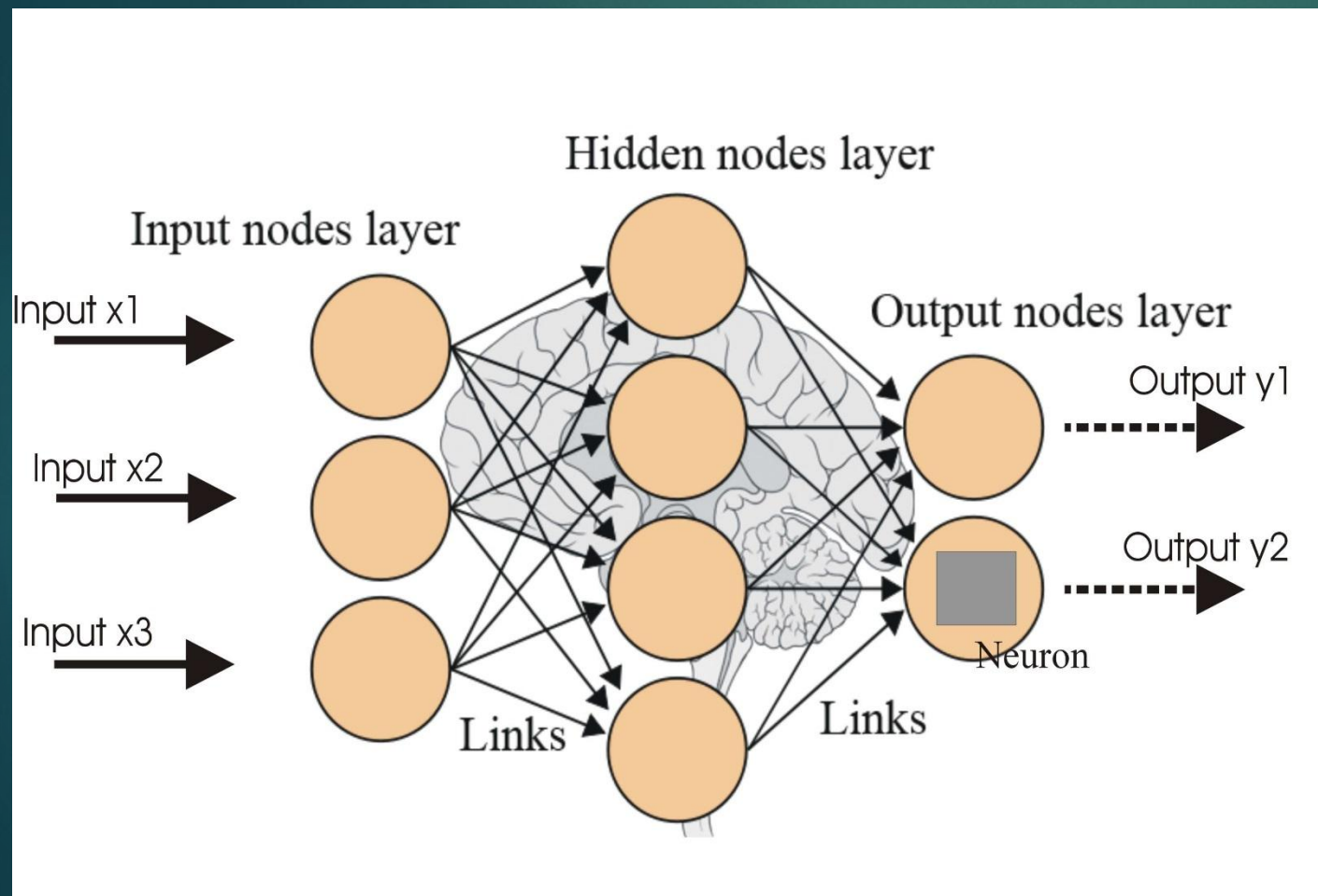


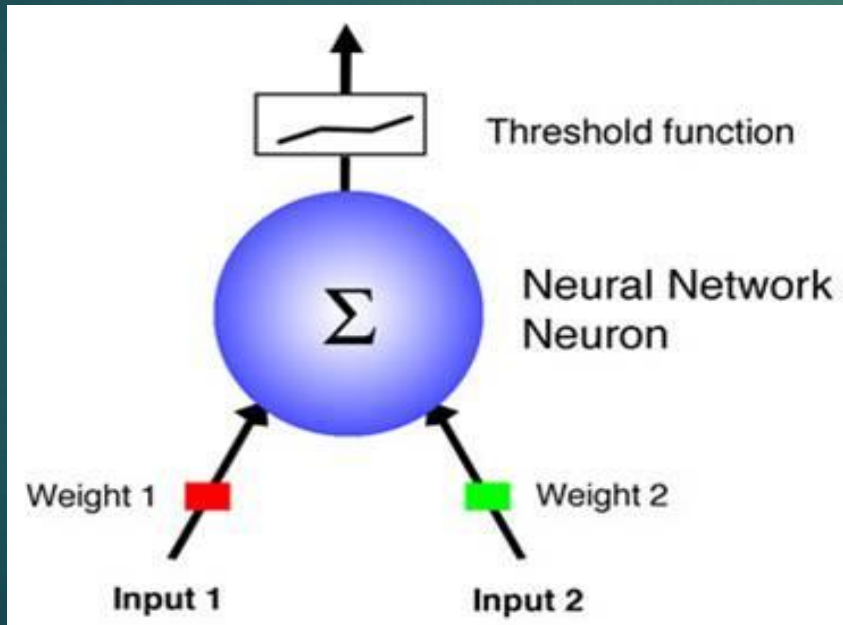
# Прогнозирование дефолта эмитента с использованием искусственных нейронных сетей.



Людмила Барышева 3 курс для  
НУГ НИУ ВШЭ

## Структура презентации

- ▶ Введение и принципы работы ИНС; их роль в прогнозировании дефолта
- ▶ Использование других методов прогнозирования
- ▶ Преимущества и недостатки нейронных сетей в прогнозировании

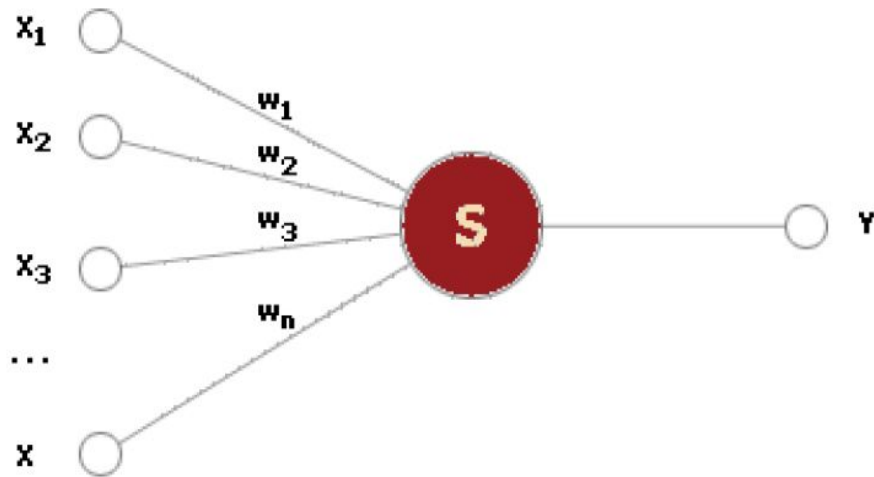


## Ключевые аспекты презентации

- ▶ Обоснование выбора искусственных нейронных сетей в качестве способа прогнозирования. Сравнение с другими методами прогнозирования
- ▶ Какие данные/параметры необходимо учесть для прогнозирования дефолта эмитента
- ▶ Какой способ наиболее востребован на практике

# Понятие «искусственные нейронные сети»

Из рисунка видно, что искусственный нейрон, так же, как и живой, состоит из синапсов, связывающих входы нейрона с ядром; ядра нейрона, которое осуществляет обработку входных сигналов и аксона, который связывает нейрон с нейронами следующего слоя. Каждый синапс имеет вес, который определяет, насколько соответствующий вход нейрона влияет на его состояние. Состояние нейрона определяется по формуле



$$S = \sum_{i=1}^n x_i w_i, (1)$$

$$\sum_{k=1}^N k^2, (1)$$

где

$n$  – число входов нейрона

$x_i$  – значение  $i$ -го входа нейрона

$w_i$  – вес  $i$ -го синапса.

Затем определяется значение аксона нейрона по формуле

$$Y = f(S), (2)$$

Где  $f$  – некоторая функция, которая называется *активационной*. Наиболее часто в качестве активационной функции используется так называемый *сигмоид*, который имеет следующий вид:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}}, (3)$$

Основное достоинство этой функции в том, что она дифференцируема на всей оси абсцисс и имеет очень простую производную:

$$f'(x) = \alpha f(x) (1 - f(x)), (4)$$

# Искусственные нейронные сети (НС)

Нейронные сети прямого действия

Рекуррентные нейронные сети (с обратными связями)

Однослойные перцептроны

Многослойные перцептроны

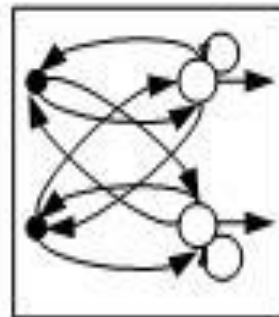
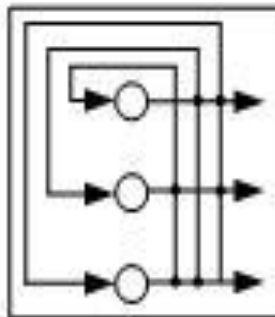
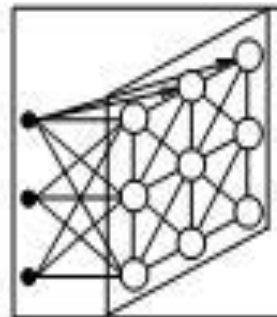
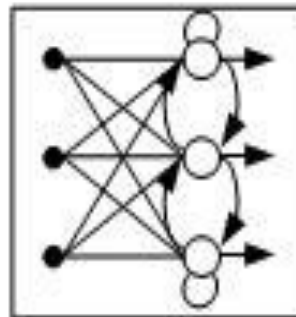
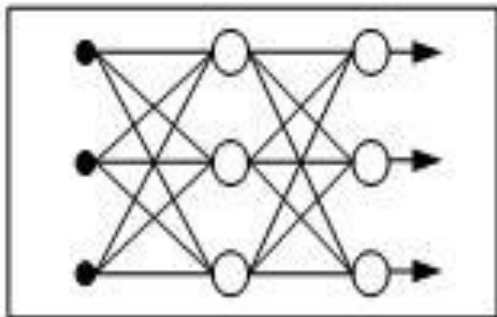
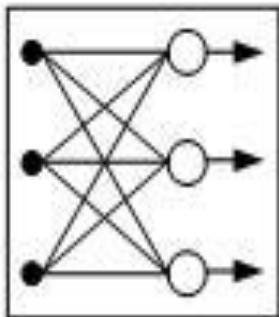
Сети РБФ

Соревновательные сети

Сети Кохонена

Сети Хопфилда

Модели АРТ



# Обучение искусственных нейронных сетей

В общем случае задача обучения НС сводится к нахождению некоей функциональной зависимости  $Y=F(X)$  где  $X$  – входной, а  $Y$  – выходной векторы. В общем случае такая задача, при ограниченном наборе входных данных, имеет бесконечное множество решений. Для ограничения пространства поиска при обучении ставится задача минимизации целевой функции ошибки НС, которая находится по методу наименьших квадратов

Введем вспомогательную переменную

$$\delta_j^{(n)} = \frac{\partial E}{\partial y_j} \cdot \frac{dy_j}{ds_j}, \quad (10)$$

Тогда мы сможем определить рекурсивную формулу для определения  $n$ -ного слоя, если нам известно следующего  $(n+1)$ -го слоя.

$$\delta_j^{(n)} = \left[ \sum_k \delta_k^{(n+1)} \cdot w_{jk}^{(n+1)} \right] \cdot \frac{dy_j}{ds_j}, \quad (11)$$

Нахождение же для последнего слоя НС не представляет трудности, так как нам известен целевой вектор, т. е. вектор тех значений, которые должна выдавать НС при данном наборе входных значений.

$$\delta_j^{(N)} = (y_i^{(N)} - d_i) \cdot \frac{dy_j}{ds_j}, \quad (12)$$

И наконец запишем формулу (6) в раскрытом виде

$$\Delta w_{ij}^{(n)} = -\eta \cdot \delta_j^{(n)} \cdot x_i^n, \quad (13)$$

## Алгоритм обучения ИНС

- ▶ подать на вход НС один из требуемых образов и определить значения выходов нейронов нейронной сети
- ▶ рассчитать для выходного слоя НС по формуле (12) и рассчитать изменения весов выходного слоя  $N$  по формуле (13)
- ▶ Рассчитать по формулам (11) и (13)
- ▶ Скорректировать все веса НС (14)
- ▶ Если ошибка существенна, то перейти на шаг 1

# Искусственные нейронные сети

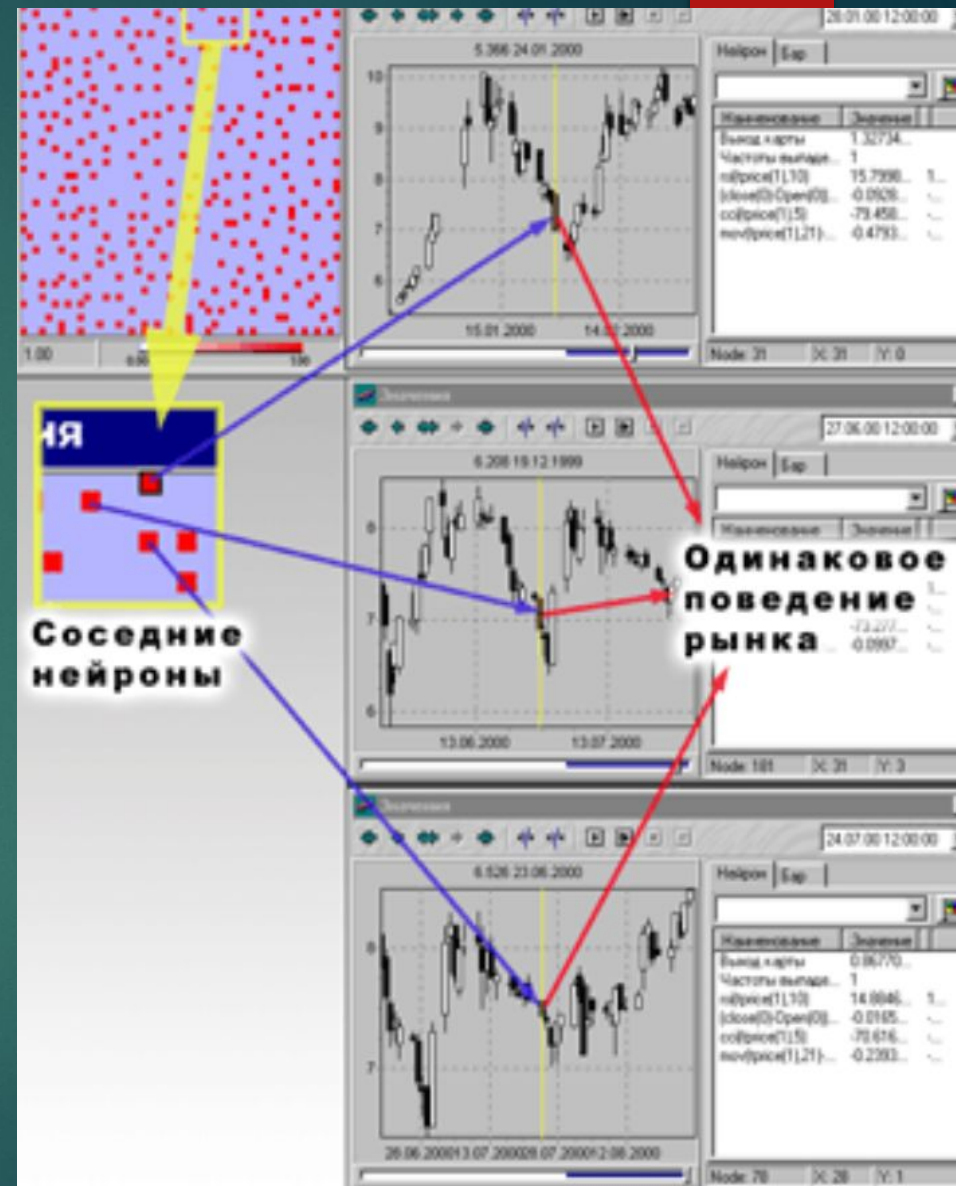
## Преимущества

- ▶ Нейронная сеть способна к обучению и не нуждается в программировании/ отладке программы
- ▶ Нейронная сеть способна обрабатывать неполные данные, способна к фильтрации шума
- ▶ Нейронные сети могут использоваться в любом программном пакете/приложении без конфликта ПО (ПРИМЕР: Rapid Miner, SPSS, STATA, MySQL – для хранения входных и выходных данных)
- ▶ В обученной нейронной сети уже содержится алгоритм, которому необходимо следовать,=> исключается возможность ошибки на определенном этапе программы (в отличие от регрессионного анализа)
- ▶ Нейронная сеть способна выполнять алгоритмы/ тех.задания, которые невозможно выполнить с помощью линейной регрессии.

## Недостатки

- ▶ Нейронной сети необходимо предварительное обучение (результат зависит от выборки данных, выбранных для обучения сети)
- ▶ Для получения результата обширной нейронной сети (со множеством нейронов , факторов, с большим набором данных) необходимо много времени и результат будет неточный

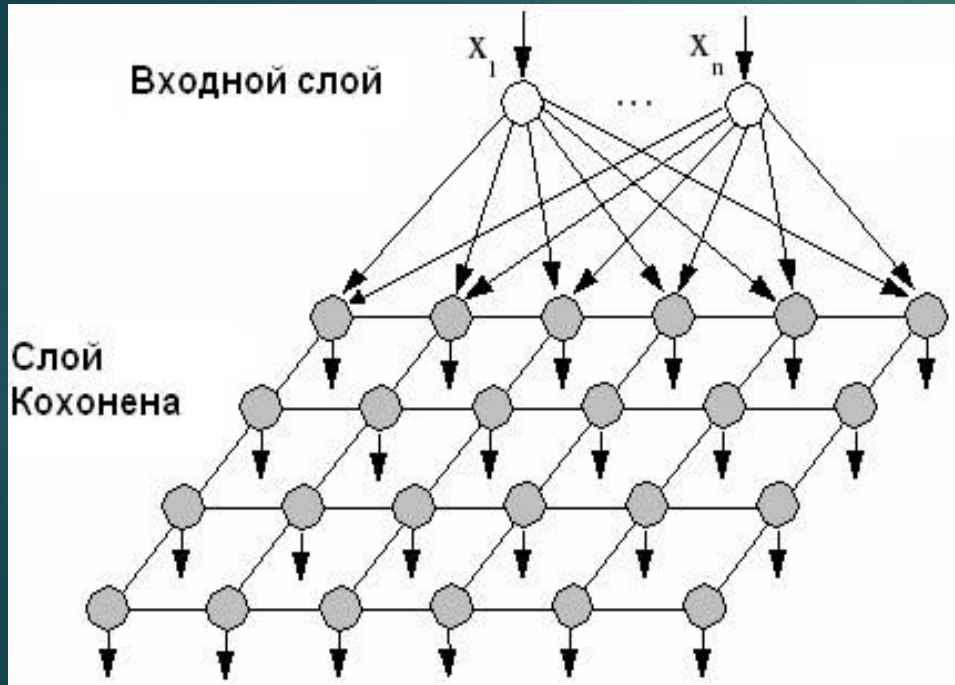
Задача 1 «поиск одинакового поведения рынка»  
 Задача 2 «поиск скрытых зависимостей в динамике котировок рынка»



Задача «анализ динамики котировок»

- 1) анализ технических индикаторов
- 2) анализ фундаментальных индексов
- 3) анализ курсов валют

\* из рассмотрения исключены события и их предпосылки, их интерпретация



Построение нейронной сети

- 1) Выбор топологии нейронной сети
- 2) Выбор размера карты Кохонена
- 3) начальная инициализация положения карты
- 4) Выбор критерия близости между точкой данных и нейроном
- 5) Выбор алгоритма обучения и его настроек
- 6) Подтверждение адекватности обученной сети
- 7) Анализ топологической ошибки построенной карты
- 8) Выбор способа проецирования данных на карту Кохонена
- 9) Повторение этапа анализа топологической ошибки



## Линейная регрессия (использование в техническом анализе)



- ▶ Недостатки
- ▶ 1) различные результаты на различных временных интервалах
- ▶ 2) результаты зависят от количества и качества исходных данных
- ▶ 3) не подстраивается под динамику рынка

# КРЕДИТНЫЙ СКОРИНГ

- application-scoring
- Collection scoring
- Behavioral scoring
- Fraud-scoring

Заявка на кредит

Идентификационный номер: 100  
Фамилия: Смирнов  
Имя: Алексей  
Отчество: Васильевич

Номер паспорта: 2903406564  
Паспорт выдан: 08.11.2008 г. Калуга, Калужской обл.  
Пол: муж  
Дата рождения: 6/22/1967

Адрес регистрации: г. Калуга, ул. Маяковская, д. 22  
Адрес проживания: г. Калуга, ул. Маяковская, д. 22

Домашний телефон: 0843967890  
Мобильный телефон: 9457863966

Подтвержденный доход	14500	Образование	профессиональный
Общий доход	0	Отрасль занятости	строительство
Зарботная плата	0	Служебное положение	рабочий
Доход от предпр. деятельности	0	Служебные обязанности	полный рабочий день
Доход по ипотечным кредитам	0	Численность персонала компании	1-50
Доход по вкладам	0	Общий рабочий стаж	32
Доход от сдачи недвижимости в аренду	0	Смена работы за последние 5 лет	один раз
Участие в доходах компании	0	Срок работы на последнем месте	3
Гонорары, авторские выплаты	0	Кредитные обязательства	0
Наличие транспортных средств	69000	Потребительские обязательства	0
Наличие недвижимости	0	Типология домохозяйства	2-3 члена семьи с двумя детьми
Компании в собственности	0	Состояние в браке	в браке
Интеллектуальная собственность	0	Количество детей	
Депозитные вклады	0	Количество несовершеннолетних детей	
Целевые бумаги	0		

Заявка ID: \_\_\_\_\_  
Отношение к заезду: 20300-ценк  
Отношение к домохозяйству: Смирнов

# Case study 1 PhosAgro forecasting

- ▶ Goal- forecasting of serium in mineral fertilizers.
- ▶ measurements - ppm; data – historical data; data for checking network – lab analysis of serium
- ▶ 531 estimations. 70%- for network learning, 30% - evaluation of the quality of network
- ▶ Average serium concentration = 316,7 ppm.
- ▶ After learning 4 networks have been chosen 1) Network #1 – 20-22-1 2) Network #2 20-26-1 3) Network #3 - 20-16-1 4) Network #4 20-26-2
- ▶ Mistakes №  $\mu \pm \sigma$  (68% forecasting)
  - Network №1:  $\pm 16,4$ ppm
  - Network №2:  $\pm 18,3$ ppm
  - Network №3:  $\pm 19$ ppm
  - Network №4:  $\pm 18,6$ ppm
- ▶ Average absolute mistake !! Conclusion - The smallest mistake is when serium at 240-250ppm ÷ 400-410ppm (quantity of serium during laboratory examinations, NOT), because the majority of examination were in this diapazone, and Neural network was learnt for these statements).

Network №1 — 14,4ppm

Network №2 — 13,4ppm

Network №3 — 14,3ppm

Network №4 — 13,6ppm

\* HOW TO IMPROVE – 1) MEASURE time of reaction 2) FILTER noise 3) IMPROVE accuracy of lab analysis 4) ENLARGE input data

# Case study 2 Sheet metal costs forecasting

- ▶ Goal – to generate cost estimates for metal parts. For customers waiting for immediate response to their price request.
- ▶ data: Company A – producer of agricultural equipment, Company B – producer of industrial filters; drawings (CAD-image) whose different variables grouped in a matrix.
- ▶ 1) Develop cost-estimation models - 2D Process & 3D Process
- ▶ 

	Company A	Company B
R-value	98.5	96.51
Euro deviation		
Min	0.005	0.0008
Max	3.67	5.34
Average	0.4381	0.784
- ▶ 2) The ANN outperform the classical regression model. But the regression model due to its explanatory value and transparency.



**Questions**