



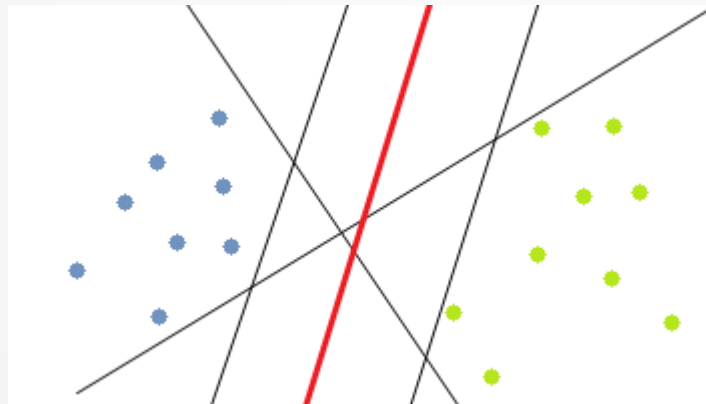
# Линейные методы: SVM

Евгений Борисов

# Линейные методы: SVM

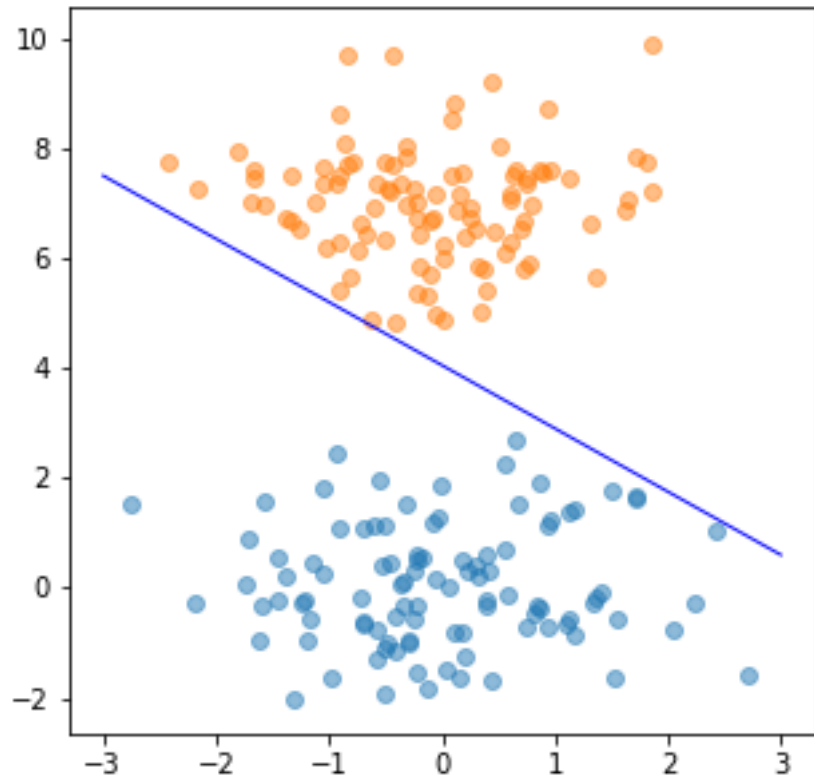
## Метод опорных векторов (SVM, support vector machine)

В.Н.Вапник, А.Я.Червоненкис, (1963)



# Линейные методы: SVM

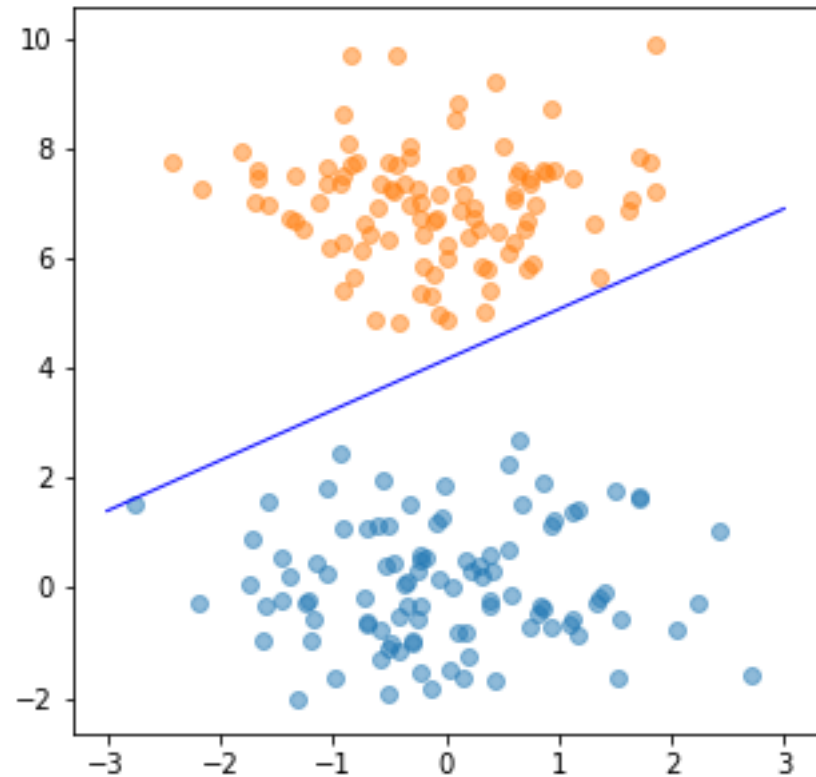
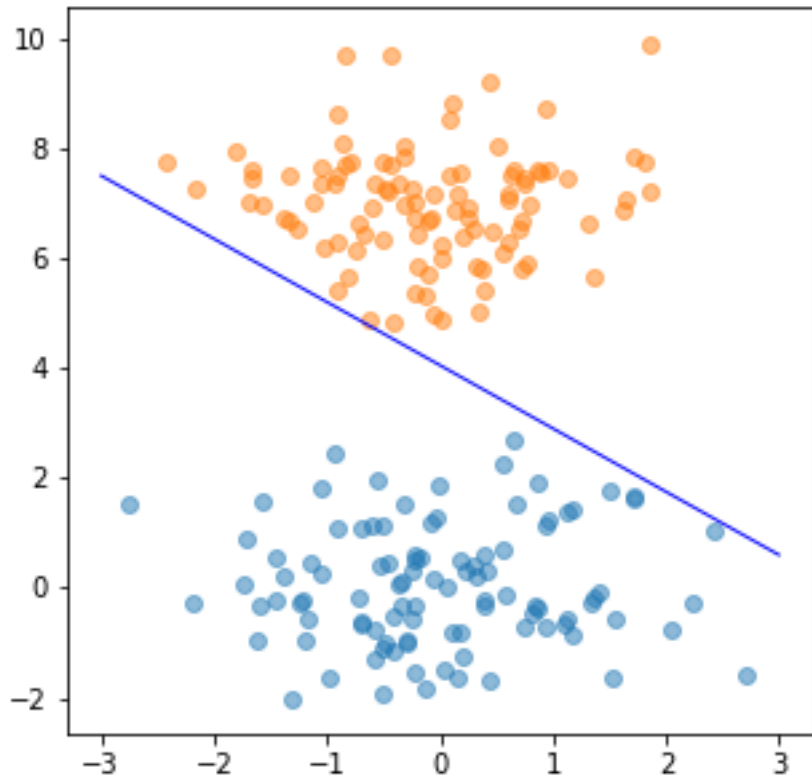
рассмотрим линейно разделимый набор



# Линейные методы: SVM

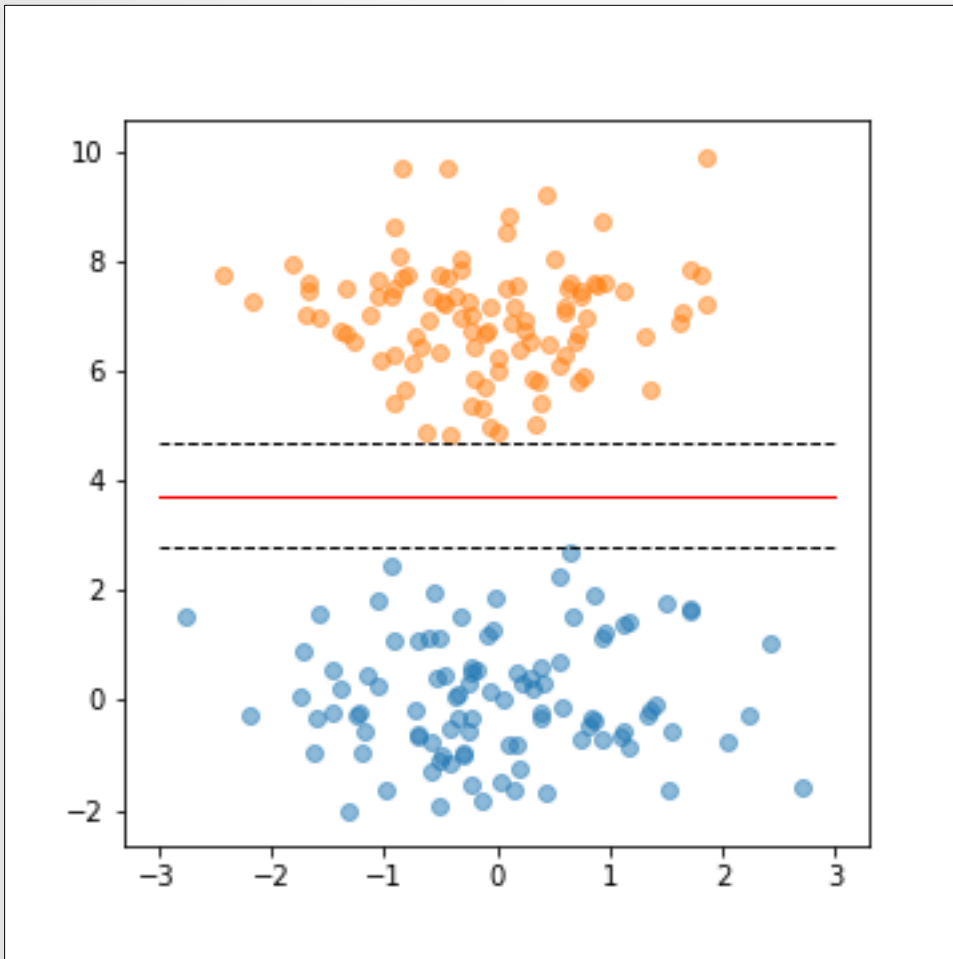
рассмотрим линейно разделимый набор

много разделяющих гиперплоскостей



# Линейные методы: SVM

разделительная полоса



**цель:** увеличить отступы,  
получить полосу максимальной ширины

# Линейные методы: SVM

$$a(x) = \text{sign}\left(\sum_i \lambda_i y_i \langle x_i, x \rangle - w_0\right)$$

**опорным** назовём объект  $x_i$ , для которого  $\lambda_i \neq 0$

для нахождения опорных объектов  
применяется алгоритм SMO (sequential minimal optimization)

метод обучения SVM как задача выпуклой квадратичной  
оптимизации имеет единственное решение

# Линейные методы: SVM

**нелинейное обобщение** - kernel trick

вместо скалярного произведения

будем использовать функцию-ядро

$$a(x) = \text{sign} \left( \sum_i \lambda_i y_i K(x_i, x) - w_0 \right)$$

функция  $K$  - ядро

если для него существует отображение,  
удовлетворяющее условиям скалярного произведения

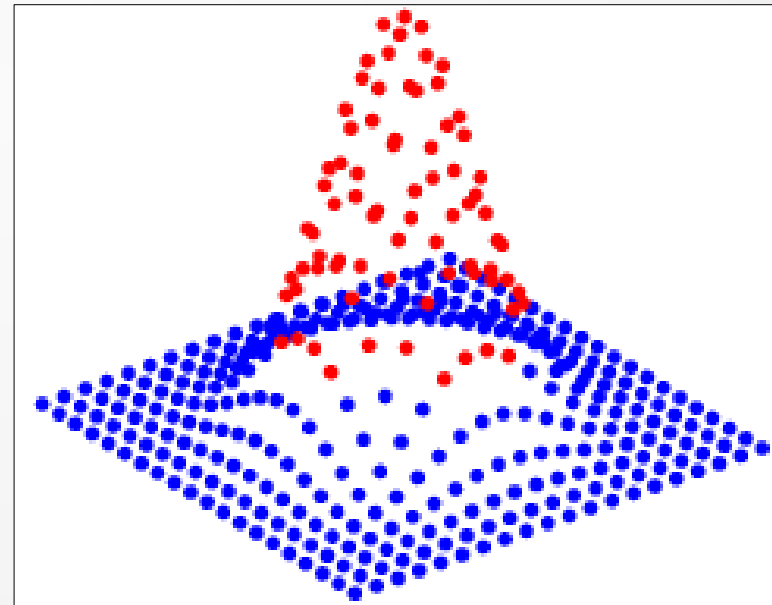
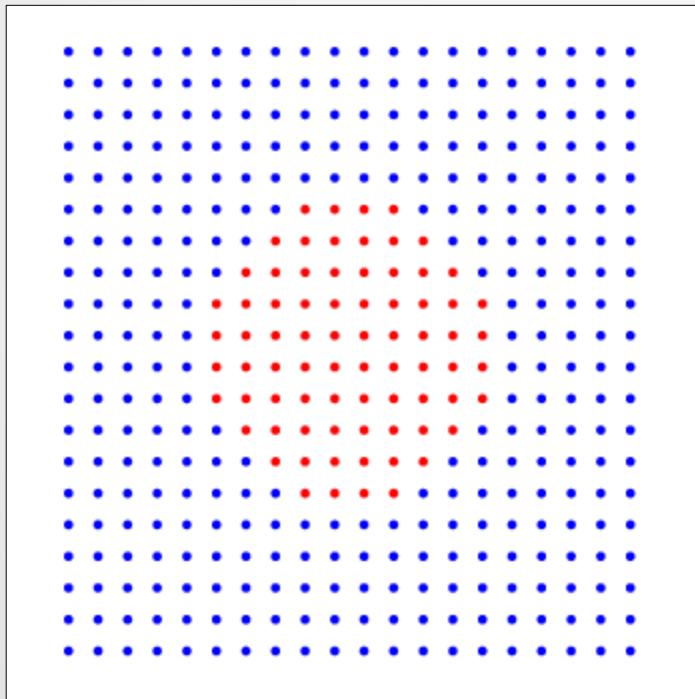
$$\exists \psi: K(x, x') = \langle \psi(x), \psi(x') \rangle$$

функция  $K$  симметрична и неотрицательно определена

# Линейные методы: SVM

## **kernel trick**

с помощью ядра отображаем данные  
в пространство большей размерности  
линейно неразделимая задача  
превращается в линейно разделимую





# Линейные методы: SVM

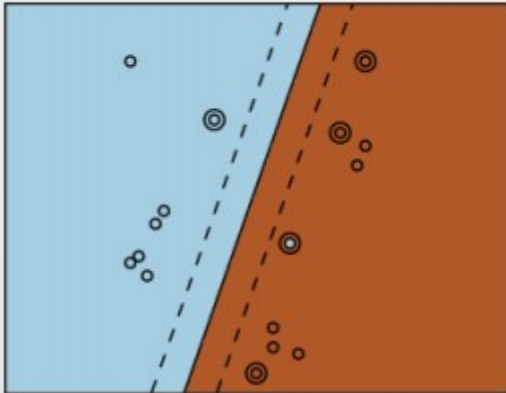
## kernel trick

с помощью ядра отображаем данные  
в пространство большей размерности  
линейно неразделимая задача  
превращается в линейно разделимую

Примеры с различными ядрами  $K(x, x')$

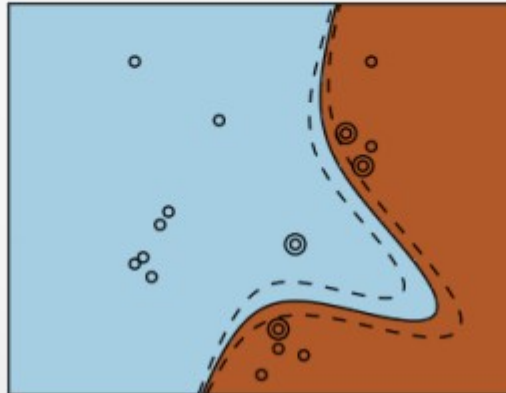
линейное

$$\langle x, x' \rangle$$



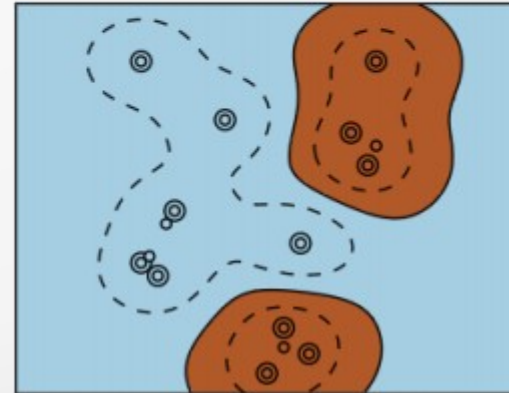
полиномиальное

$$(\langle x, x' \rangle + 1)^d, \quad d=3$$



гауссовское (RBF)

$$\exp(-\gamma \|x - x'\|^2)$$



# Линейные методы: итог

- для обучения SVM применяется алгоритм SMO (sequential minimal optimization)
- применение ядер позволяет SVM разделять линейно неразделимые наборы, общих подходов для выбора ядер нет

# Линейные методы: литература

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

- Борисов Е.С. Классификатор на основе машины опорных векторов. <http://mechanoid.su/ml-svm.html>
- К.В. Воронцов Метод опорных векторов. <http://www.machinelearning.ru>

# Линейные методы



**Вопросы ?**

# Линейные методы: практика



## источники данных для экспериментов

sklearn.datasets  
UCI Repository  
kaggle



## практика

- разделить данные на train/test (sklearn.train\_test\_split)
- классифицировать данные с использованием sklearn.SVM
- посчитать метрики качества