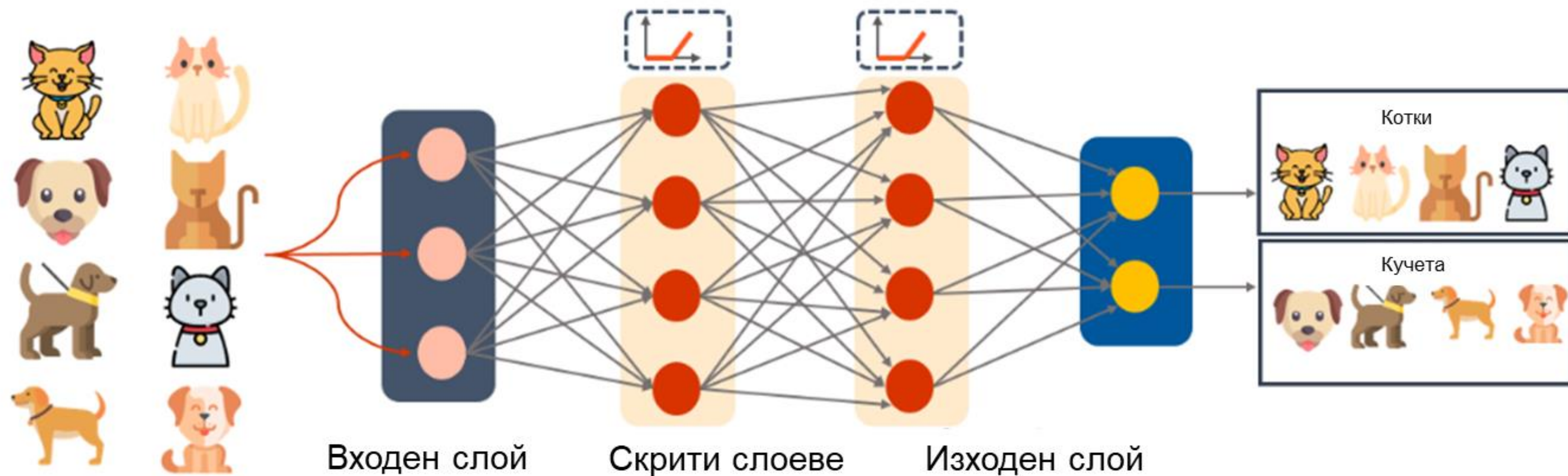
- за разпознаване на реч;
- за разпознаване на изображения;
- за машинен превод.

Когато НМ за пренасочване се разширяват, за да включват обратни връзки, се наричат **повтарящи се невронни мрежи**.



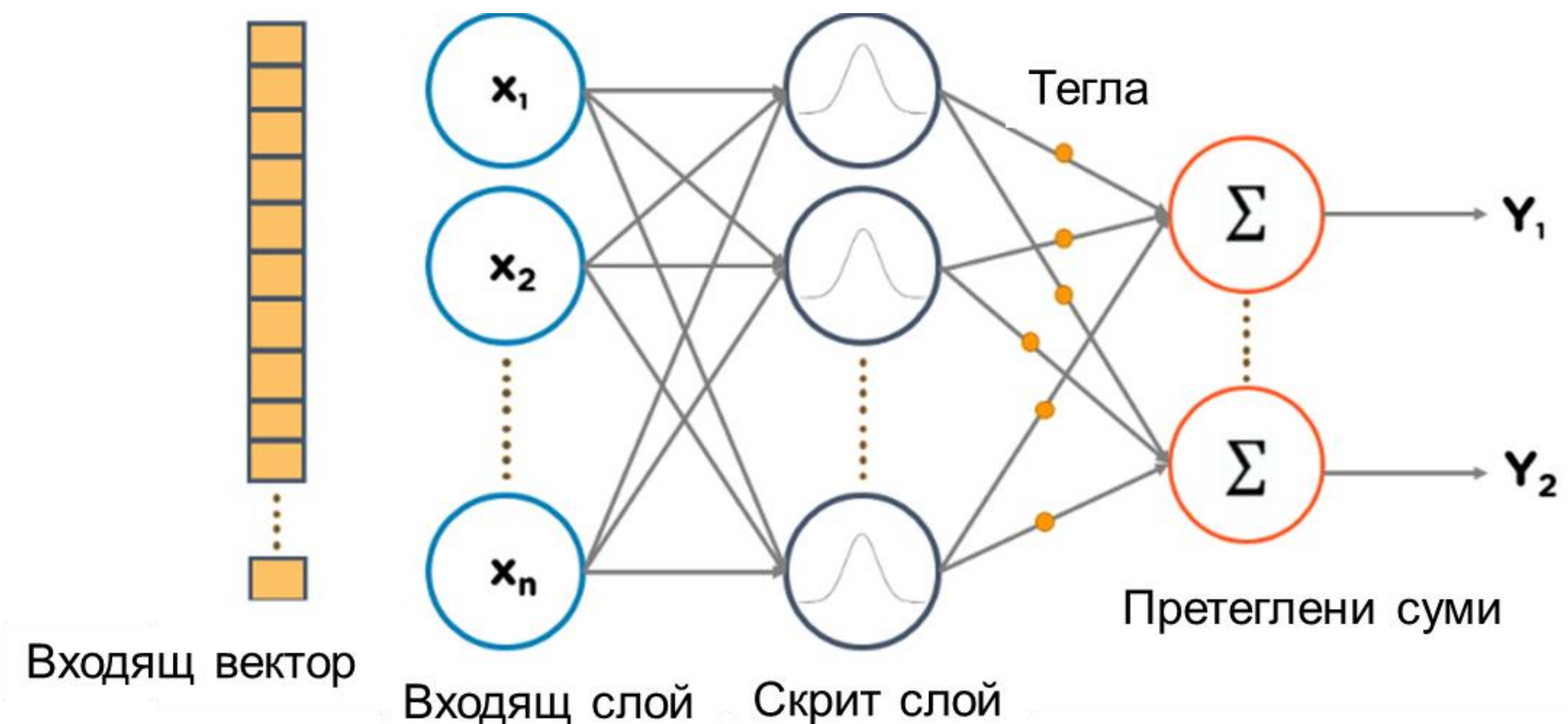
СЪДЪРЖАНИЕ 2

Пример за MLP за класифициране на изображения на котки и кучета



СЪДЪРЖАНИЕ 2

Архитектура на мрежа за пренасочване



СЪДЪРЖАНИЕ 2

Теорема за универсална апроксимация

Hornik and Cybenko, 1989.

Пренасочваща мрежа с линеен изходен слой и поне 1 скрит слой, с която и да е функция за активиране (напр. сигмоидна) може да приближи всяка измерима функция на Борел (фр.математик: За всяка функция $f \in C[a,b]$ и всяко цяло неотрицателно число n съществува полином от n -та степен на най-добро равномерно проближение на f) от едно крайно измеримо пространство в друго с всяко желано ненулево количество грешки, при условие че на мрежата се предоставят достатъчно скрити единици.

Т.е. съществува мрежа, достатъчно голяма, за постигане желаната степен на точност, но теоремата не казва колко голяма ще бъде тази мрежа.

Благодаря ВИ.

