

# Лекция 1

## Введение в машинное обучение

# Содержание



1. О чем курс
2. Постановка задачи машинного обучения
3. Разбор прикладных задач
4. Как строить алгоритмы

# Часть 1

## О чем курс

---





Машинное обучение (Machine Learning) — обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться

Искусственный интеллект (Artificial intelligence) — наука и технология создания интеллектуальных машин.

Источник: [machinelearning.ru](http://machinelearning.ru)

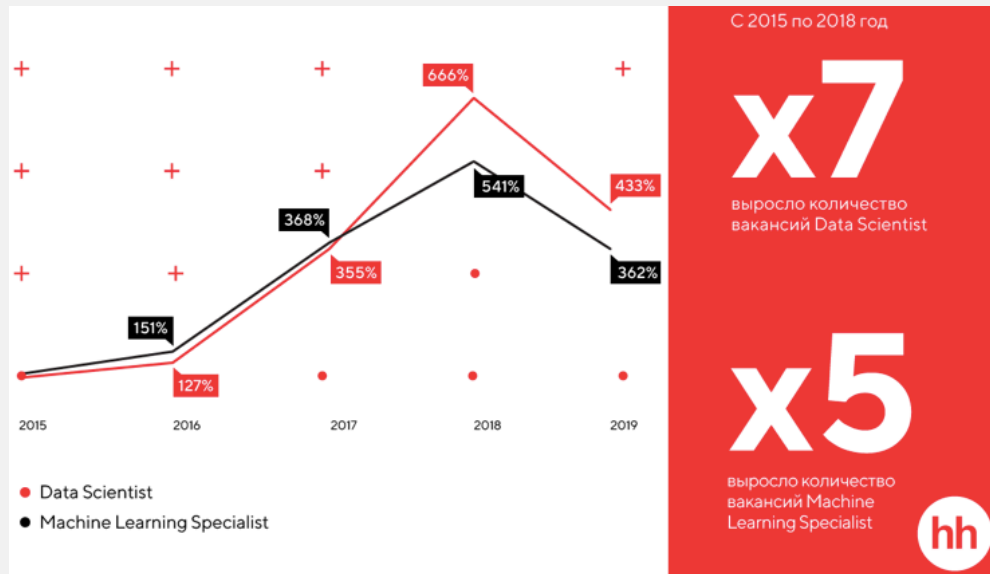


Что значит способны обучаться? Кто их обучает?

# Зачем все это?



- Специалисты по машинному обучению востребованы
- Много красивой математики
- Все применимо в реальных задачах



Источник: [corp.mail.ru/ru/press/infograph/10476/](http://corp.mail.ru/ru/press/infograph/10476/)

# Знакомимся с преподавателями

---



**Всеволод Викулин**



**Дмитрий Меркушов**



**Дмитрий Парпулов**



**Сергей Чепарухин**

# Структура курса



- 11 лекций
- 2 коллоквиума (каждый 20 баллов)
- 4 домашних задания (первое 5 баллов, остальные 10, гибкая система штрафов)
- защита проекта (25 баллов)
- на каждой лекции небольшой тест по прошлой теме (10 бонусных баллов)
- море удовольствия (бесценно)

0–49 неудовлетворительно, 50–79 удовлетворительно, 80–94 хорошо, > 94 отлично

Общаемся в слаке, домашние работы отправляем на [ml1.sphere@mail.ru](mailto:ml1.sphere@mail.ru)

Материалы лекций тут [github.com/VVVikulin/ml1.sphere](https://github.com/VVVikulin/ml1.sphere)

# Финальный проект

---



- Реальные данные от Mail.Ru
- Объединяемся в команды (максимум 4 человека)
- Решаем прикладную задачу на соревновательной платформе Kaggle
- Кто лучше решил, тот молодец
- Защищаем свое решение презентацией



# Рекомендуемая литература

---



- Воронцов К.В. [www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf](http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf)
- Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning
- Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning
- Skiena S. The Data Science Design Manual
- Ресурс [www.machinelearning.ru](http://www.machinelearning.ru)
- Блог А.Г. Дьяконова [www.dyakonov.org](http://www.dyakonov.org)

## Часть 2

# Постановка задачи машинного обучения

---



# Общая постановка



Имеется множество объектов. Каждый объект описывается вектором его наблюдаемых характеристик (признаков)  $x \in X$  и скрытых характеристик  $y \in Y$  (целевая переменная).

Существует некоторая функция  $f : X \rightarrow Y$

Задача: имея **ограниченный** набор объектов (обучающая выборка), построить функцию  $a : X \rightarrow Y$ , приближающую  $f$  на всем множестве объектов (на генеральной совокупности).

# Какие бывают признаки



- Вещественный признак - принимает вещественные значения
- Бинарный признак - может принимать 2 значения
- Категориальный признак - может принимать  $K$  значений
- Порядковый признак - упорядоченный категориальный признак

# Типы задач машинного обучения



Пусть обучающая выборка размера  $N$ . Обозначим:

$$x_1, \dots, x_N = X_{train}, \{y_1, \dots, y_N\} = Y_{train}$$

- Обучение с учителем (supervised learning).  
Известны  $X_{train}, Y_{train}$
- Обучение без учителя (unsupervised learning).  
Известно только  $X_{train}$
- Частичное обучение (semi-supervised learning).  
Известно  $X_{train}$  и для некоторых объектов из  $X_{train}$  известна целевая переменная

В нашем курсе рассмотрим первые два типа.

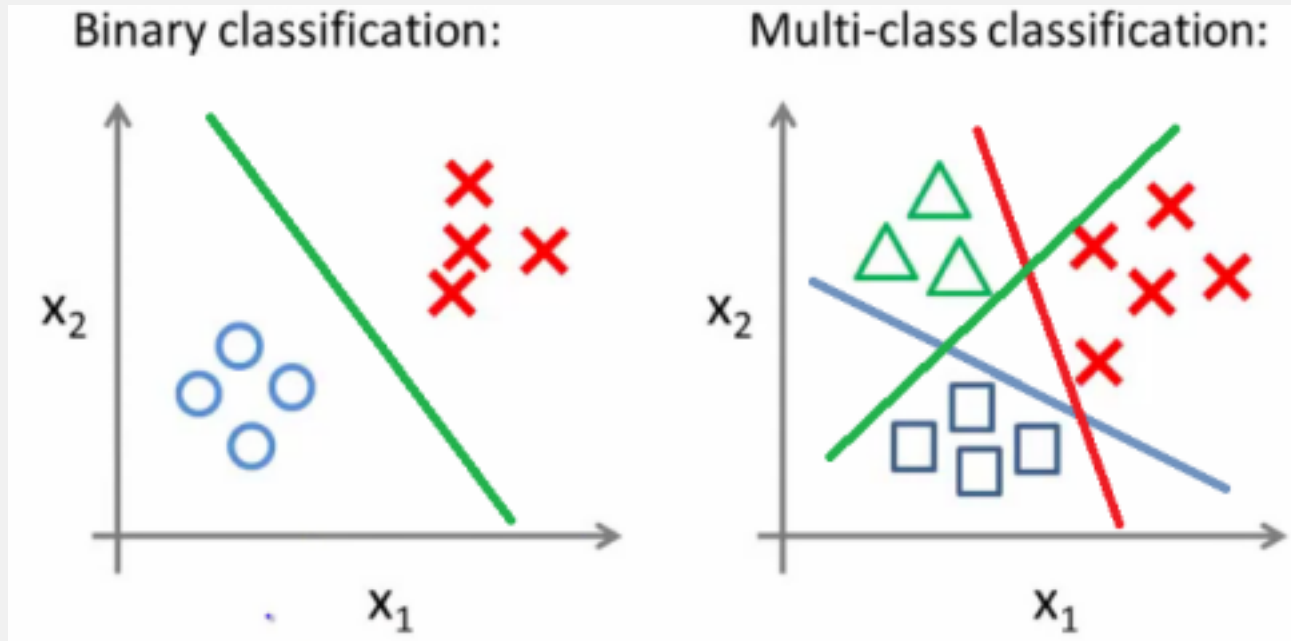


По типу целевой переменной обучение с учителем разбивается на несколько классов.

В курсе разберем 2 постановки:

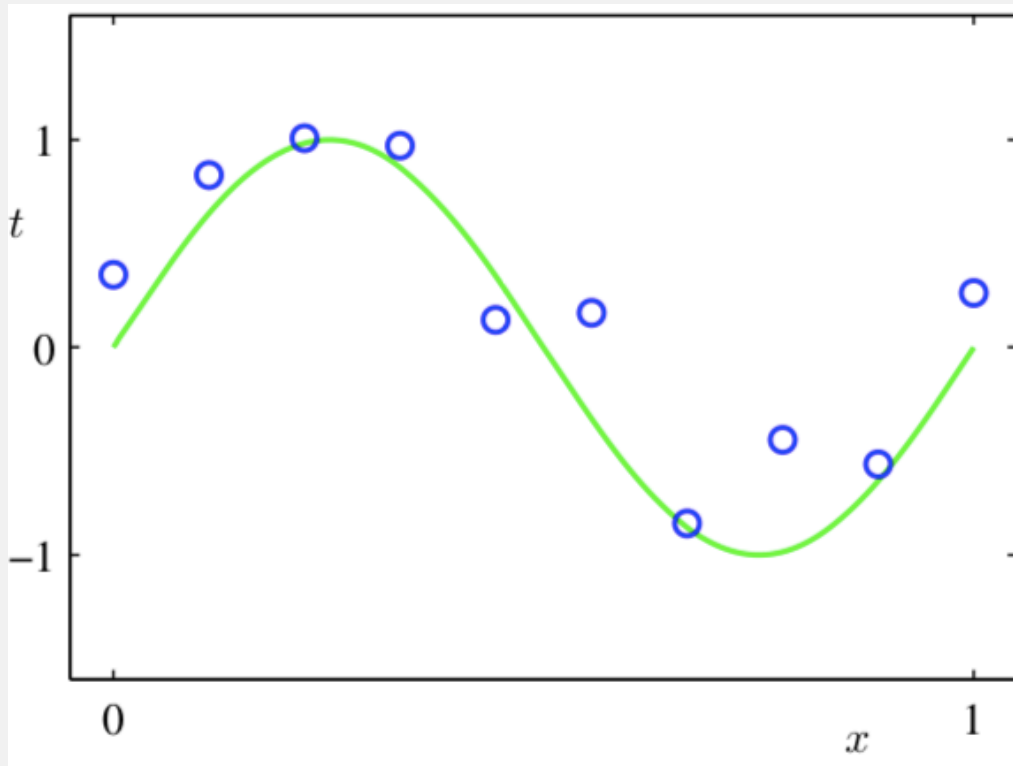
- Классификация -  $Y = \{1, \dots, M\}$ , классы могут пересекаться
- Регрессия -  $Y = \mathbb{R}$  или  $Y = \mathbb{R}^M$

# Пример классификации



Источник: [medium.com/@b.terryjack](https://medium.com/@b.terryjack)

# Пример регрессии



Источник: Bishop

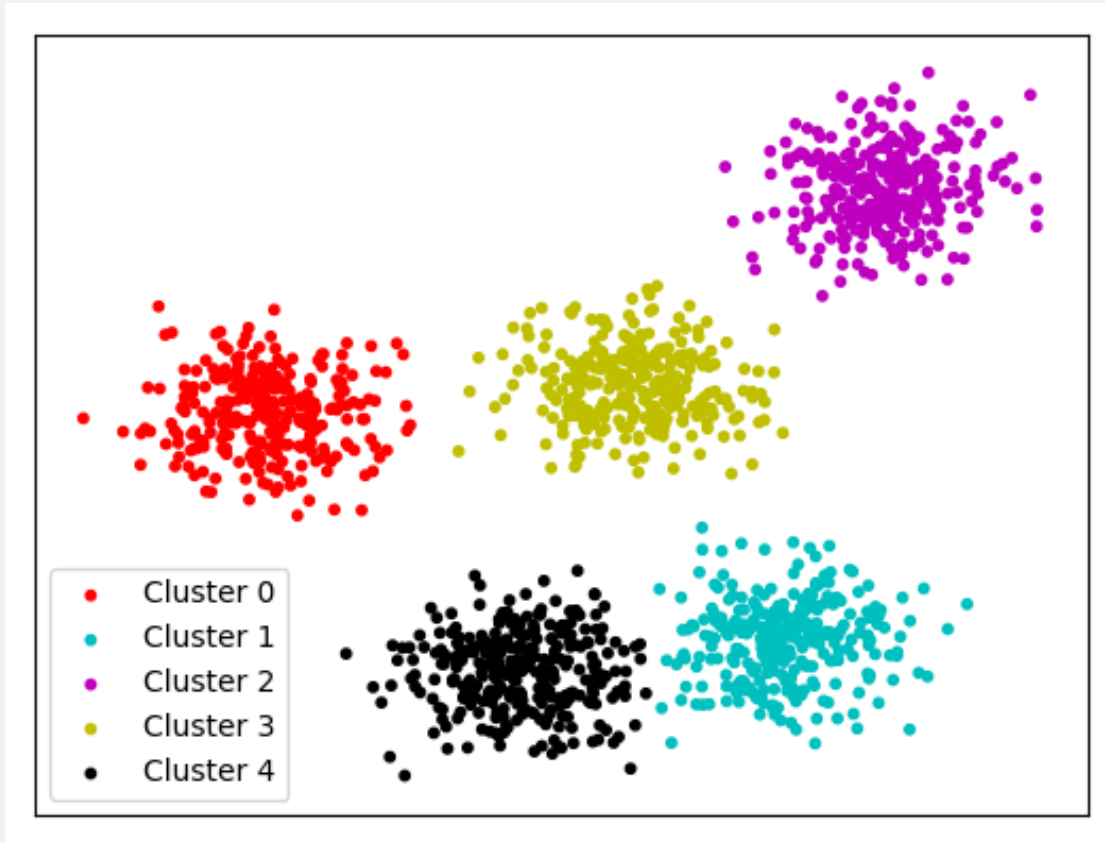




Можно выделить следующие типы:

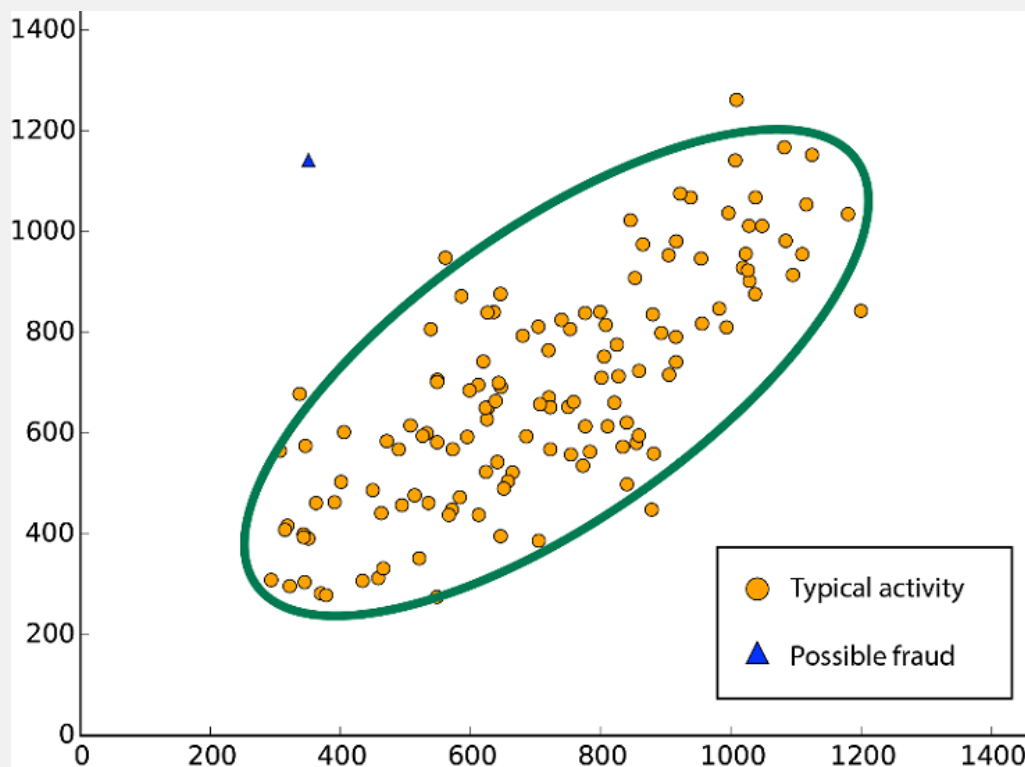
- Кластеризация - разбиение объектов на такие группы, что объекты в одних группах похожи, а в разных отличаются
- Поиск аномалий - поиск объектов, отличающихся от всех остальных
- Снижение размерности -- уменьшение числа признаков

# Пример кластеризации



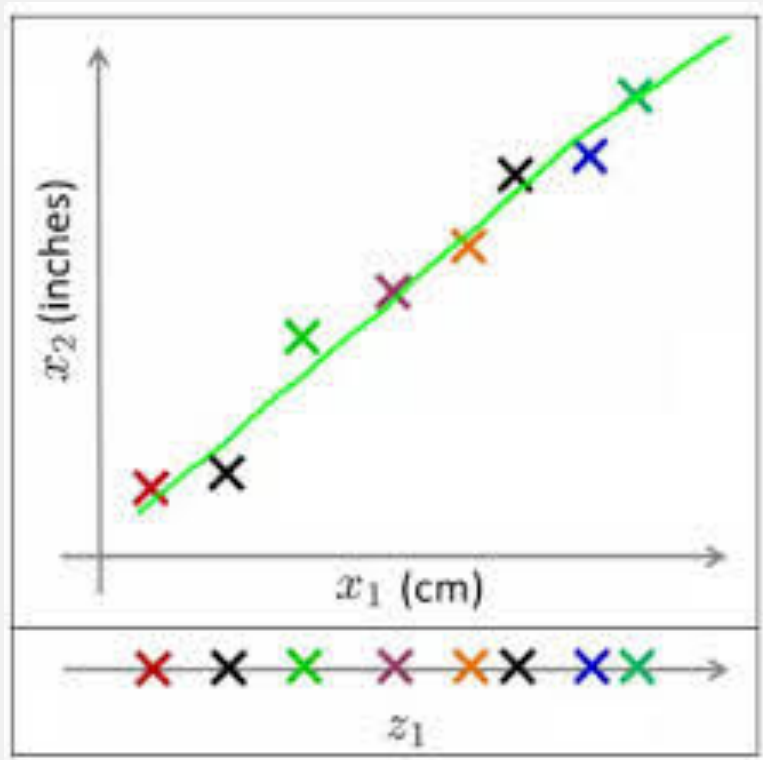
Источник: [towardsdatascience.com](https://towardsdatascience.com)

# Пример поиска аномалий



Источник: [esearchgate.net/figure/Figure-1-anomaly-detection\\_fig1\\_321682378](https://esearchgate.net/figure/Figure-1-anomaly-detection_fig1_321682378)

# Пример поиска аномалий



Источник: [analyticsvidhya.com/blog/2015/07/dimension-reduction-methods](http://analyticsvidhya.com/blog/2015/07/dimension-reduction-methods)

# Часть 3

## Разбор прикладных задач

---



# Правило разбора



Прежде чем делать прикладную задачу, нужно разобрать ее постановку!

Делаем по принципу:

1. Что является объектом в задаче?
2. Что является целевой переменной?
3. С учителем или без?
4. Регрессия или классификация? Кластеризация или поиск аномалий?
5. Какие данные нам нужны?
6. Какие признаки нужно извлечь?



Источник: [technicallyeasy.net](http://technicallyeasy.net)



1. Письмо
2. Является ли письмо спамом
3. С учителем
4. Бинарная классификация
5. Письма, которые сами пользователи разметили, что это спам
6. Почта отправителя, содержит ли письмо маркерные фразы («скачать», «бесплатно», «без смс» и т.д.)



# Рекламные объявления



The screenshot displays the Odnoklassniki website interface. At the top, there is a navigation bar with icons for messages, discussions, announcements, friends, guests, events, music, and video. Below this, the main content area is divided into several sections:

- Left Sidebar:** Contains several advertisements, including one for "Трунки Иваново до 64 р.", "Новейшие технологии жарки", "Настоящие украшения...", "Матрас Benariti", and "Акция только 32-летним!".
- Main Content Area:** Features a large advertisement for "Новая коллекция 2018" by Bonprix.ru, showing three models wearing different styles of clothing. Below this, there is a section titled "Мудрость великих" with a date of "25 марта".
- Right Sidebar:** Includes a profile for "Екатерина Крюкова" with a "написать" button, and a "Фотоконкурс" section with a "Посмотреть участников" link.

At the bottom of the page, there are links for "Создать рекламу", "Мобильная версия", "Реклама", "Помощь", and "Новости".

Источник: [edison.bz/blog/mytarget-sekrety-nastroek-v-2018-godu.html](http://edison.bz/blog/mytarget-sekrety-nastroek-v-2018-godu.html)

# Рекламные объявления



1. Пара (пользователь, объявление)
2. Кликнет ли пользователь на объявление
3. С учителем
4. Бинарная классификация
5. Пользовательская история взаимодействия с рекламой
6. Возраст, город, интересы (интересуется ли он спортом, политикой и т.д.)

# Предсказание объема продаж товара в магазине

---



Источник: [assignmentpoint.com/business/finance/](http://assignmentpoint.com/business/finance/)

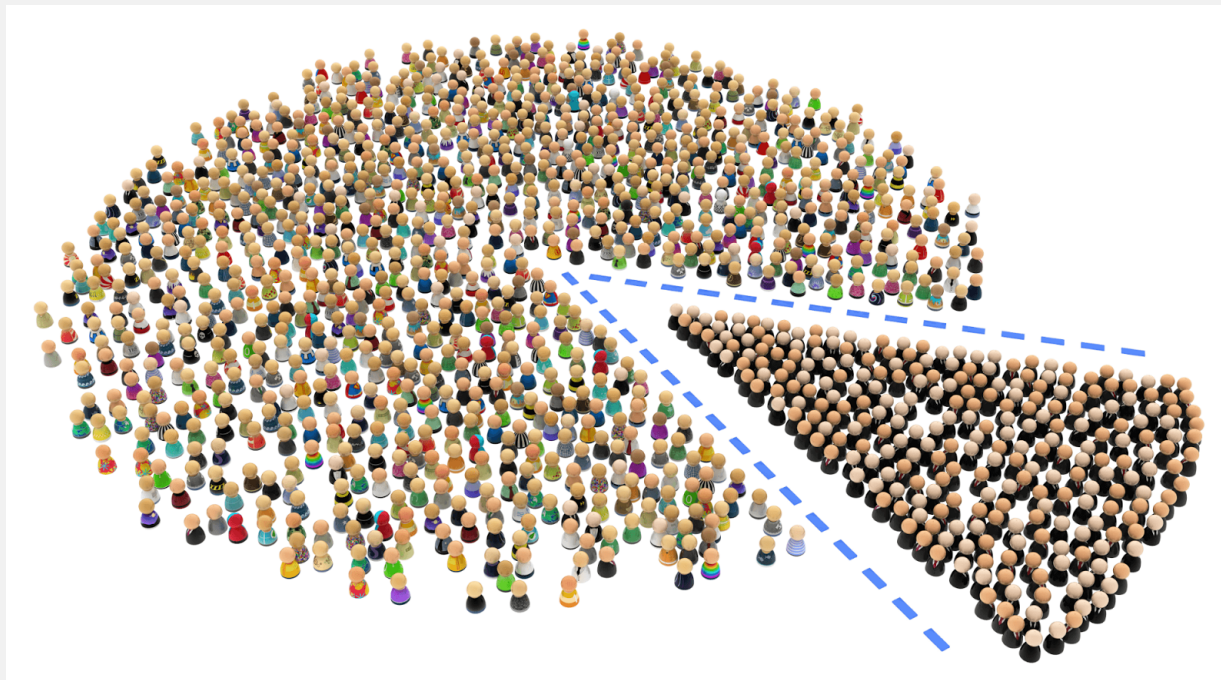
# Предсказание объема продаж товара в магазине

---



1. Тройка (товар, магазин, день)
2. Сколько мы за этот день продадим данного продукта в этом магазине?
3. С учителем
4. Регрессия
5. История продаж
6. Прошлые продажи, день недели, стоимость товара, есть ли скидка

# Сегментация пользователей телеком компании



Источник: [medium.com/analytics-for-human](https://medium.com/analytics-for-human)

# Сегментация пользователей телеком компании

---



1. Пользователь
2. Кластер пользователя
3. Без учителя
4. Кластеризация
5. История пользователей
6. Среднее время выхода пользователя в интернет, время звонков, сколько тратит в месяц, город

# Детектирование поломок на заводе



Источник: [strellagroup.com/industry-manufacturing-software](http://strellagroup.com/industry-manufacturing-software)

# Детектирование поломок на заводе

---



1. Интервал времени
2. Есть ли поломка завода?
3. Без учителя
4. Поиск аномалий
5. История работы приборов на заводе
6. Отличие измерений от прошлых замеров на всех приборах



# Часть 4

## Как строить алгоритмы

---



# Сравниваем алгоритмы



Далее рассматриваем обучение с учителем.

**Функция потерь** (loss function)  $L(a, x, y)$  - неотрицательная функция, показывающая величину ошибки алгоритма  $a$  на объекте  $x$  с целевой переменной  $y$ .

**Функционал качества**  $Q(a, X, Y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L(a, x_i, y_i), x_i \in X, y_i \in Y$

Принцип минимизации эмпирического риска:

$a^* = \underset{A}{\operatorname{argmin}} Q(a, X_{train}, Y_{train})$ , где  $A$  - семейство алгоритмов.

Примеры функций потерь:

- Классификация -  $L(a, x, y) = [a(x) \neq y]$
- Регрессия -  $L(a, x, y) = |a(x) - y|$

Формула обучения:

Learning = Representation + Evaluation + Optimization

Источник: <https://homes.cs.washington.edu/~pedrod/papers/cacm12.pdf>

# Сравниваем алгоритмы



Самый важный вопрос: открыли ли мы закон природы или просто подогнали наш алгоритм  $a(x)$  под обучающую выборку?

Не обязательно, что  $\underset{A}{\operatorname{argmin}} Q(a, X_{train}, Y_{train})$  - полезный алгоритм.

? Можете придумать пример алгоритма, у которого ошибка на обучении 0, но он совершенно бесполезен?

Финальный алгоритм проверяем на контрольной выборке  $X_{test}, Y_{test}$ , которую он раньше не видел.

# Переобучение и обобщающая способность

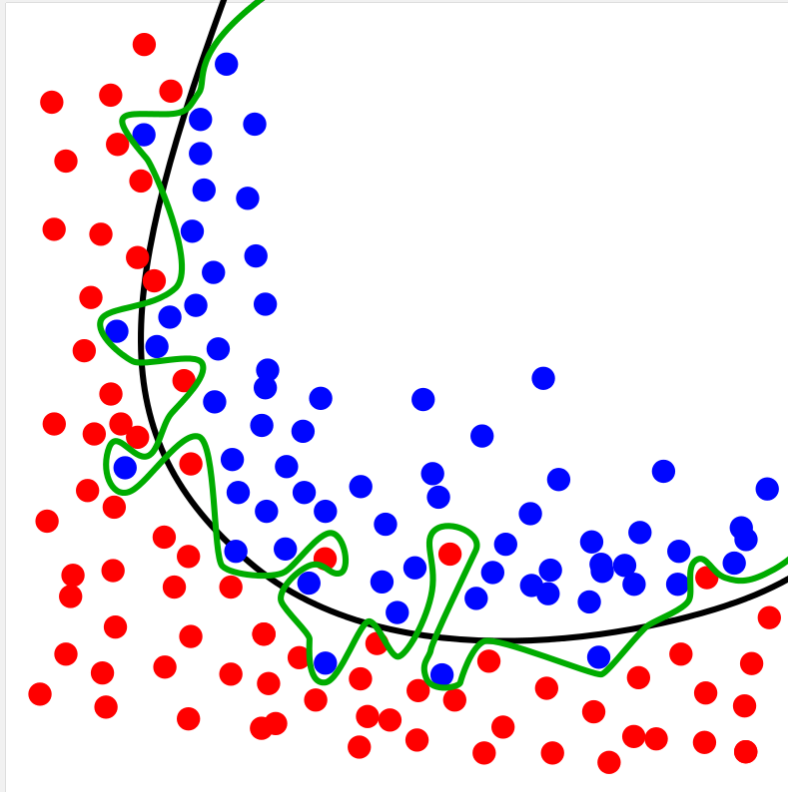


Проблема **переобучения** - значения  $Q(a, X_{train}, Y_{train})$  значительно меньше, чем значение  $Q(a, X_{test}, Y_{test})$  на контрольной выборке.

Если  $Q(a, X_{test}, Y_{test})$  примерно равна  $Q(a, X_{train}, Y_{train})$ , то говорят, что алгоритм обладает **обобщающей способностью**.

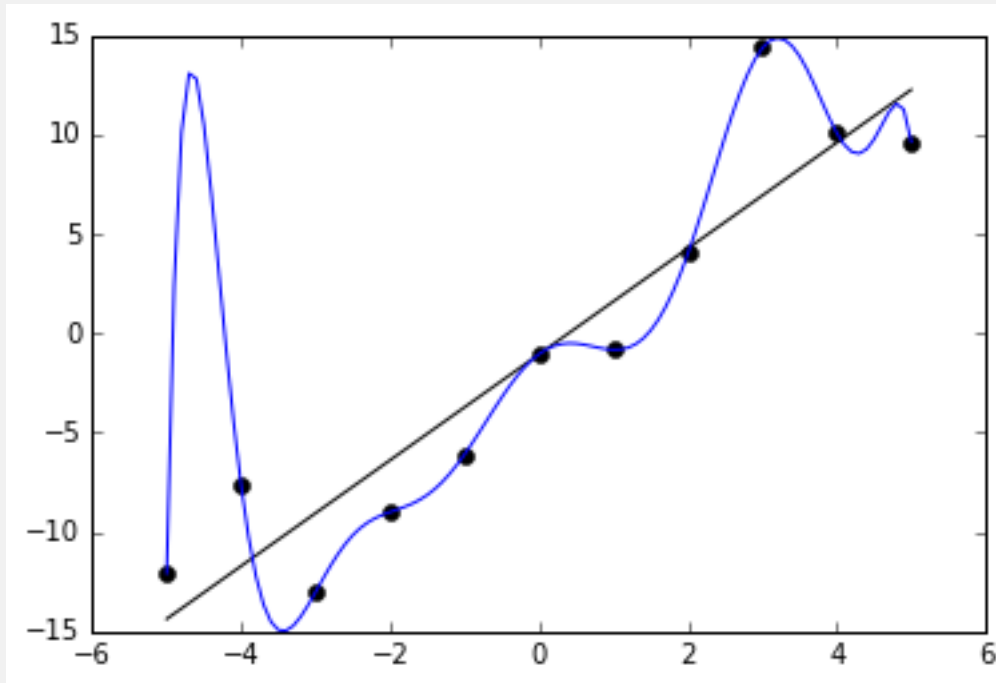
Переобучение есть всегда из-за индуктивной постановки задачи - нахождение закона природы по неполной выборке!  
Но еще она может быть из-за излишней **сложности** модели.

# Пример переобучения



Источник: [en.wikipedia.org/wiki/Overfitting](https://en.wikipedia.org/wiki/Overfitting)

# Пример переобучения



Источник: [en.wikipedia.org/wiki/Overfitting](https://en.wikipedia.org/wiki/Overfitting)

# Как обнаружить переобучение?



Было несколько подходов:

- Структурная минимизация риска (В. Вапник, А. Червоненкис, 1974)
- Информационный критерий Акаике (Акаике, 1974)
- Минимизация длины описания (Риссанен, 1978)
- Максимизация обоснованности (Маккай, 1992)

Надежно можно только эмпирически, посчитав разницу  $Q(a, X_{test}, Y_{test}) - Q(a, X_{train}, Y_{train})$

# Как бороться с переобучением?



- Искать больше данных
- Упрощать семейство  $A$ , используя экспертные знания о структуре решения.

Без знания предметной области невозможно решать прикладную задачу!

Нет идеального алгоритма, решающего все задачи лучше других.

The No Free Lunch Theorem, Wolpert, 1996





**Спасибо за  
внимание!**