

# Основные понятия машинного обучения

Елена Кантонистова

# План лекции

---



- Основные понятия машинного обучения
- Типы задач
- Обучение модели
- Оценка качества модели
- Полный цикл проекта по анализу данных

# 1. Основные понятия машинного обучения

---

# Пример: задача скоринга

---

- Пусть по характеристикам клиента (пол, возраст, средний доход, рейтинг кредитной истории и так далее) мы хотим предсказать, **вернёт клиент кредит или не вернёт**.



# Пример: задача скоринга



- Целевая переменная (**target**), то есть величина, которую хотим предсказать - это число (например, 1 - если человек вернет кредит, и 0 иначе).
- Характеристики клиента, а именно, его пол, возраст, доход и так далее, называются **признаками (features)**.
- Сами же клиенты - сущности, с которыми мы работаем в этой задаче - называются **объектами (objects)**.

# Обучение алгоритма



- На **этапе обучения** происходит анализ большого количества данных, для которых у нас имеются правильные ответы (например, клиенты, про которых мы знаем – вернули они кредит или нет; пациенты и их анализы, где про каждого пациента мы знаем, болен он или здоров и так далее).



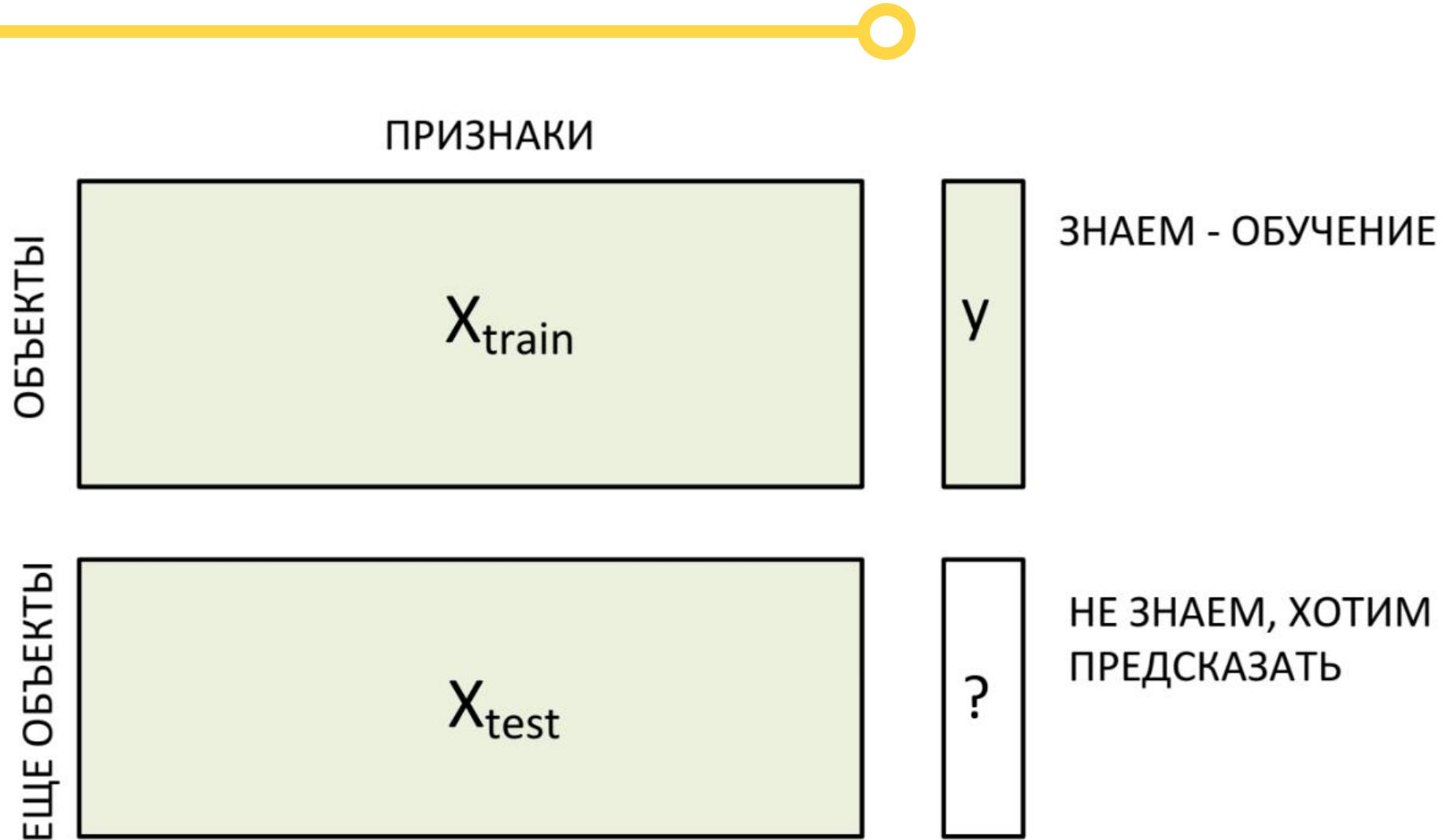
- Модель машинного обучения изучает эти данные и старается научиться делать предсказания таким образом, чтобы для каждого объекта предсказывать как можно более точный ответ. Все данные с известными ответами называются **обучающей выборкой**.

# Применение алгоритма

---

- **На этапе применения** готовая (уже обученная) модель применяется для того, чтобы получить ответ на новых данных. Например, у нас есть подробная информация о клиентах, и мы применяем модель, чтобы она предсказала, кто из них вернет кредит, а кто нет.

# Этапы машинного обучения



## 2. Типы задач в ML



# Типы задач в ML

---



*Что такое задача классификации?*

*Что такое задача регрессии?*

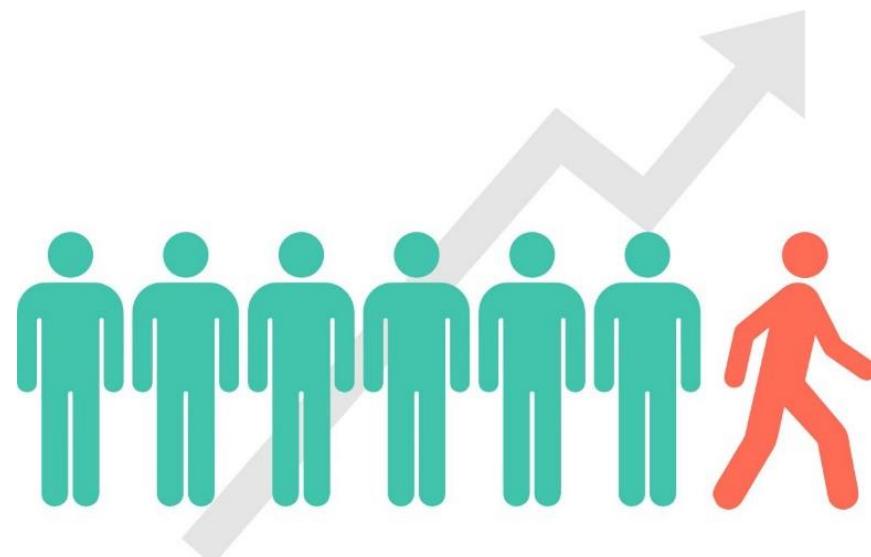
# Типы задач в ML: Классификация

---

- В задачах **классификации** целевая переменная - это класс объекта. То есть в задачах классификации ответ может быть одним из конечного числа классов.

Примеры:

- пол клиента (мужчина или женщина)
- уйдет клиент из компании или нет
- вернет человек кредит или нет
- болен пациент или здоров и т. д.



# Примеры задач классификации



- Задачи медицинской диагностики (пациент здоров или болен)
- Задачи кредитного scoringа (выдаст банк кредит данному клиенту или нет)
- Задача предсказания оттока клиентов (уйдет клиент в следующем месяце или нет)
- Предсказание поведения пользователя (кликнет пользователь по данному баннеру или нет)
- Классификация изображений (на изображении кошка или собака)

# Типы задач в ML: Регрессия

---

В задачах **регрессии** целевая переменная может принимать бесконечно много значений. Например, прибыль фирмы может быть любым числом (как очень большим, так и очень маленьким) - даже отрицательным или нецелым.



# Примеры задач регрессии

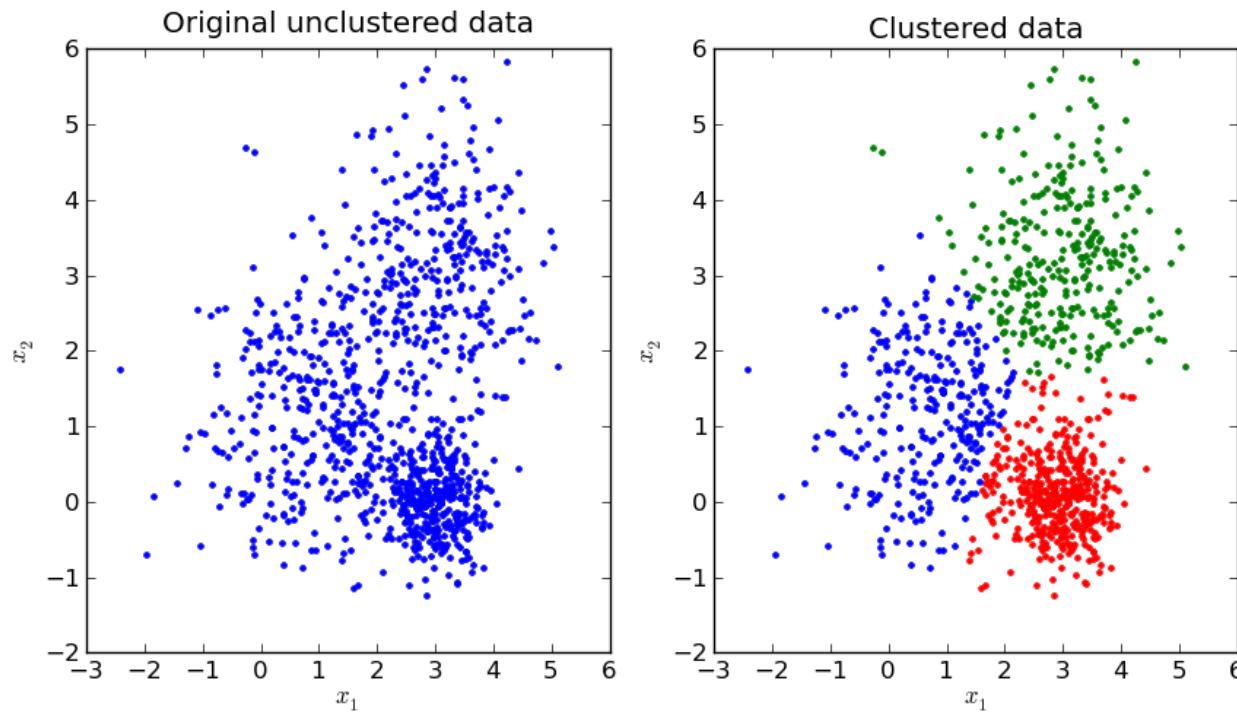
---

- Предсказание стоимости недвижимости (стоимость квартиры в Москве)
- Предсказание прибыли ресторана
- Предсказание поведения временного ряда в будущем (стоимость акций)
- Предсказание зарплаты выпускника вуза по его оценкам

# Типы задач в ML: кластеризация



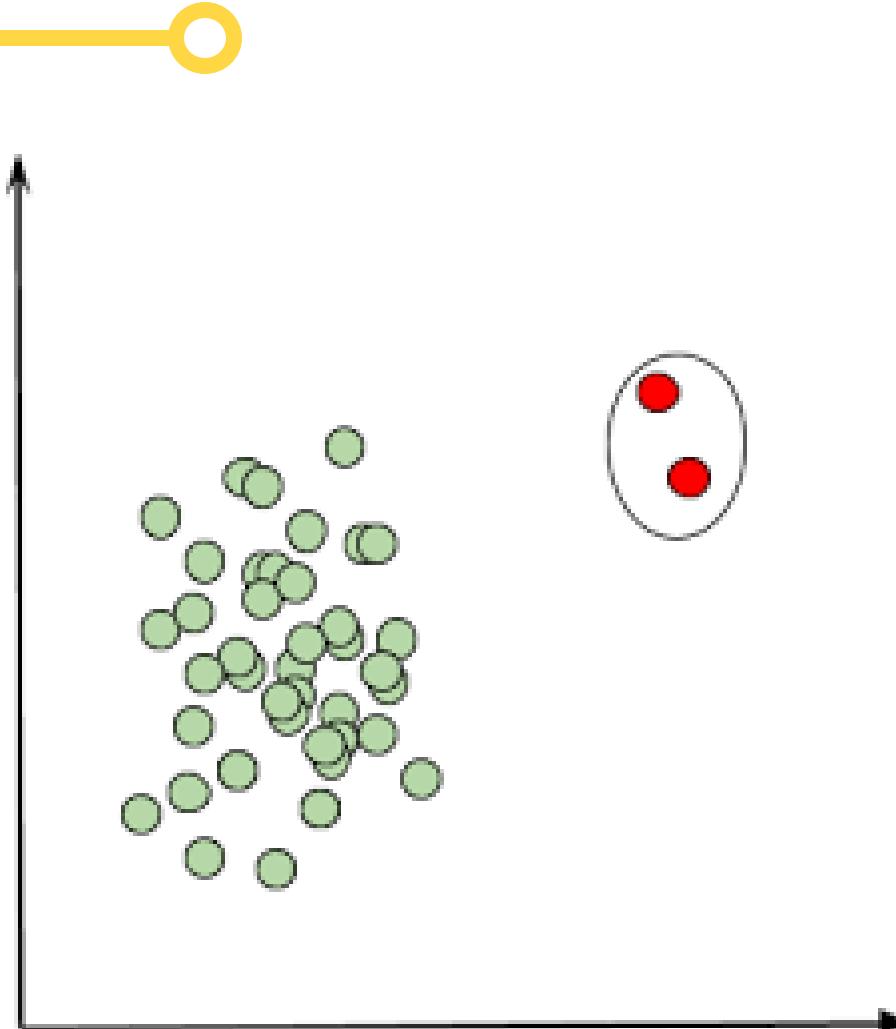
**Кластеризация** – задача разделения объектов на группы, при этом где целевые переменные для объектов неизвестны (или не существуют). Разделение происходит только на основе признаковых описаний объектов.



# Другие типы задач в ML

- Ранжирование
- Рекомендации
- Снижение размерности
- Поиск аномалий
- Генерация
- Визуализация

И другие.



# Типы задач машинного обучения

---

- Если нам известны значения целевой переменной, то есть алгоритм обучается так, чтобы правильно предсказывать целевую переменную – это **обучение с учителем**. Сюда относят классификацию, регрессию и ранжирование.
- Если нам неизвестны значения целевой переменной или целевая переменная вообще отсутствует, то есть алгоритм обучается только по признакам объектов, то это **обучение без учителя**. Примерами обучения с учителем являются кластеризация, понижение размерности и др.



# 3. Обучение модели

---



# Обучение алгоритма

---

Предположим, что мы хотим предсказать *стоимость дома* у по его *площади ( $x_1$ )* и *количество комнат ( $x_2$ )*.



# Обучение алгоритма



Предположим, что мы хотим предсказать *стоимость дома* у по его *площади ( $x_1$ )* и *количество комнат ( $x_2$ )*.

Как правило, алгоритм  $a(x)$  выбирают из некоторого семейства алгоритмов  $A$ .



# Обучение алгоритма



Предположим, что мы хотим предсказать *стоимость дома* у по его *площади ( $x_1$ )* и *количество комнат ( $x_2$ )*.

Как правило, алгоритм  $a(x)$  выбирают из некоторого семейства алгоритмов  $A$ .

Используем линейную модель для предсказания стоимости. Она будет выглядеть так:  
 $a(x) = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2$ ,

где  $w_0, w_1, w_2$  -

параметры модели (веса).



# Обучение алгоритма



Предположим, что мы хотим предсказать *стоимость дома* у по его *площади ( $x_1$ )* и *количество комнат ( $x_2$ )*.

Как правило, алгоритм  $a(x)$  выбирают из некоторого семейства алгоритмов  $A$ .

Используем линейную модель для предсказания стоимости. Она будет выглядеть так:  
 $a(x) = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2$ ,

где  $w_0, w_1, w_2$  -

параметры модели (веса).

Общий вид линейных моделей:

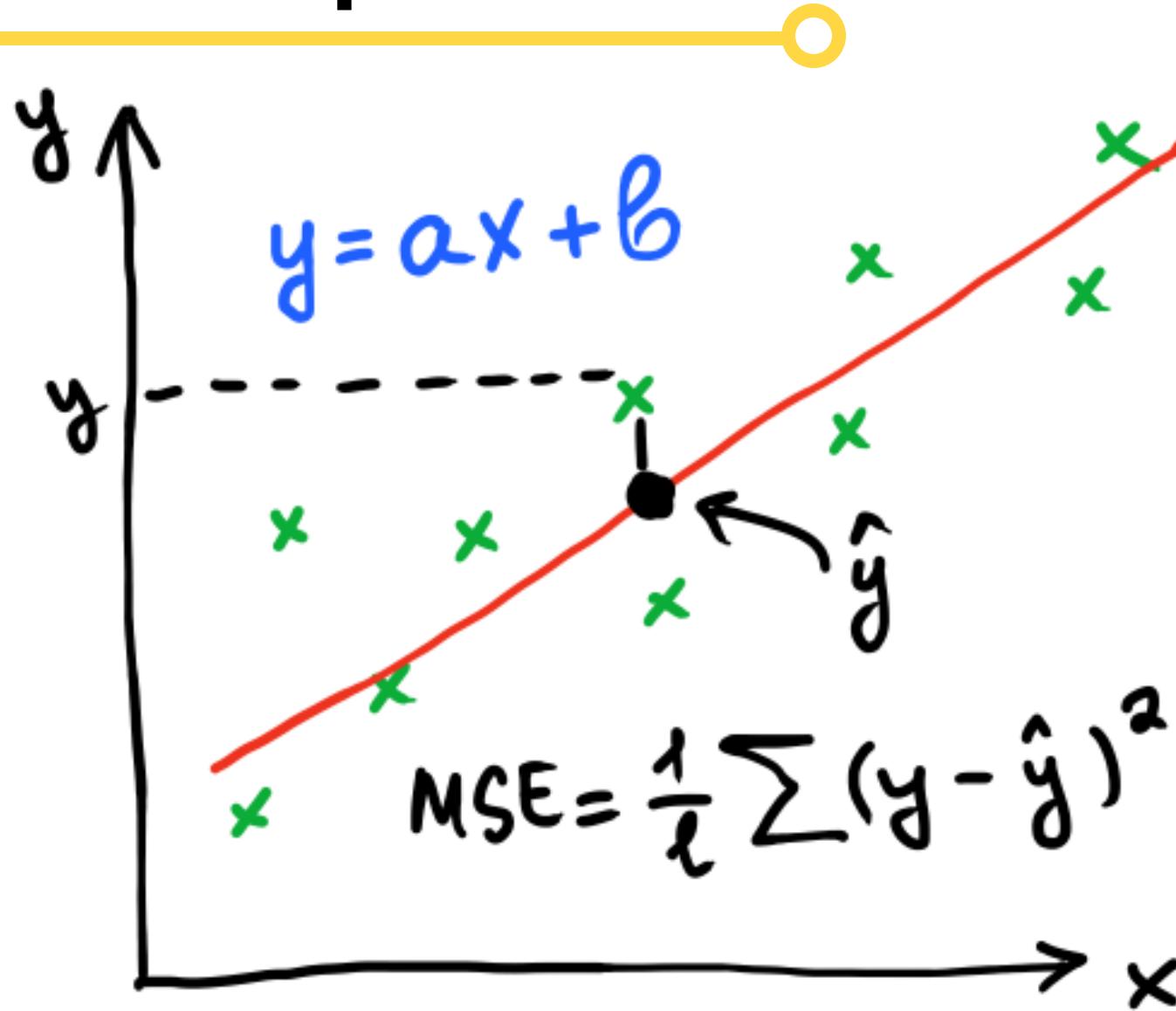
$$A = \{a(x) = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_dx_d | w_0, w_1, \dots, w_d \in \mathbb{R}\}$$



# Обучение алгоритма



# Обучение алгоритма



# Функционал ошибки

---



Как измерить ошибку алгоритма на всех объектах выборки?

**Функционал ошибки** – функционал, измеряющий качество работы алгоритма.

**Пример** (среднеквадратичная ошибка, MSE):

$$Q(a, X) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (a(x_i) - y_i)^2$$

$X$  – объекты,  $l$  – количество объектов

$a$  – алгоритм,  $a(x_i)$  – ответ алгоритма на объекте  $x_i$

$y_i$  - истинные ответы

# Функционал ошибки

---

**Функционал ошибки** – функционал, измеряющий качество работы алгоритма.

**Пример** (среднеквадратичная ошибка, MSE):

$$Q(a, X) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (a(x_i) - y_i)^2 \rightarrow \min$$

$X$  – объекты,  $l$  – количество объектов

$a$  – алгоритм,  $a(x_i)$  – ответ алгоритма на объекте  $x_i$

$y_i$  – истинные ответы

*При обучении алгоритма мы минимизируем функционал ошибки.*

# Обучение алгоритма

---

Пример (семейство линейных моделей):

$$A = \{a(x) = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_dx_d \mid w_0, w_1, \dots, w_d \in \mathbb{R}\}$$

Функционал ошибки:

$$Q(a, X) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (a(x_i) - y_i)^2$$

Функционал ошибки для линейной модели стоимости дома:

$$Q(a, X) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 - y_i)^2$$

# Обучение алгоритма

---

Параметры  $w_0, w_1, w_2$  подбираются так, чтобы на них достигался минимум функции потерь (на обучающей выборке):

Функционал ошибки для линейной модели стоимости дома:

$$Q(a, X) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (w_0 + w_1 x_1 + w_2 x_2 - y_i)^2 \rightarrow \min_{w_0, w_1, w_2}$$

# Обучение алгоритма

---



Процесс поиска оптимального алгоритма (оптимального набора параметров или *весов*) называется **обучением**.

# 4. Оценка качества модели

---

# 4. Оценка качества модели

---

*Чем отличается функция потерь от метрики качества?*

# Оценка качества модели

---

- В задачах машинного обучения для оценки качества моделей и сравнения различных алгоритмов используются **метрики качества**
- Метрики отличаются от функций потерь своей целью – они должны быть понятными и интерпретируемыми, отражать интересующие нас показатели качества модели

# Метрики качества

---



В задачах машинного обучения для оценки качества моделей и сравнения различных алгоритмов используются **метрики качества**.

**Примеры:**

- Корень из среднеквадратичной ошибки – для регрессии

$$RMSE(a, X) = \sqrt{\frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (a(x_i) - y_i)^2}$$

# Метрики качества



В задачах машинного обучения для оценки качества моделей и сравнения различных алгоритмов используются *метрики качества*.

**Примеры:**

- Корень из среднеквадратичной ошибки – для регрессии
- **Доля правильных ответов** – для классификации

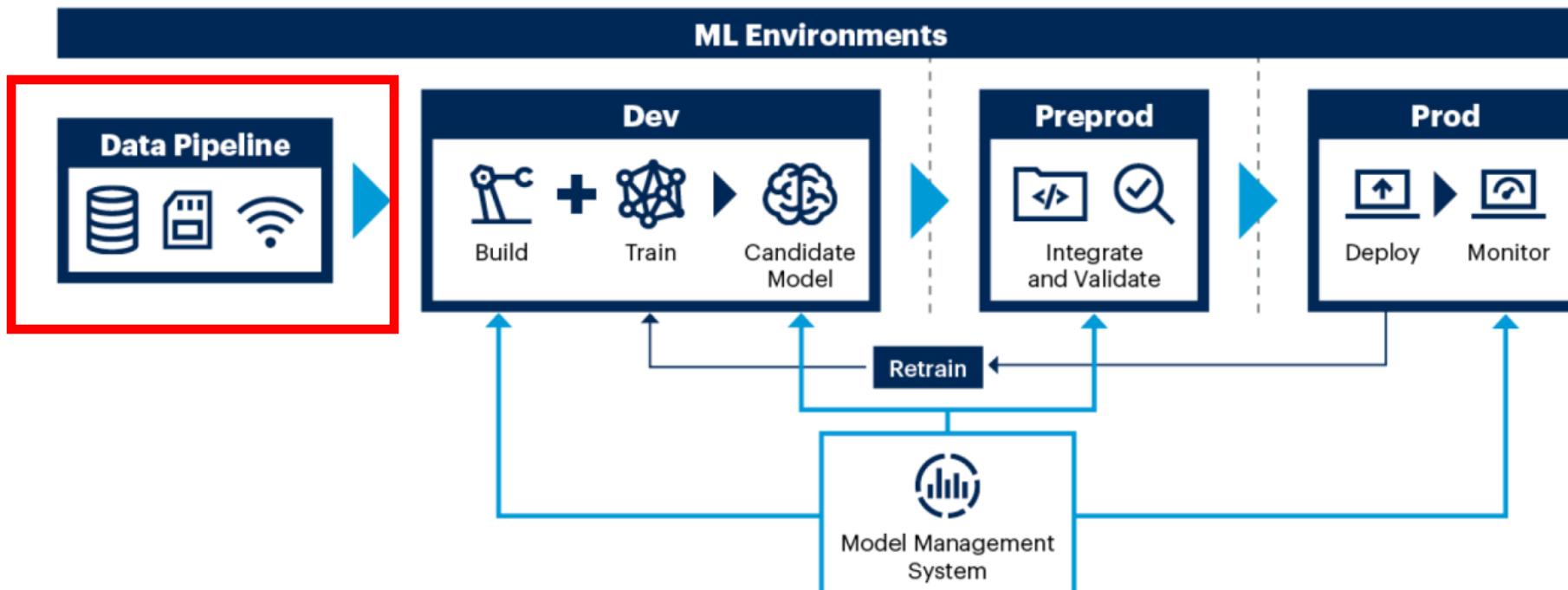
$$accuracy(a, X) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l [a(x_i) = y_i]$$

## **5. Цикл проекта по машинному обучению**

---

# Анализ данных

## Typical ML Pipeline



Source: Gartner

718951\_C

# Анализ данных

---

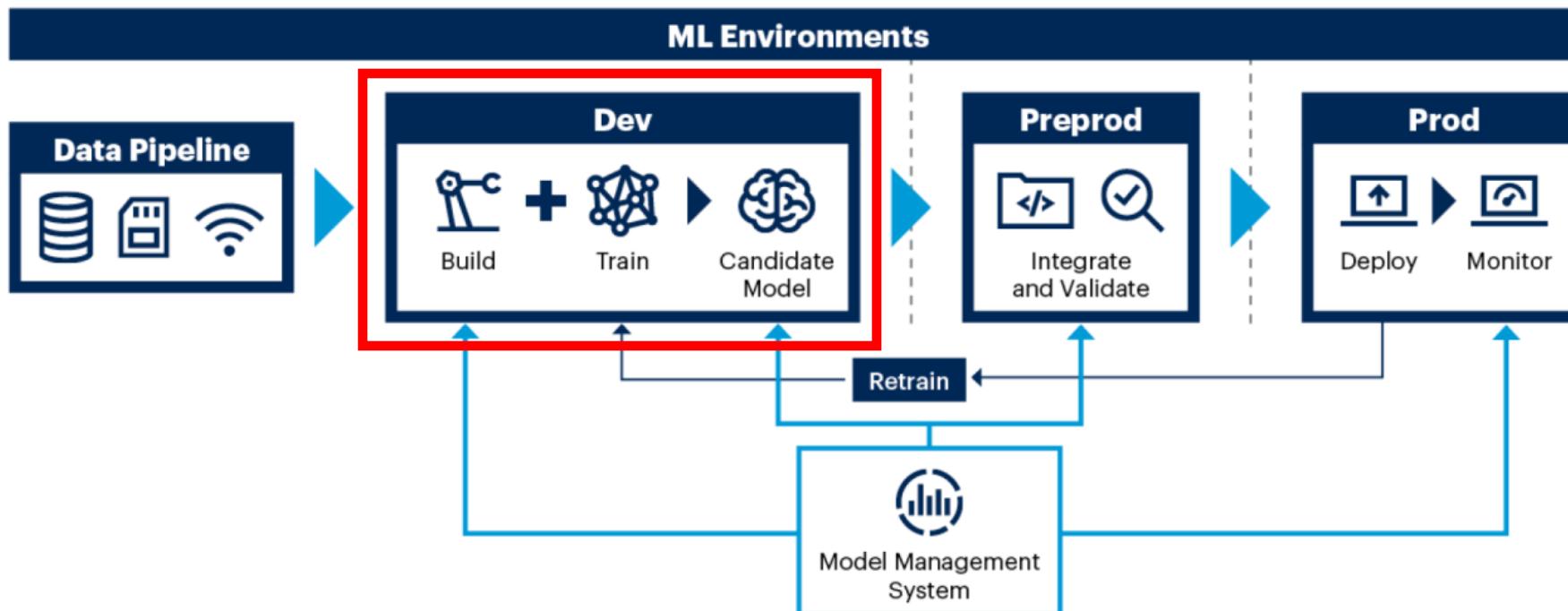


1. *Сбор данных:* в каких источниках хранятся данные? Есть ли к ним доступы?
2. *Обработка данных:*
  - Проверка качества данных
  - Очистка данных
  - Feature engineering
  - Агрегация данных
3. *Загрузка данных в хранилище*
4. *Автоматизация процесса сбора, обработки и загрузки данных*

# Обучение и валидация модели



Typical ML Pipeline



Source: Gartner

718951\_C

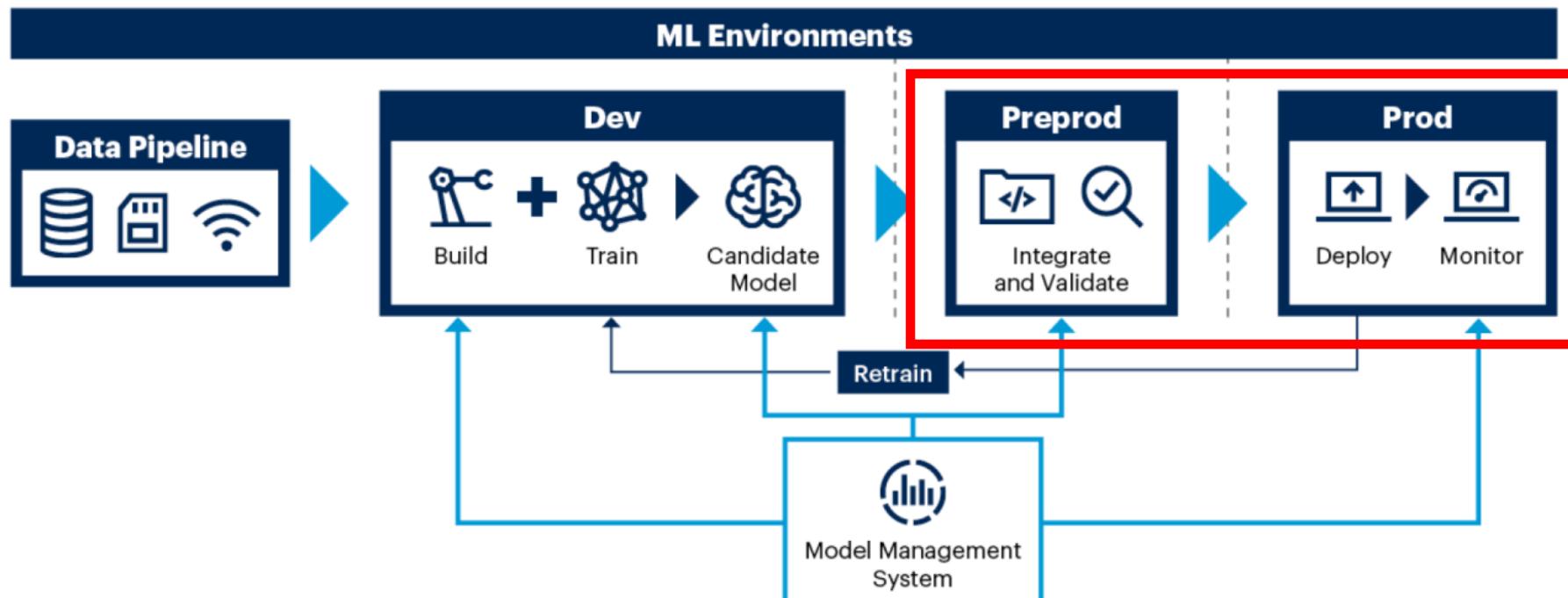
# Обучение и валидация модели

---

1. Выбор модели (линейные модели, деревья, бустинги, нейронные сети)
2. Обучение модели
3. Валидация модели (оценка качества модели на тестовых данных)
4. Подбор гиперпараметров модели
5. Выбор наилучшей модели

# Внедрение модели в production

Typical ML Pipeline



Source: Gartner

718951\_C

# Внедрение модели в production

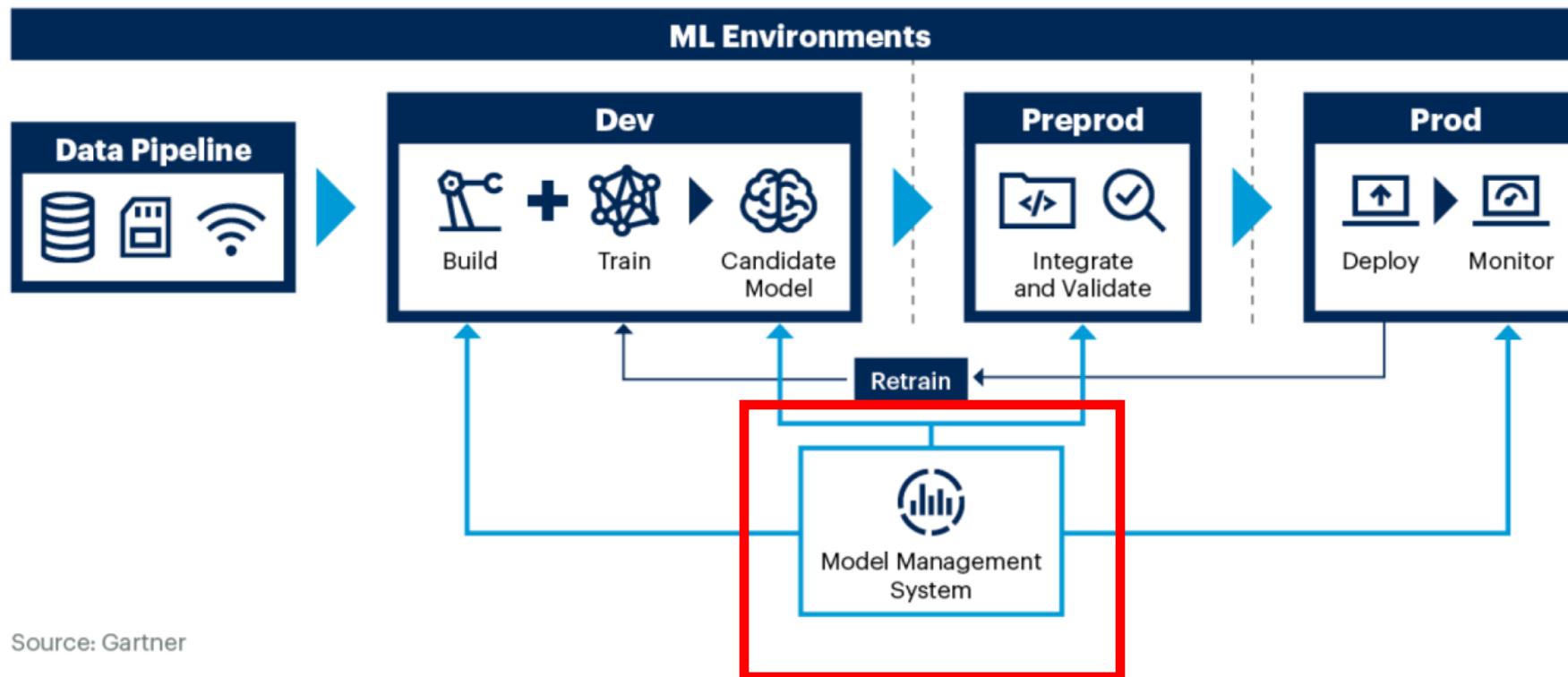
---

Варианты внедрения:

- Сервис (*Streamlit, FastApi и другие*)
- *Telegram-бот*
- *Внедрение модели как компонента большого бизнес-процесса*

# Оркестрация пайплайна и мониторинг

## Typical ML Pipeline



Source: Gartner

718951\_C

# Квиз



# Квиз: вопрос 1

---



Пусть мы решаем задачу определения вида животного на фотографии.

Что в этой задаче является **целевой переменной?**

- a) Одна фотография
- b) Вид животного (кошка, тигр, собака...)
- c) Наличие ушей на фотографии, количество лап, цвет шерсти
- d) Невозможно определить

# Квиз: вопрос 2

---



К какому типу относится задача определения тональности отзыва на фильм: положительный или отрицательный отзыв?

- a) Классификация
- b) Регрессия
- c) Кластеризация
- d) Невозможно определить

# Квиз: вопрос 3



Пусть мы решаем задачу регрессии при помощи линейной регрессии, и формула для предсказания ответа имеет вид:

$$a(x) = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3$$

Сколько весов в данной модели?

- a) 3
- b) 4
- c) 7
- d) Мало данных

# Квиз: вопрос 4

---



Вы вычислили некоторую метрику, и результат оказался  $5400 \text{ кг}^2$ . Что это могла быть за метрика?  
Выберите один ответ.

- a) MSE
- b) RMSE (корень из MSE)
- c) Accuracy
- d) Ни один вариант не подходит