



# **Оценка результатов классификатора**

Евгений Борисов

# оценка результатов классификатора

разделение данных на части (классы)

**Учебный набор:** [ объект, ответ ]

**Задача:** классификатор

*объект → вектор-признак → результат*

**Обучение:** минимизация ошибки

ошибка = результат - правильный ответ

**Критерий остановки:**

достигнут порог значения ошибки,  
и/или порог количества циклов

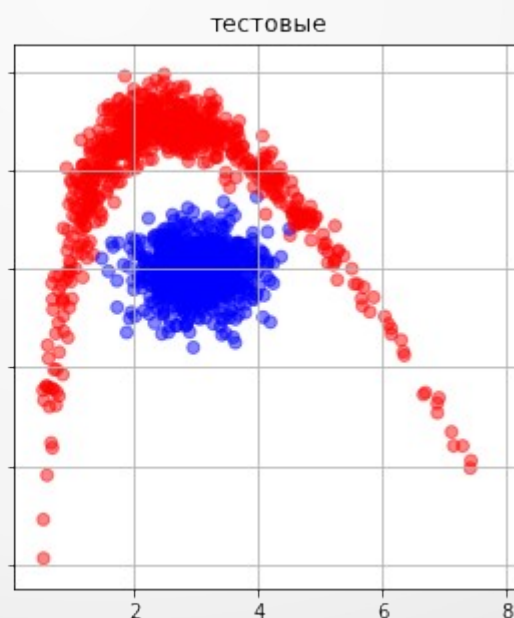
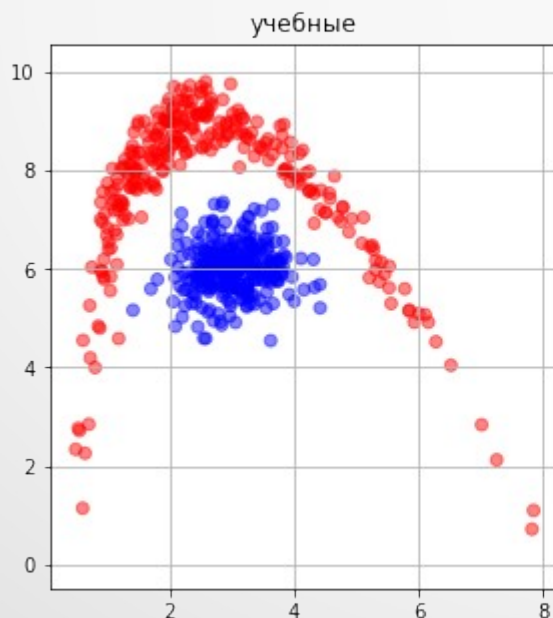
# оценка результатов классификатора

разделяем набор данных

- учебный
- тестовый

**недообучение** (underfitting)  
большая ошибка на учебном наборе

**переобучение** (overfitting)  
малая ошибка на учебном наборе  
большая ошибка на тестовом наборе



# оценка результатов классификатора

классификация - задача разделения объектов на классы

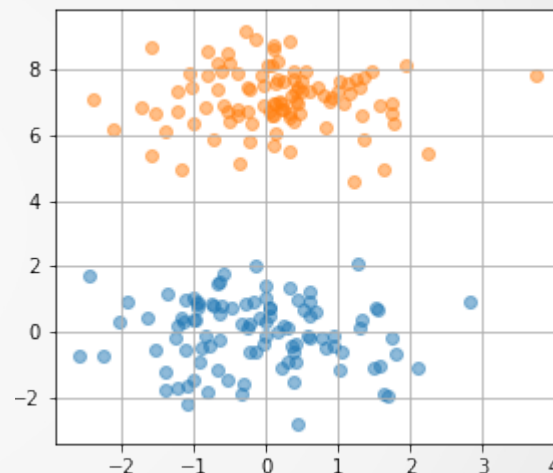
$X \subset \mathbb{R}^n$  - объекты

$Y \in \{0, 1\}$  - метки классов

$p \in [0, 1]$  - оценка

$a: X \rightarrow p$  - считаем оценку

$y = \begin{cases} 0, & p < b \\ 1, & p \geq b \end{cases}$  - если оценка выше порога  
то объект принадлежит «первому» классу



# оценка результатов классификатора

## метрики качества на тестовом наборе

- погрешность (accuracy)
- матрица ошибок ( confusion matrix )
- точность (precision)
- полнота (recall)
- F-мера
- ROC/AUC

# оценка результатов классификатора

## **погрешность (accuracy)**

правильные ответы / всего примеров

оценка для сбалансированного набора,  
т.е. количество примеров в классах почти одинаковое

# оценка результатов классификатора

## Пример:

*тест на болезнь «зеленуху» имеет вероятность ошибки 0.1  
(как позитивной, так и негативной)*

*зеленухой болеет 10% населения.*

*Какая вероятность того,  
что человек болен зеленухой,  
если у него позитивный результат теста?*

# оценка результатов классификатора

**Подсказка:** формула Байеса

$$P(\text{болен} \mid +) = \frac{P(+ \mid \text{болен})P(\text{болен})}{P(+ \mid \text{болен})P(\text{болен}) + P(+ \mid \text{здоров})P(\text{здоров})}$$



## оценка результатов классификатора

**Подсказка:** формула Байеса

$$P(\text{болен} \mid +) = \frac{P(+ \mid \text{болен})P(\text{болен})}{P(+ \mid \text{болен})P(\text{болен}) + P(+ \mid \text{здоров})P(\text{здоров})}$$

**Ответ:**  $(0.9*0.1) / (0.9*0.1 + 0.1*0.9) = 0.5$

# оценка результатов классификатора

**Подсказка:** формула Байеса

$$P(\text{болен} \mid +) = \frac{P(+ \mid \text{болен})P(\text{болен})}{P(+ \mid \text{болен})P(\text{болен}) + P(+ \mid \text{здоров})P(\text{здоров})}$$

**Ответ:**  $(0.9*0.1) / (0.9*0.1 + 0.1*0.9) = 0.5$

**Замечание о корректности этого результата:**

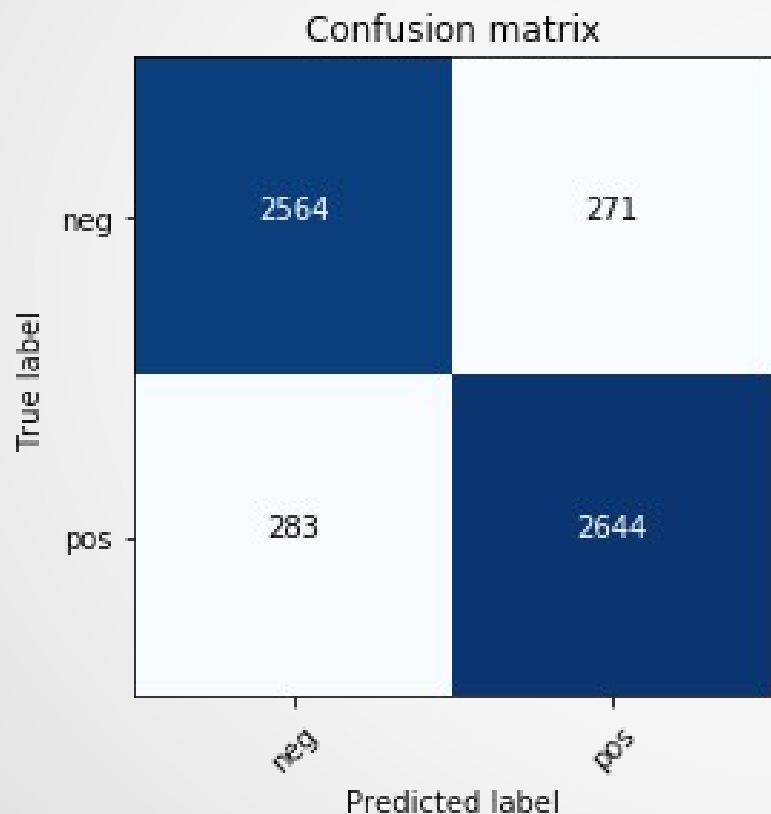
анализы проводят, когда есть подозрение на какую-то болезнь,

поэтому вероятность болезни надо вычислять по этой «подозрительной» группе.

это понижает требования к точности прибора...

# оценка результатов классификатора

матрица ошибок ( confusion matrix )



два класса — четыре группы

- TP истинно положительные
- TN истинно отрицательные
- FP ложно положительные
- FN ложно отрицательные

# оценка результатов классификатора

## точность (precision)

$$TP / ( TP + FP )$$

(метрики для отдельного класса)

доля объектов действительно принадлежащих данному классу относительно всех объектов, которые классификатор отнес к этому классу

## полнота (recall)

$$TP / ( TP + FN )$$

доля объектов, найденных классификатором, относительно всех объектов этого класса

## F-мера

$$( precision * recall ) / ( precision + recall )$$

усреднение точности и полноты

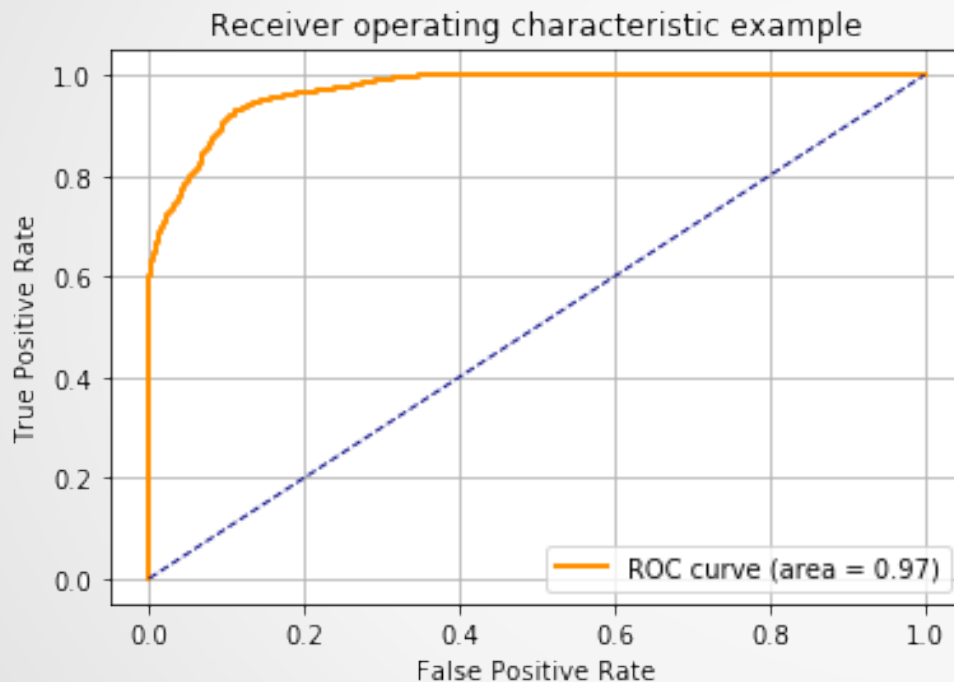
# оценка результатов классификатора

**Пример** *classification\_report*

	precision	recall	f1-score	support
0	0.90	0.90	0.90	2835
1	0.91	0.90	0.91	2927
avg / total	0.90	0.90	0.90	5762

# оценка результатов классификатора

*ROC - receiver operating characteristic,  
рабочая характеристика приёмника*



*AUC - area under ROC curve,  
площадь под ROC-кривой  
характеристика качества  
классификации*

$$TPR = TP / (TP + FN)$$

полнота (recall), доля  
объектов, найденных  
классификатором,  
относительно всех объектов  
этого класса

$$FPR = FP / (FP + TN)$$

доля объектов negative класса  
алгоритм предсказал неверно

ROC - зависимость полноты TPR  
от доли ложно-негативных FPR  
при изменении порога сора

# оценка результатов классификатора

git clone [https://github.com/mechanoid5/ml\\_lectorium.git](https://github.com/mechanoid5/ml_lectorium.git)

Александр Дьяконов AUC ROC (площадь под кривой ошибок)

Кривая ошибок <http://www.machinelearning.ru>

# оценка результатов классификатора



**Вопросы ?**



# оценка результатов классификатора

## источники данных для экспериментов



sklearn.datasets

UCI Repository

Kaggle



- выбрать датасеты из UCI Repository
- обработать их с помощью Pandas
- применить kNN и DTree на этих наборах данных
- оценить результаты классификации
- <https://github.com/rougier/numpy-100>
- <https://github.com/ajcr/100-pandas-puzzles>