

Лекция 5

Искусственный интеллект. Нейронные сети

Что такое нейронные сети?

Нейронные сети – математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма.

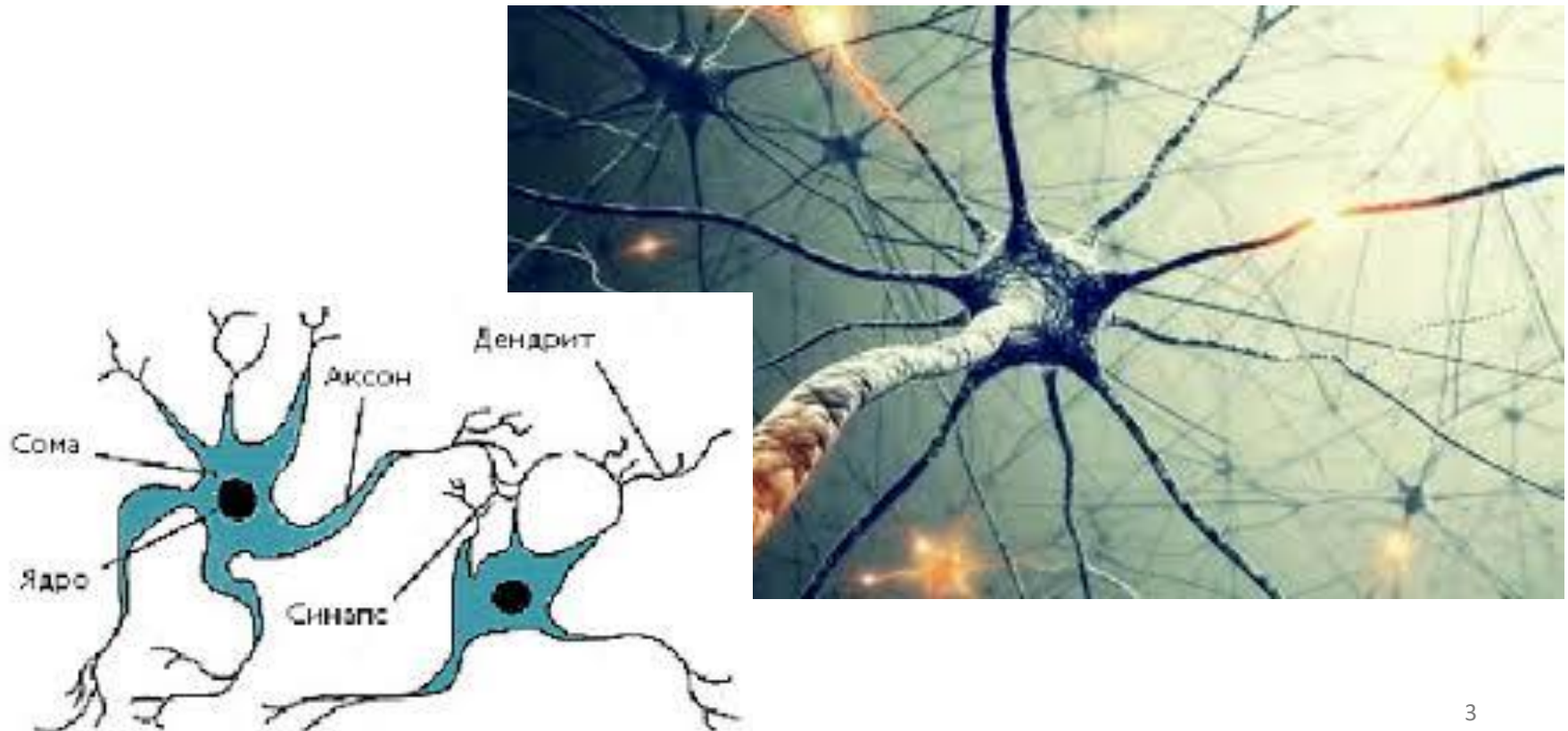
Нейронные сети — это раздел искусственного интеллекта, в котором для обработки сигналов используются явления, аналогичные происходящим в нейронах живых существ.

Важнейшая особенность сети, свидетельствующая о ее широких возможностях и огромном потенциале, состоит в параллельной обработке информации всеми звеньями. При громадном количестве межнейронных связей это позволяет значительно ускорить процесс обработки информации. Во многих случаях становится возможным преобразование сигналов в реальном времени. Кроме того, при большом числе межнейронных соединений сеть приобретает устойчивость к ошибкам, возникающим на некоторых линиях. Функции поврежденных связей берут на себя исправные линии, в результате чего деятельность сети не претерпевает существенных возмущений.

Биологическая нейронная сеть

Нервная система человека построена из специальных нервных клеток, называемых нейронами. Мозг имеет около 10^{11} нейронов, которые образуют около 10^{15} передающих связей, имеющих длину до метра и более.

Связи часто называют **синапсами**.



Способность к обучению



Rüdiger Gamm, who was a self-admitted 'hopeless student', used to fail at basic maths and went on to train his abilities and became a famous 'human calculator', capable of performing extremely complex mathematics.



Историческая справка



[Уоррен Маккалок](#)
и [Уолтер Питтс](#)

[Фрэнк Розенблатт](#)



Это один из старейших алгоритмов машинного обучения, который только можно придумать. Первый формальный нейрон, ячейка нейронной сети была предложена, его первая версия, в 1943 году [Уорреном Маккалоком](#) и [Уолтером Питтсом](#). Уже в 1958 году [Фрэнк Розенблатт](#) предложил первую самую простую нейронную сеть, которая уже могла разделять, например, объекты в двухмерном пространстве. И нейронные сети проходили за всю эту более чем полувековую историю взлеты и падения. Интерес к нейронным сетям был очень большой в 1950–1960-е годы, когда были получены первые впечатляющие результаты. Затем нейронные сети уступили место другим алгоритмам

Принцип работы

Задача машинного обучения (на примере классификации)

Множество объектов

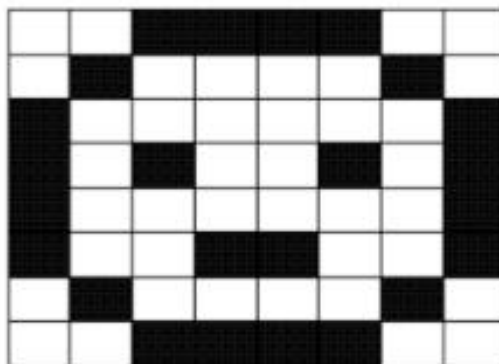
Признаки объектов

Классы объектов

U

$X(U)$

Y



Человек

Птица

Дом

⋮

Принцип работы

Решающая функция

$$F: X \rightarrow Y$$

Обучающая выборка

$$D \left\{ \begin{array}{|c|c|} \hline x_1 & y_1 \\ \hline x_2 & y_2 \\ \hline & \vdots \\ \hline x_N & y_N \\ \hline \end{array} \right.$$

Функция ошибки

$$L(D, F) = \sum_i [F(x_i) \neq y_i]$$

Оптимальная решающая функция

$$W^* = \operatorname{argmin}_W L(D, F(W))$$

Работа нейронной сети

Нейронная сеть представляет собой совокупность нейронов, которые составляют слои. В каждом слое нейроны между собой никак не связаны, но связаны с нейронами предыдущего и следующего слоев. Информация поступает с первого на второй слой, со второго — на третий и т.д.

Количество слоев и нейронов в них определяют точность и достоверность получаемых результатов при решении задач, т. е. чем больше слоев и нейронов на каждом слое — тем меньше ошибок и выше надежность работы сети. Однако, если построить слишком большую сеть, то можно столкнуться с уменьшением производительности и увеличением сложности модели. Потому при выборе архитектуры сети следует принимать во внимание условия решаемой задачи.

Искусственный нейрон (формальный нейрон) — элемент искусственных нейронных сетей, моделирующий некоторые функции биологического нейрона.

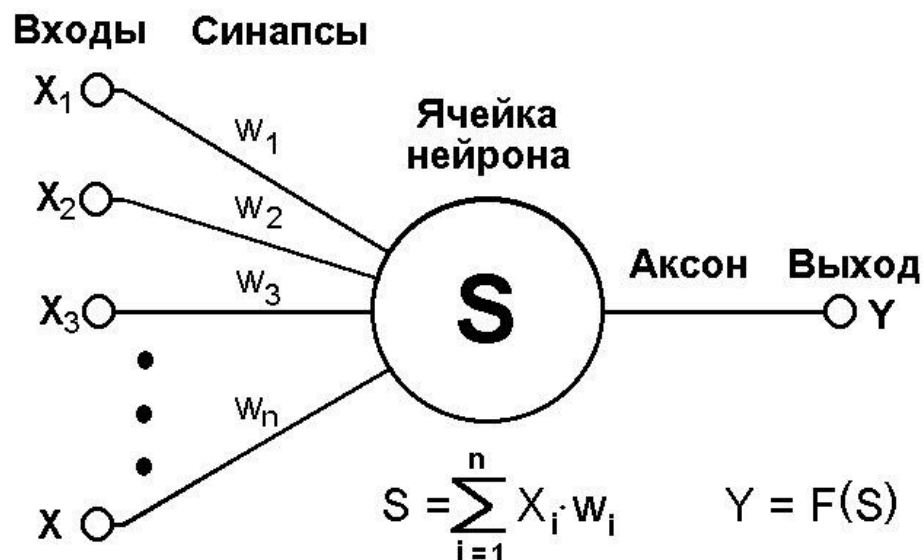
Главная функция искусственного нейрона — формировать выходной сигнал в зависимости от сигналов, поступающих на его входы.

Работа нейронной сети

Входные сигналы обрабатываются адаптивным сумматором, который выполняет сложение сигналов, поступающих по синаптическим связям от других нейронов и внешних входных сигналов. Затем выходной сигнал сумматора поступает в нелинейный преобразователь для вычисления состояния нейрона, где преобразуется функцией активации, и результат подается на выход (в точку ветвления).

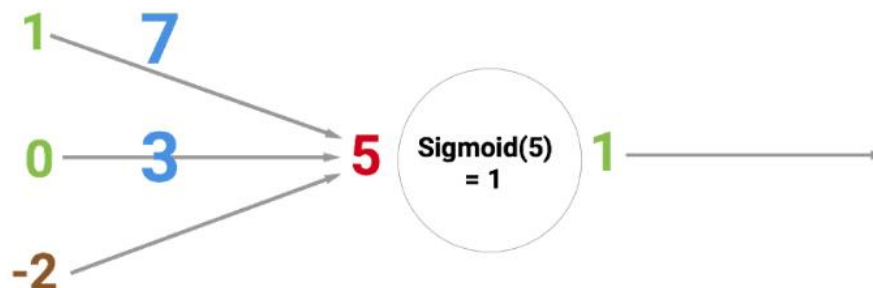
Нейрон характеризуется текущим состоянием и обладает группой синапсов — однонаправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов.

Нейрон имеет аксон — выходную связь данного нейрона, с которой сигнал поступает на синапсы следующих нейронов. Каждый синапс характеризуется величиной синаптической связи (ее весом w_i). Текущее состояние нейрона определяется как взвешенная сумма его входов S .



Работа нейронной сети

Нейрон похож на функцию: он принимает на вход несколько значений и возвращает одно. Круг ниже обозначает искусственный нейрон. Он получает 5 и возвращает 1. Ввод — это сумма трёх соединённых с нейроном синапсов (три стрелки слева).



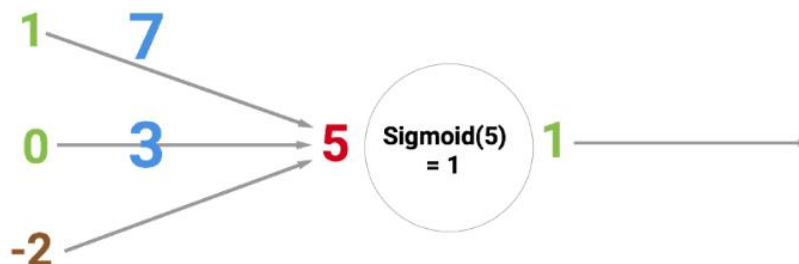
В левой части картинки мы видим 2 входных значения (зелёного цвета) и смещение (выделено коричневым цветом). Входные данные могут быть численными представлениями двух разных свойств. Например, при создании спам-фильтра они могли бы означать наличие более чем одного слова, написанного ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ.

Входные значения умножаются на свои так называемые «веса», 7 и 3 (выделено синим). Теперь мы складываем полученные значения со смещением и получаем число, в нашем случае 5 (выделено красным). Это — ввод нашего искусственного нейрона.

$$1 * 7 + 0 * 3 - 2 = 5$$

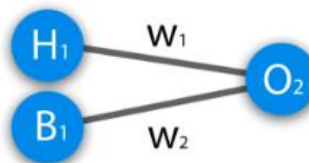
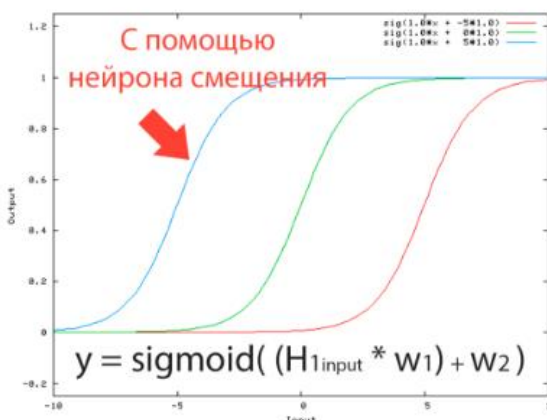
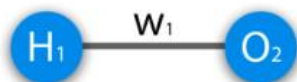
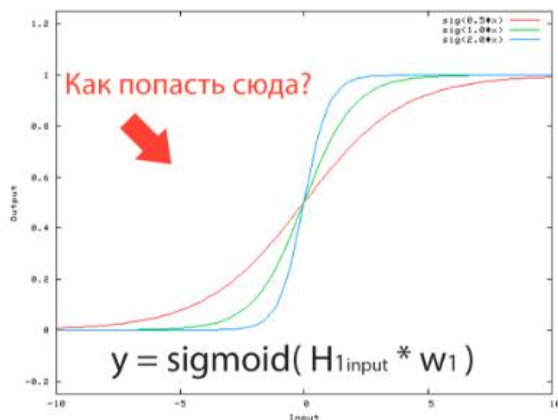
Потом нейрон производит какое-то вычисление и выдает выходное значение. Мы получили 1, т.к. округлённое значение сигмоиды в точке 5 равно 1. Если это спам-фильтр, значение один приведет к тому, что письмо будет помечено как спам.

Работа нейронной сети



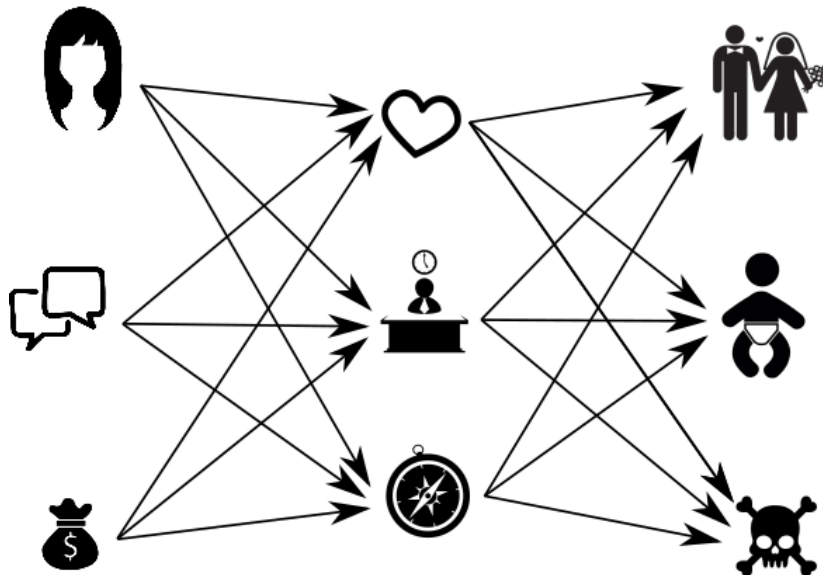
Нейрон смещения или bias нейрон — это третий вид нейронов, используемый в большинстве нейросетей. Особенность этого типа нейронов заключается в том, что его вход и выход всегда равняются 1 и они никогда не имеют входных синапсов. Нейроны смещения могут, либо присутствовать в нейронной сети по одному на слое, либо полностью отсутствовать

Для чего нужен нейрон смещения?



Работа нейронной сети

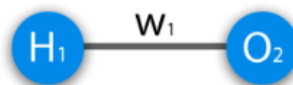
“В какую девушку я влюблюсь и почему?”



Главные параметры: внешность и возможность поддержать беседу

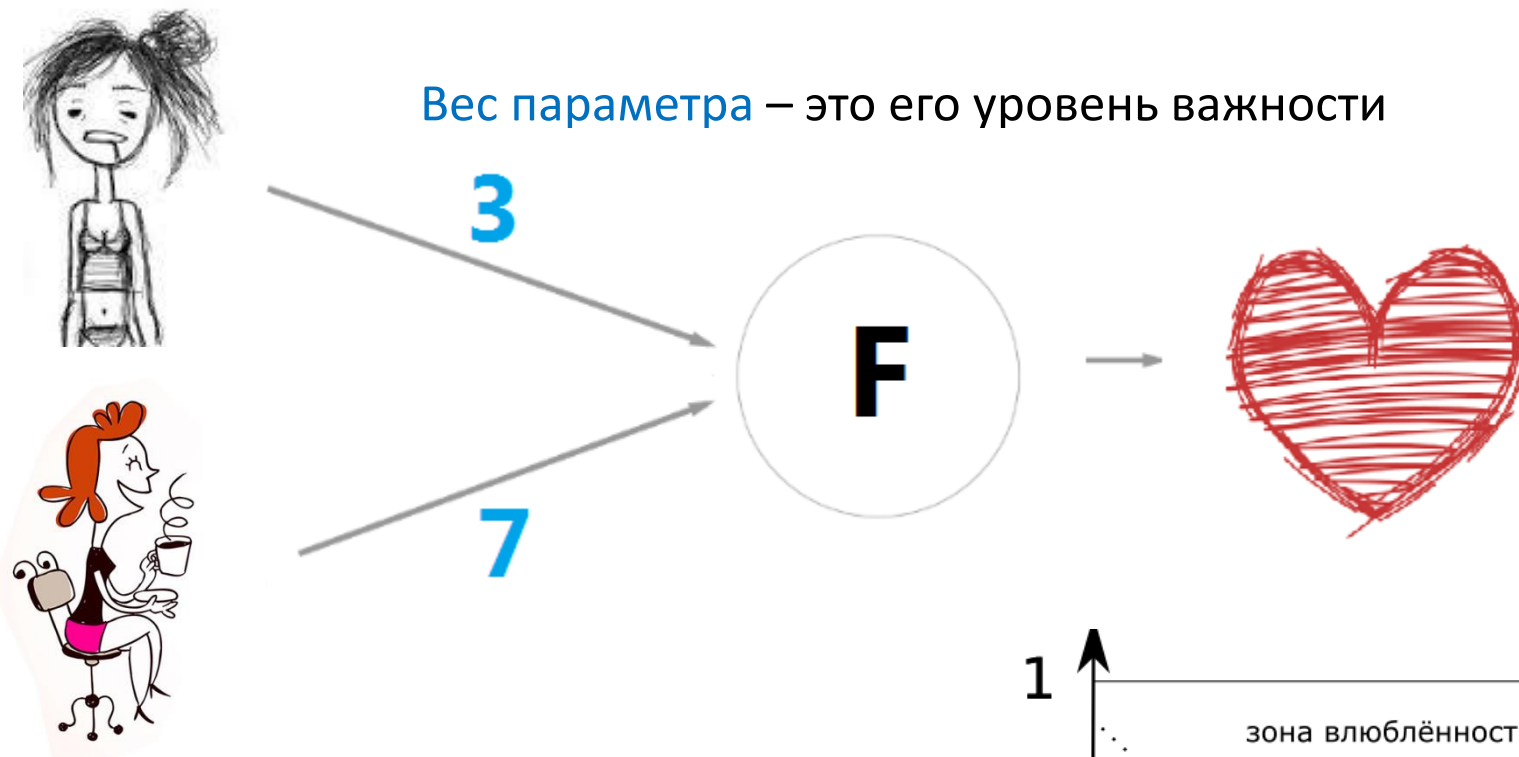
Есть о чем поговорить – 1. Не умеет поддержать разговор – 0

Красивая – 1. Не красивая - 0

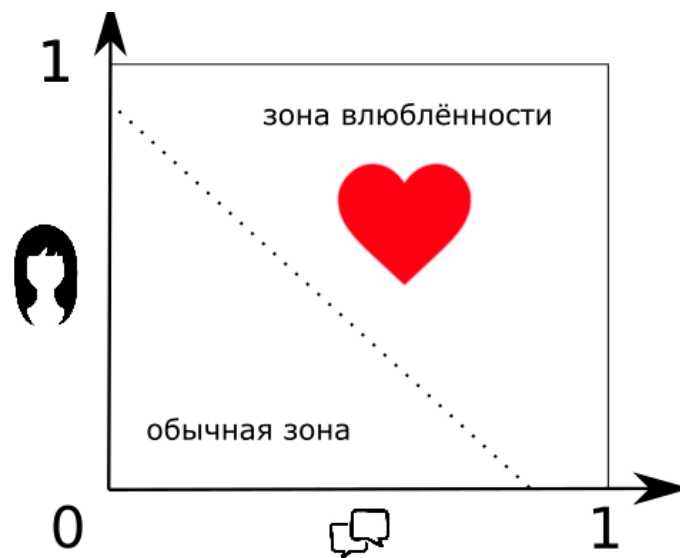


1 $\xrightarrow{3}$ F $\rightarrow$ ВЛЮБЛЮСЬ

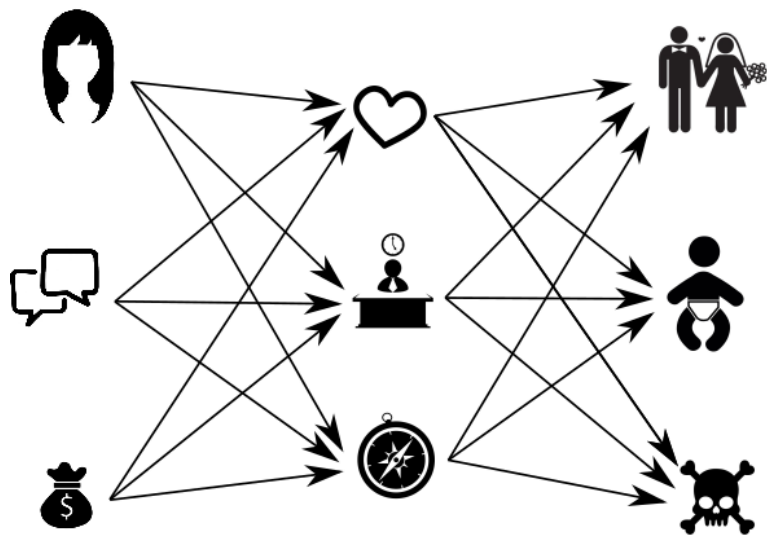
Работа нейронной сети



То есть, если я поставлю большой вес “болтлогичности” дамы и маленький вес внешности, то в спорной ситуации я влюблюсь в особу, с которой приятно поболтать. И наоборот. **Это правило и есть НЕЙРОН**

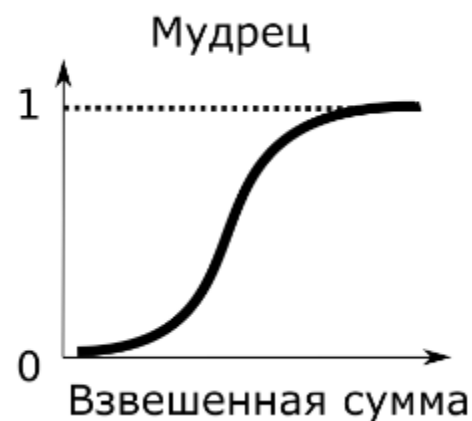
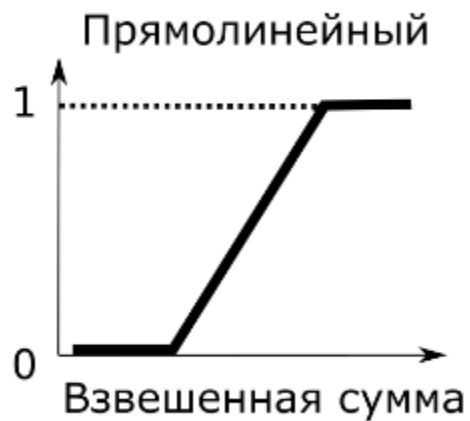
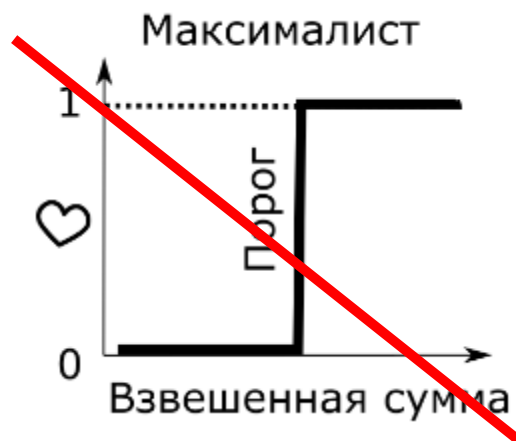
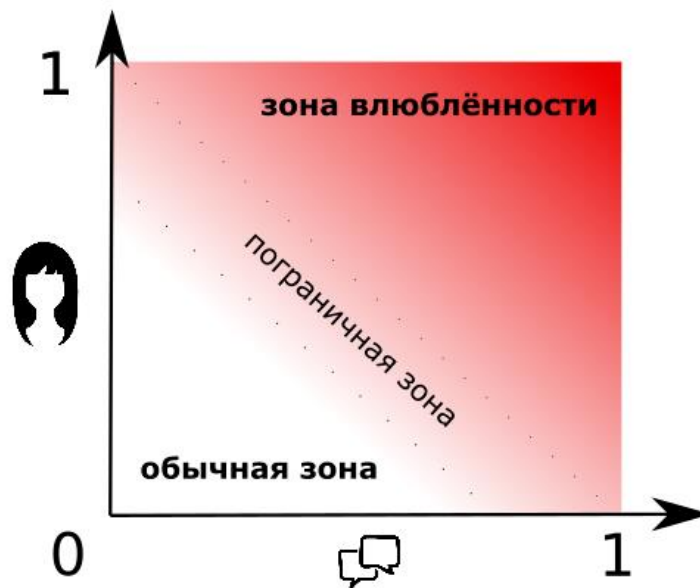


Работа нейронной сети

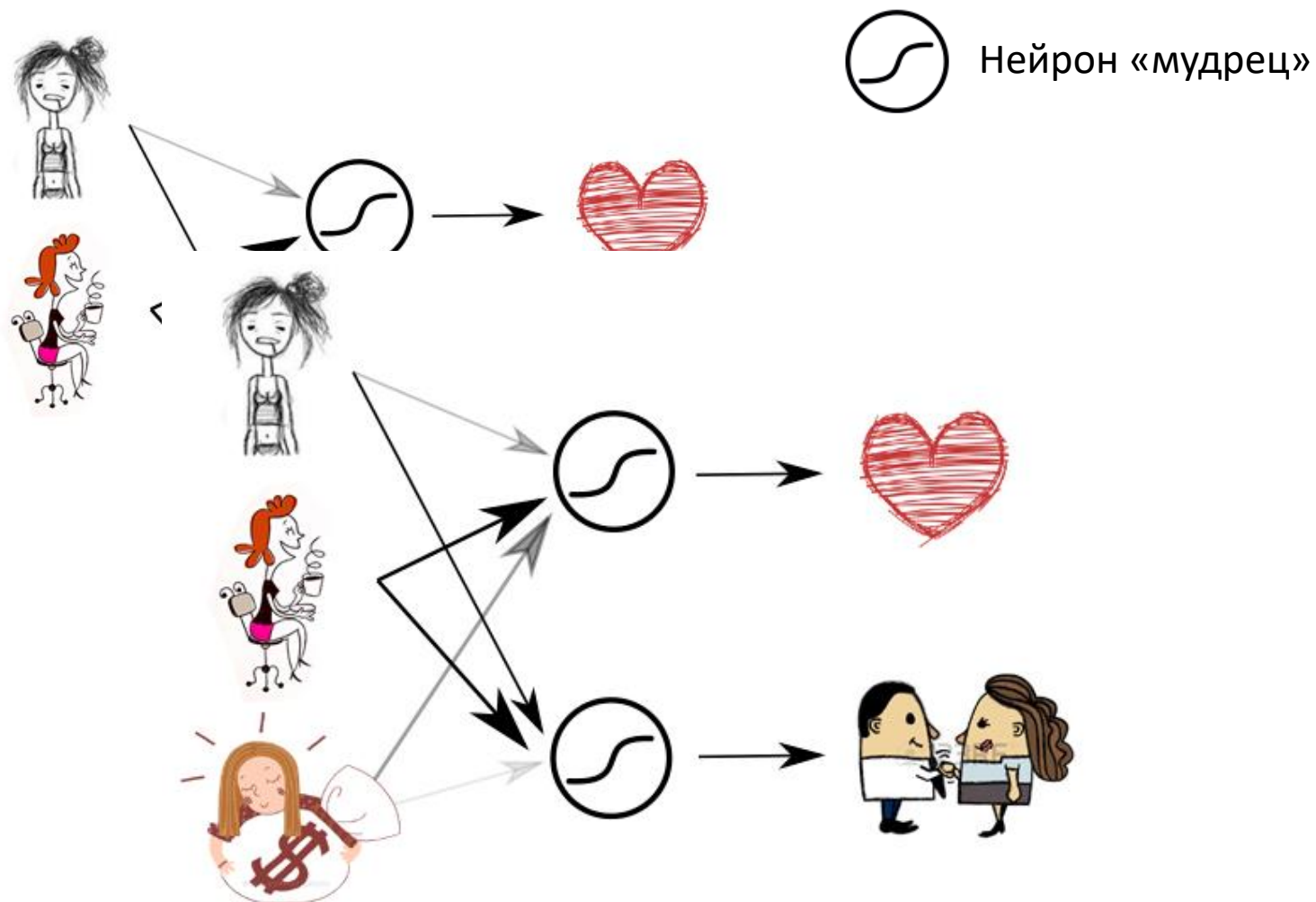


1 – влюблюсь

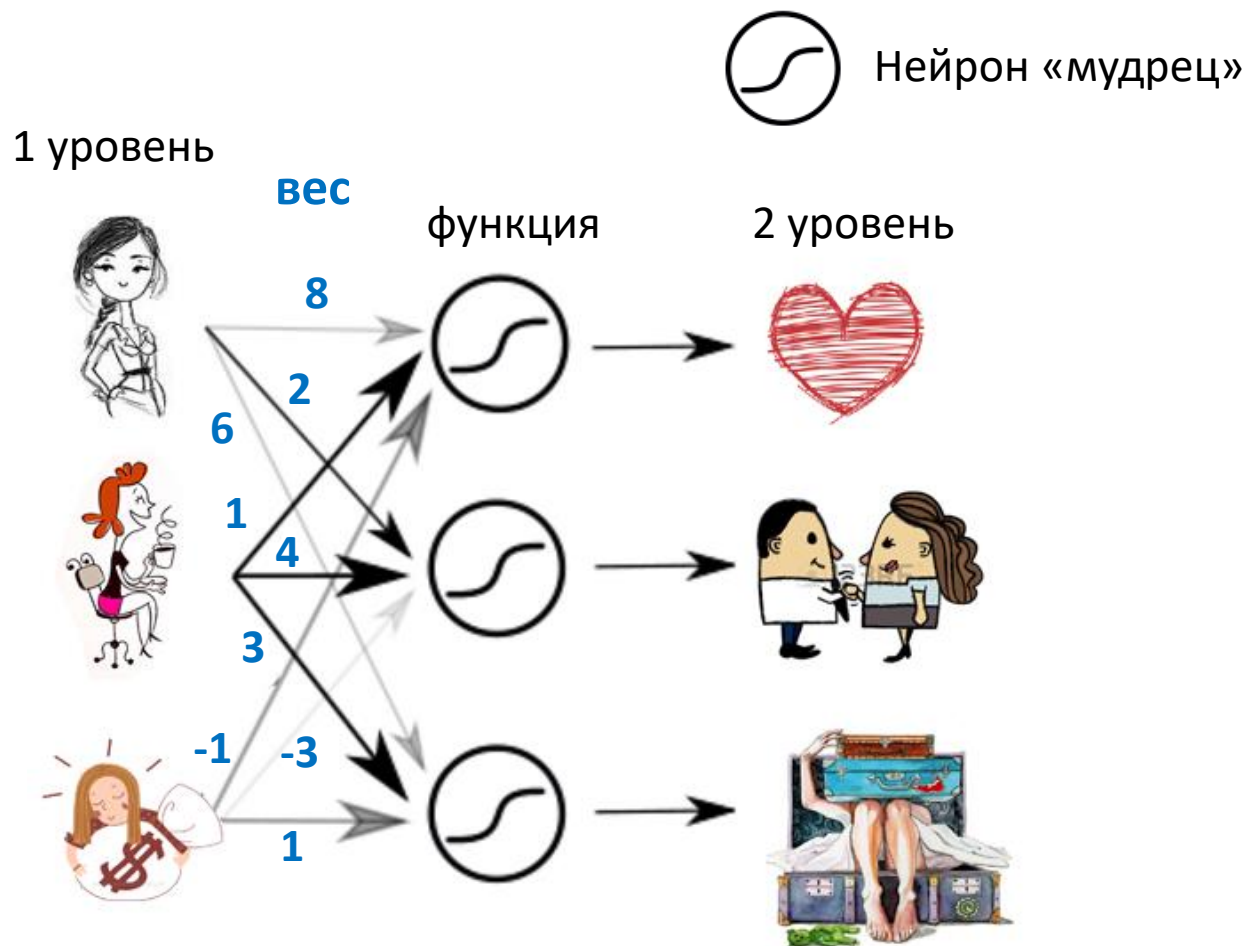
0 – не влюблюсь



Работа нейронной сети



Работа нейронной сети



Работа нейронной сети

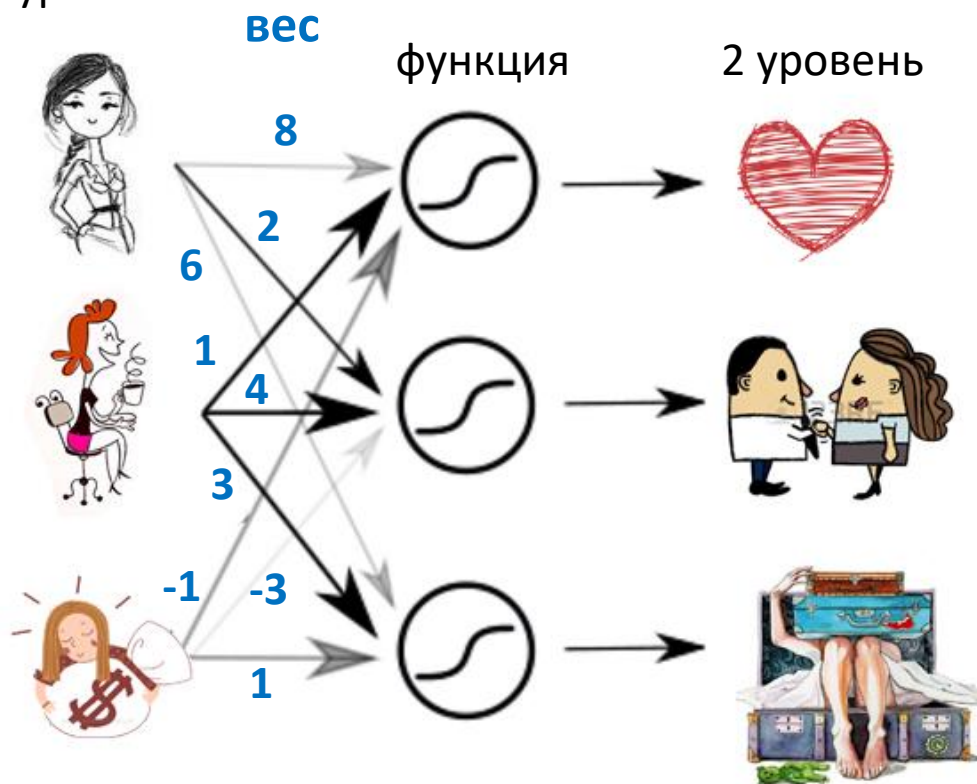


Нейрон «мудрец»



Нейрон «максималист»

1 уровень

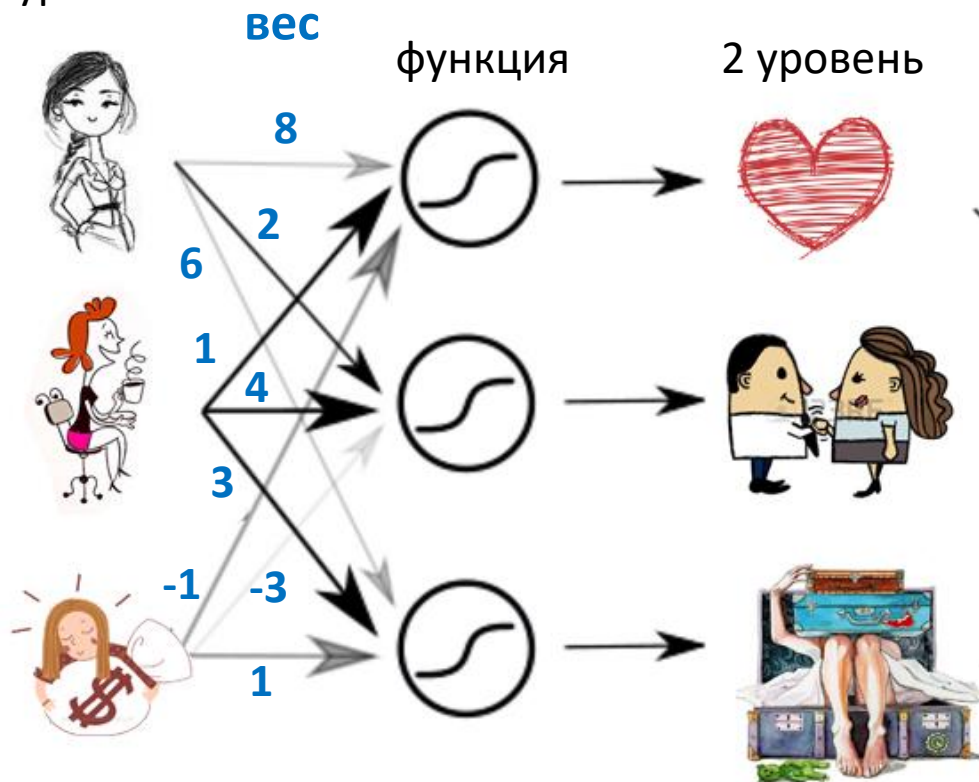


Работа нейронной сети

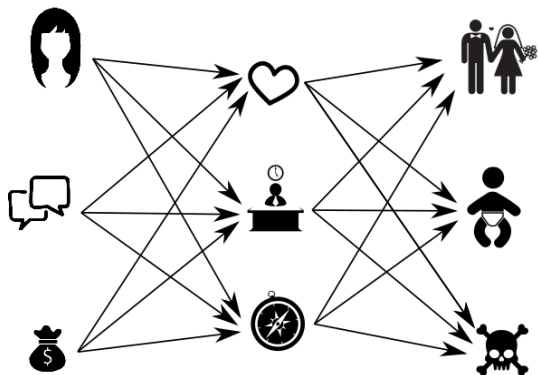


Нейрон «мудрец»

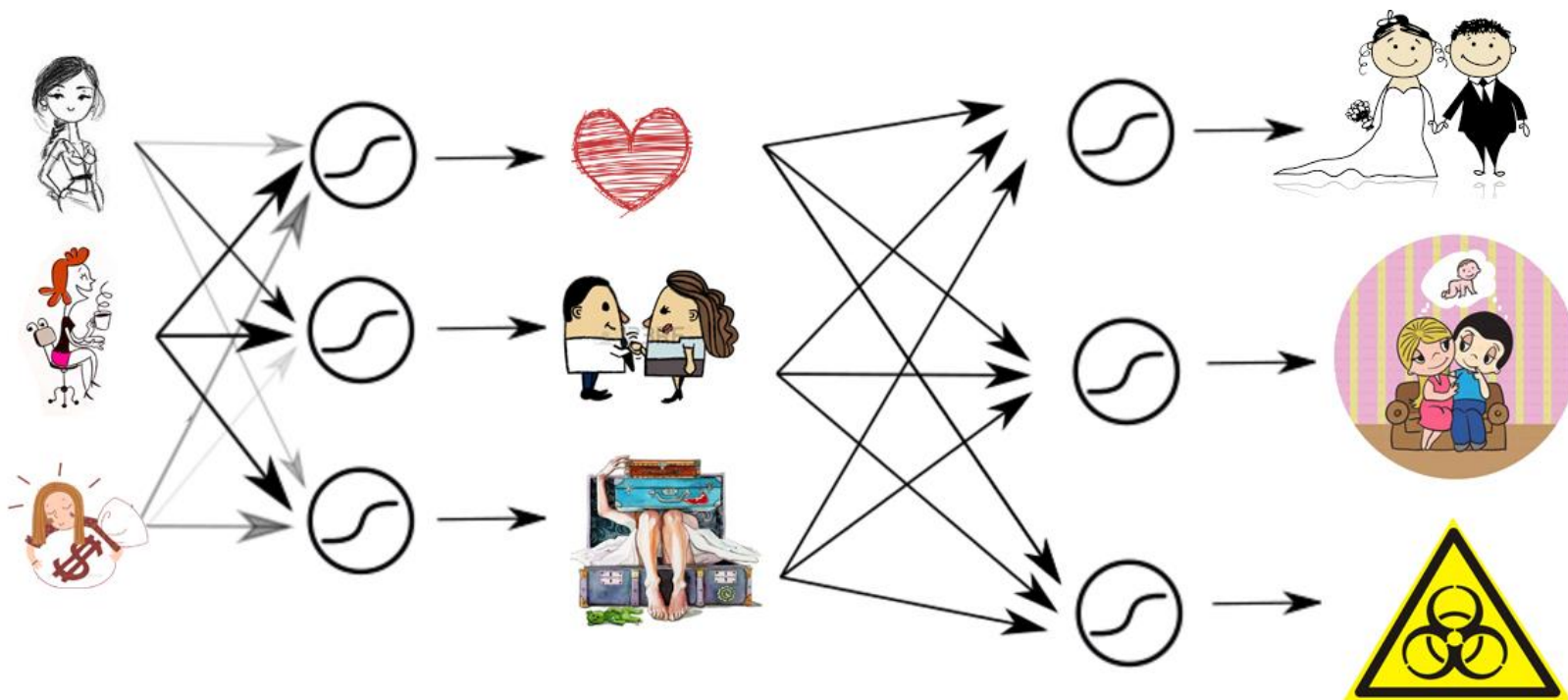
1 уровень



Работа нейронной сети



В отличие от транзисторов и бескомпромиссной логики типичного программиста “если — то”, нейронная сеть умеет принимать взвешенные решения. Их результаты будут плавно меняться, при плавном изменении входных параметров. Вот она мудрость!



Работа нейронной сети

Существует две парадигмы обучения нейронных сетей – с учителем и без учителя. В первом случае, на входной вектор имеется готовый ответ, во втором случае нейронная сеть самообучается. У каждого вида обучения есть своя ниша задач и по большому счету они не пересекаются. На данный момент придумано и запатентовано большое количество архитектур нейронных сетей и методов их обучения. Но основными (исходными) являются – для обучения с учителем это **«алгоритм обратного распространения ошибки»**, а для обучения без учителя это алгоритмы **Хебба** и **Кохонена**.

Для решения задач с помощью нейросетей необходимо:

- Рассмотреть поставленную задачу и подумать, а не проще ли ее решить с помощью других методов.
- Определиться с начальным пулом* значащих входов. Пул входов обычно перебирается в течение времени и выбираются те, на которых дается наименьшая ошибка.
- Выбрать, что будет на выходе нейронной сети, то есть определить выходные переменные.
- Определиться с начальным количеством слоев и нейронов в них (опять же количество слоев и нейронов в них обычно перебирается в течении обучения).
- Сгенерировать сеть и обучить ее на заданных примерах.

Применение

Среди основных областей применения нейронных сетей — прогнозирование, принятие решений, распознавание образов, оптимизация, анализ данных.

Карта развития нейронных сетей на 2016-2018 годы:

- системы распознавания и классификации объектов на изображениях;
- голосовые интерфейсы взаимодействия для интернета вещей;
- системы мониторинга качества обслуживания в колл-центрах;
- системы выявления неполадок (в том числе, предсказывающие время технического обслуживания), аномалий, кибер-физических угроз;
- системы интеллектуальной безопасности и мониторинга;
- замена ботами части функций операторов колл-центров;
- системы видеоаналитики;
- самообучающиеся системы, оптимизирующие управление материальными потоками или расположение объектов (на складах, транспорте);
- интеллектуальные, самообучающиеся системы управления производственными процессами и устройствами (в том числе, робототехнические);
- появление систем универсального перевода «на лету» для конференций и персонального использования;
- появление ботов-консультантов технической поддержки или персональных ассистентов, по функциям близким к человеку.

Как обстоят дела в России?

[N-Tech.Lab](#)

Разрабатывает технологии распознавания лиц с помощью нейронных сетей. Выпускник факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ Артем Кухаренко основал эту компанию в 2015 году. Команда проекта разработала интеллектуальный алгоритм FaceN, который умеет анализировать черты лица лучше человека.

[VisionLabs](#)

Александр Ханин, Иван Лаптев, Алексей Корничев и Алексей Нехаев зарегистрировали компанию в 2012 году. На старте они вложили в нее 3 млн рублей. VisionLabs разрабатывает технологии распознавания лиц для бизнеса (ритейла, финансового сектора, видеонаблюдения и безопасности). Они предлагают им свою платформу VisionLabs Luna и облачный сервис Face_Is. По данным компании, их продукты обрабатывают изображения в 200 раз быстрее конкурентов.

Российский стартап [Leadza](#) сумел применить нейросети для более эффективного распределения бюджета на рекламу в Facebook и Instagram. Алгоритм анализирует результаты прошедших кампаний, строит прогноз ключевых метрик и на их основе автоматически перераспределяет расходы таким образом, чтобы интернет-магазины смогли получить больше клиентов за меньшую стоимость.

Компания [LogistiX](#), экспериментирующая с технологиями создания искусственного интеллекта с 2006 года, разработала [систему оптимизации работы склада](#). В ее основе лежит обучающаяся нейронная сеть, которая анализирует полученные с фитнес-трекеров данные о работниках и перераспределяет между ними нагрузку. Теперь команда учит нейросети различать брак.

ИИ помощник

Cubic.ai

В 2011 году красноярец Юрий Буров продал свою первую ИТ-компанию и переехал в Москву, чтобы заняться робототехникой. В 2012 году он вместе с инженерами Андреем Грязновым и Константином Крестниковым запустил компанию Cubic Robotics. Они разработали Cubic — домашнего робота-ассистента с голосовым управлением. Гаджет умеет шутить, заводить будильник, напоминать о делах, включать и переключать музыку, рассказывать о пробках и погоде, читать новости и отвечать на вопросы.

<https://youtu.be/t2Kam-xwLJs>



Дополнительная информация

<https://habrahabr.ru/company/yandex/blog/307260/>

[Ф. Уоссермен, Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. 1992 г.](#)

[С. Хайкин, Нейронные сети: Полный курс. 2006 г.](#)

[Д. Форсайт, Компьютерное зрение. Современный подход. 2004 г.](#)

<https://geektimes.ru/post/277088/>

The End