



Национальный исследовательский ядерный  
университет «МИФИ»  
Институт ядерной физики и технологий  
Кафедра физики элементарных частиц №40

# РЕКОНСТРУКЦИЯ СИГНАЛОВ В ДЕТЕКТОРЕ FARICH УСТАНОВКИ SPD НА КОЛЛАЙДЕРЕ NICA

Научный руководитель

к. ф. –м. н.:

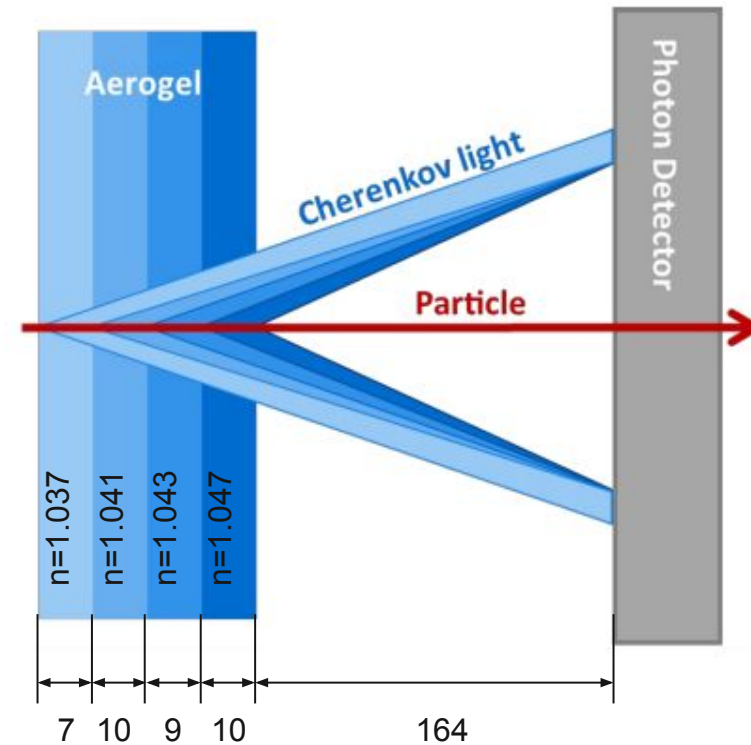
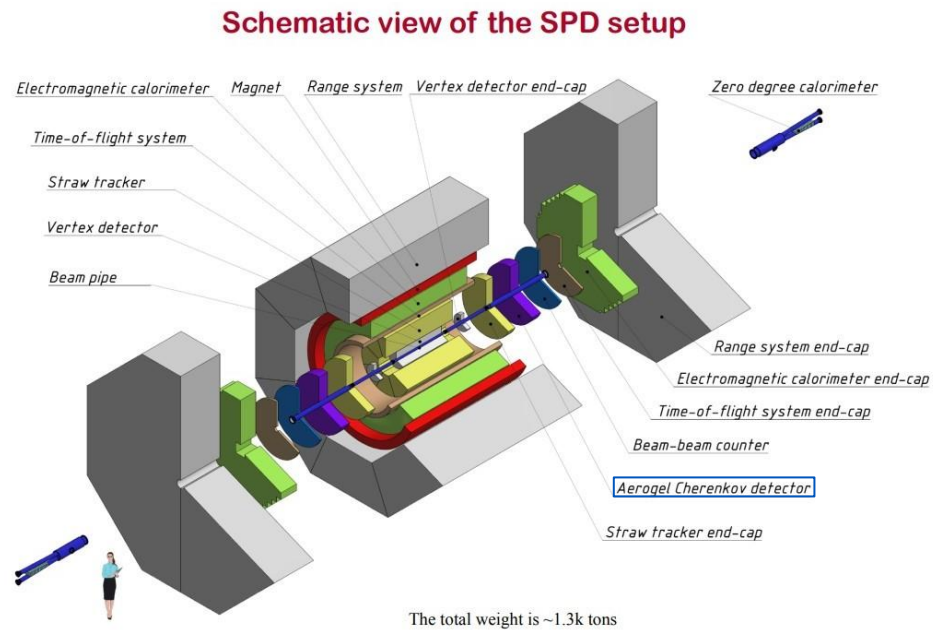
Студент:

А. С. Жемчугов

К. Ю. Массалов

Москва  
2024

# Детектор FARICH



# Эксперимент SPD

Частота регистрации событий  $\sim 4$  МГц  
Поток данных  $\sim 2$  ПБ/день или 200 ПБ/год



Онлайн-фильтр для уменьшения потока данных в  $\sim 50$  раз

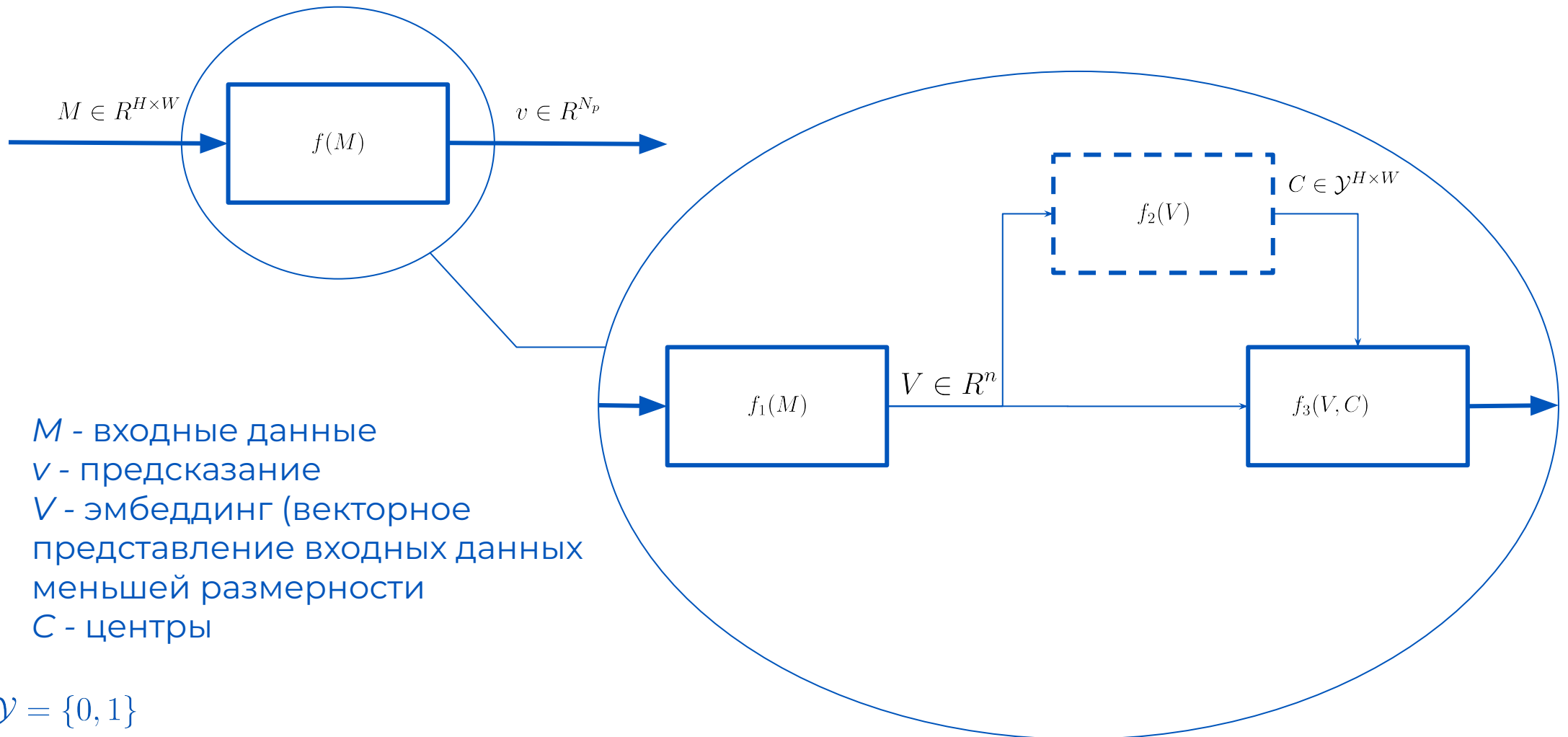


Классические методы:  
+ Легко интерпретируемы  
- Довольно медленные  
- Сложно  
распараллеливаются



Искусственные нейронные сети:  
+ Легко распараллеливаются и  
могут быть очень быстрыми  
- Сложность интерпретации  
- Сложность в оценке ошибки

# Постановка задачи



1.  $M$  - входные данные
2.  $v$  - предсказание
3.  $V$  - эмбединг (векторное представление входных данных меньшей размерности)
4.  $C$  - центры

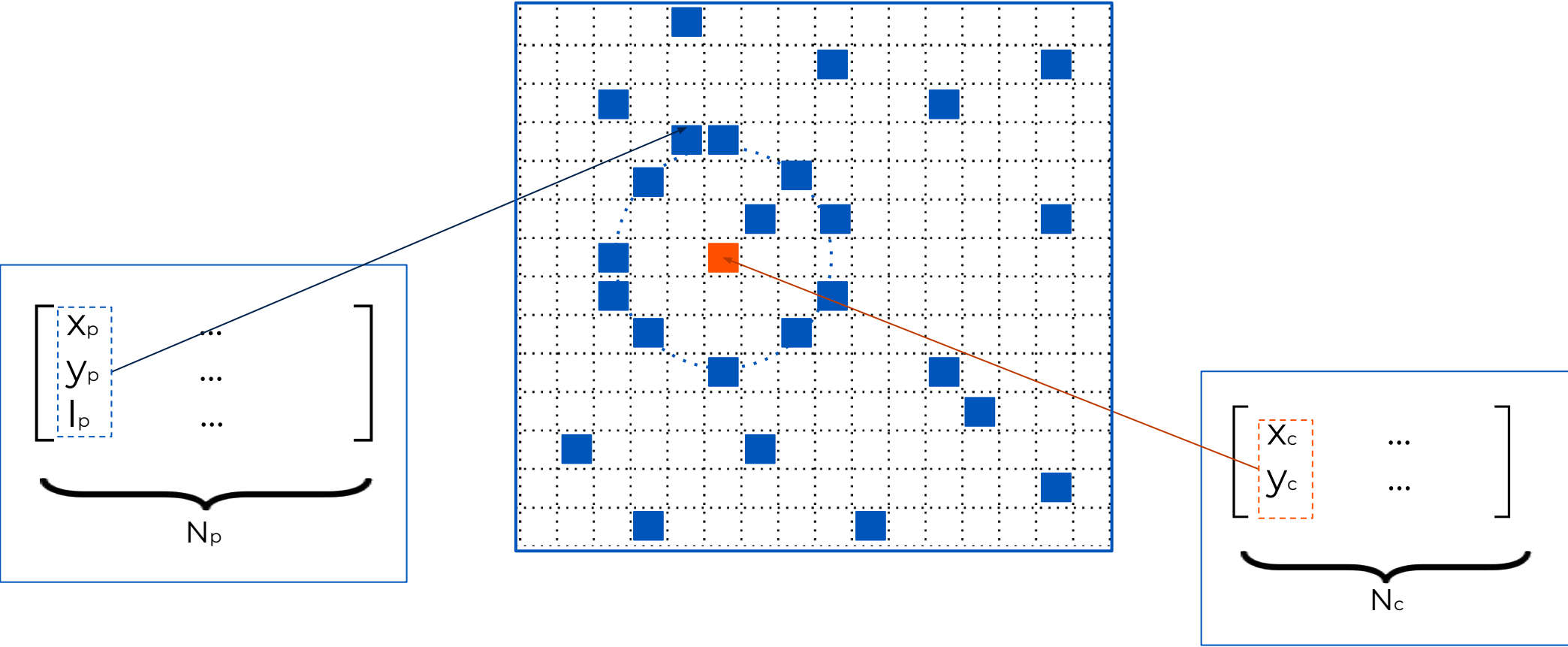
\*  $\mathcal{Y} = \{0, 1\}$

# Подходы

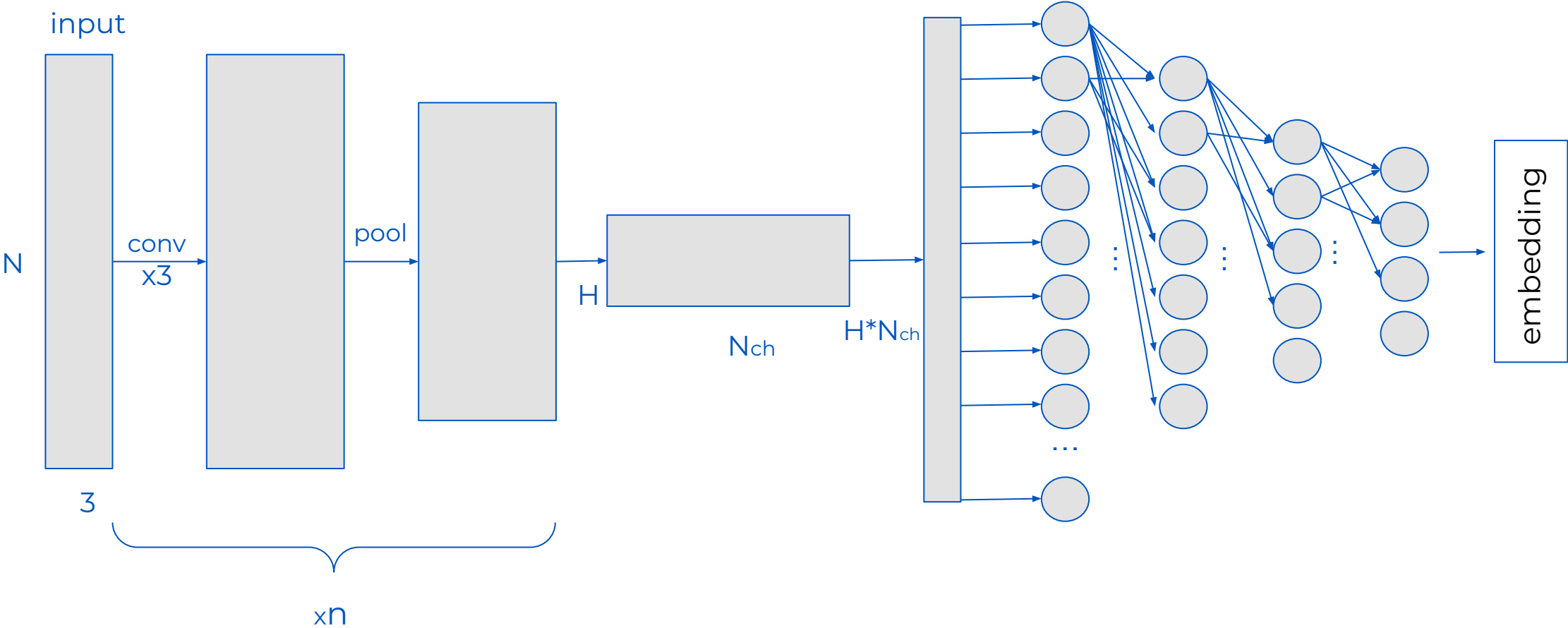
1. Обработать входные данные как облако точек.
2. Обработать входные данные как обычное изображение.
3. Обработать входные данные, разбивая входное изображение на более маленькие и обрабатывать каждое в отдельности.

\*Далее будет рассматриваться только регрессия

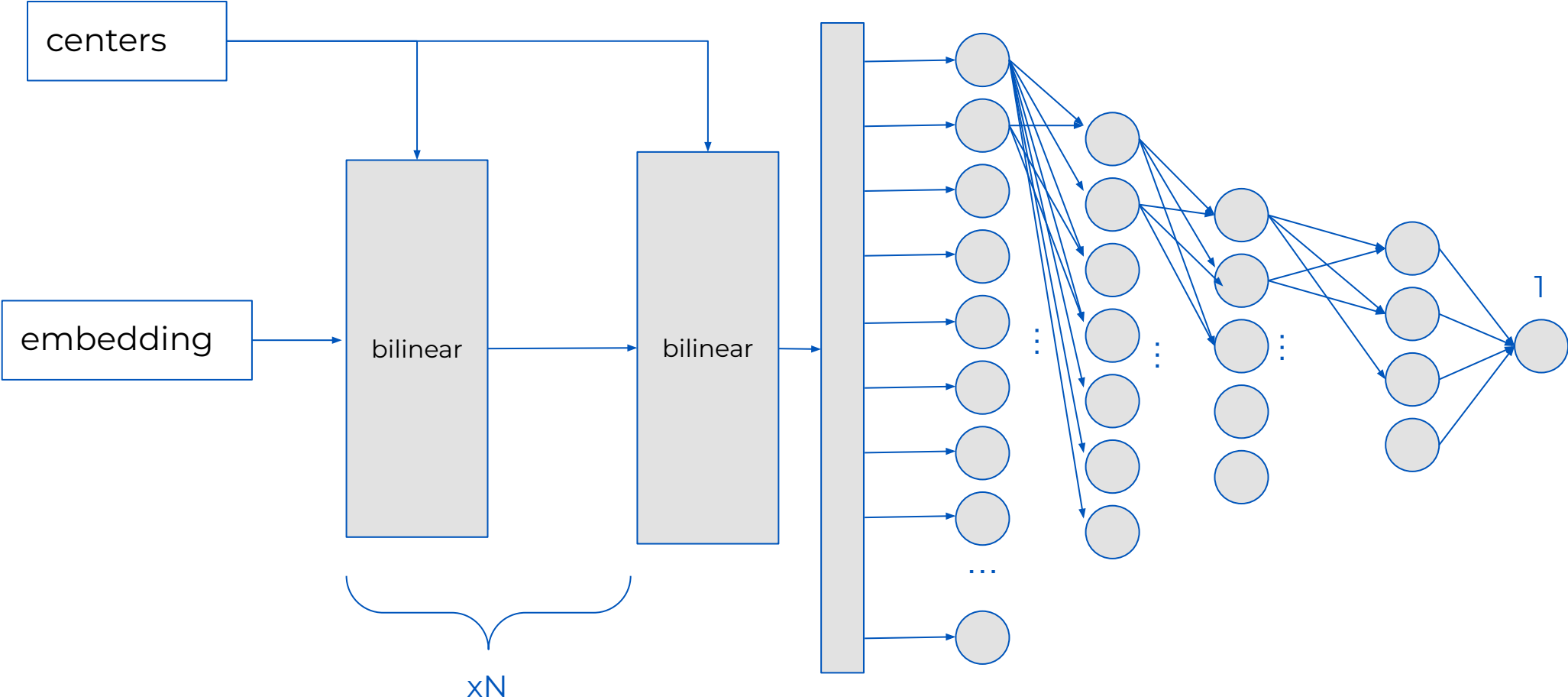
# Вариант 1: входные данные



# Вариант 1: архитектура



# Вариант 1: архитектура





# Вариант 1: результаты

В качестве целевых переменных выбирались:

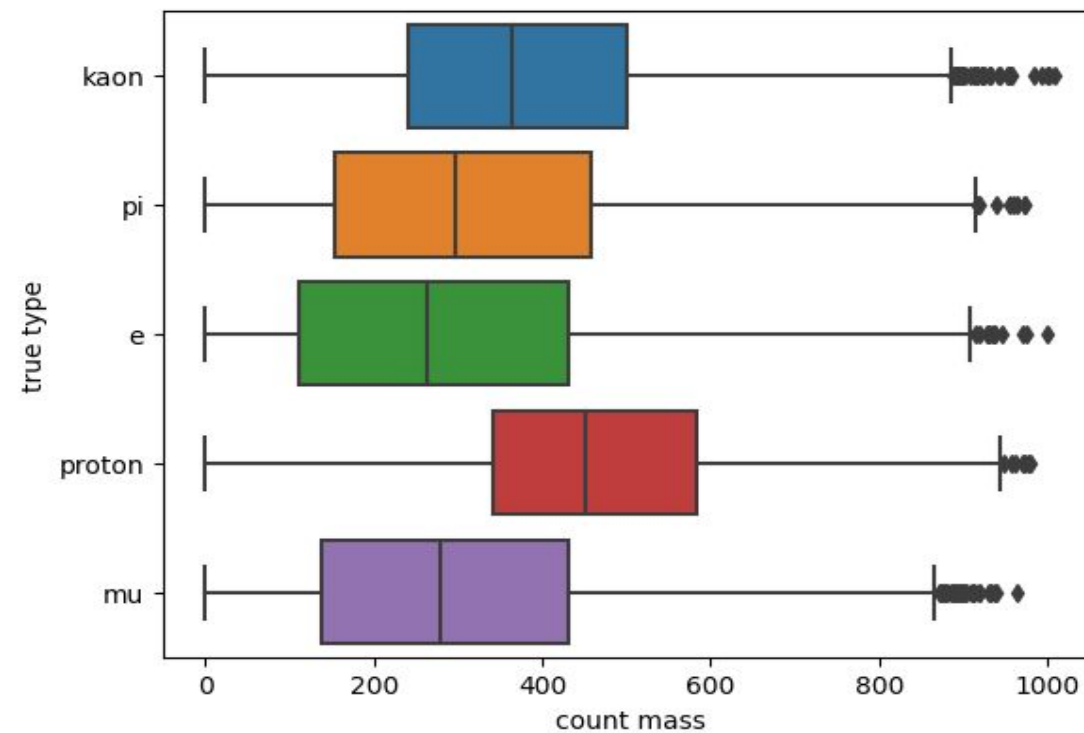
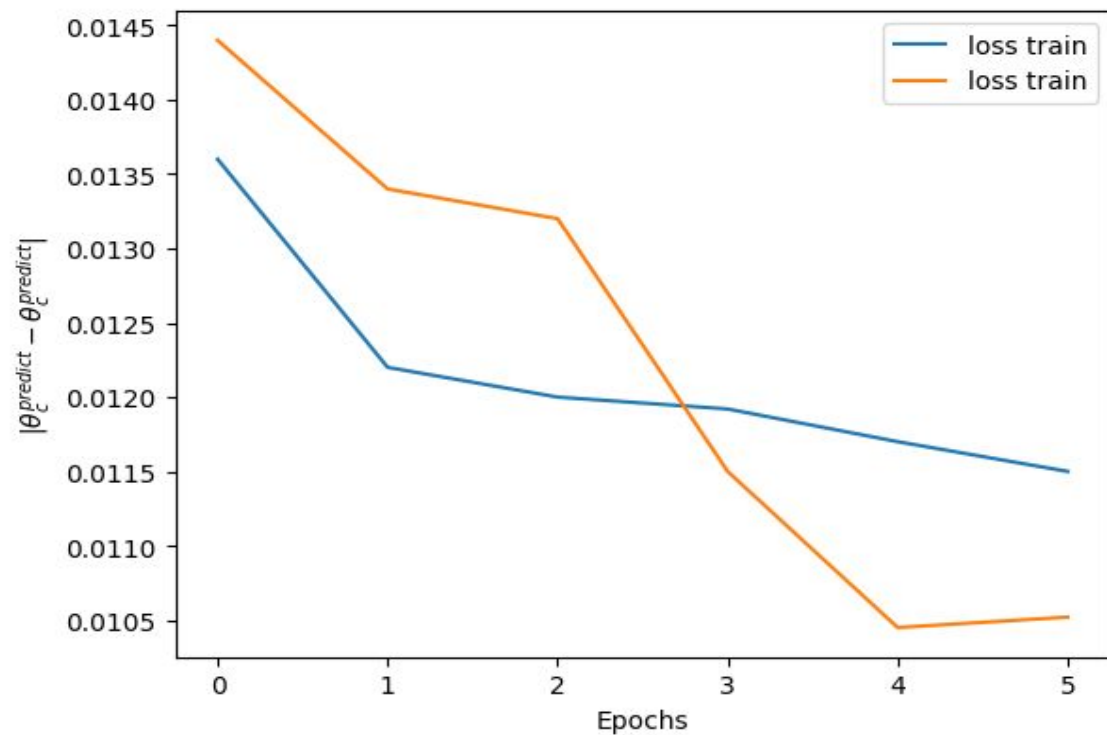
- скорость;
- логарифм разности  $1-v$ ;
- угол раствора конуса;
- эксцентриситет и угол падения исследуемой частицы на поверхность аэрогеля

- При обучении на предсказание угла раствора конуса нейросеть выдавала относительно корректные результаты, но предсказать по ним массу частицы (даже при абсолютно точном значении импульса) оказалось практически невозможно
- в остальных ошибка падает до некоторой постоянной величины и дальше не меняется;
- выдаваемые значения - константа, примерно равная либо среднему по выборке (для MSE), либо медиане по выборке (MAE).

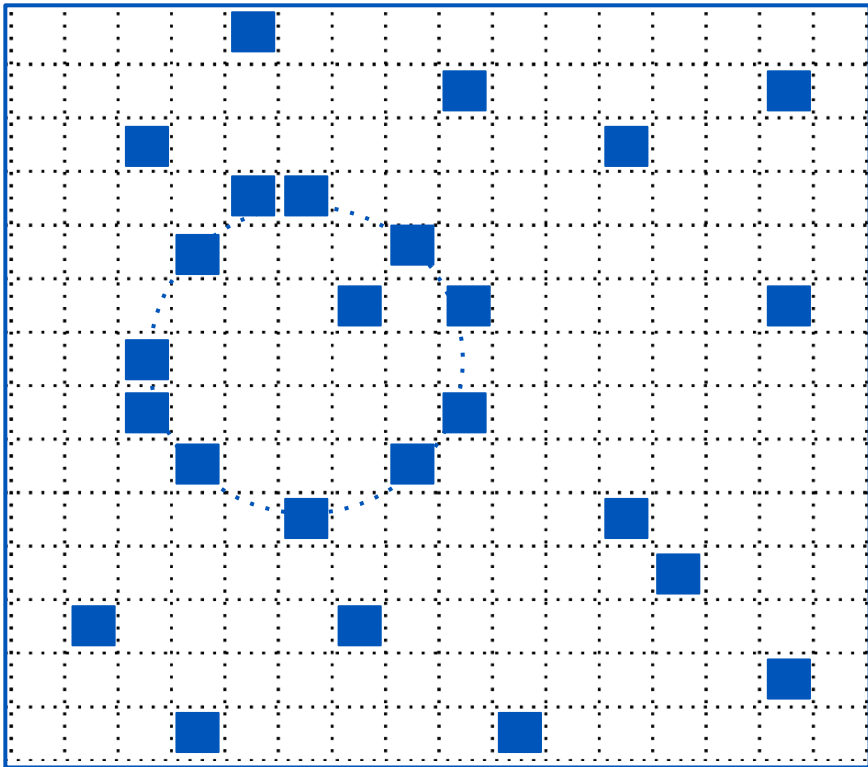
Варианты улучшения:

- построить граф, каким-либо образом задав взаимосвязи между точками, и далее работать уже с ним;
- учесть локальные окрестности каждой точки.

# Вариант 1: результаты

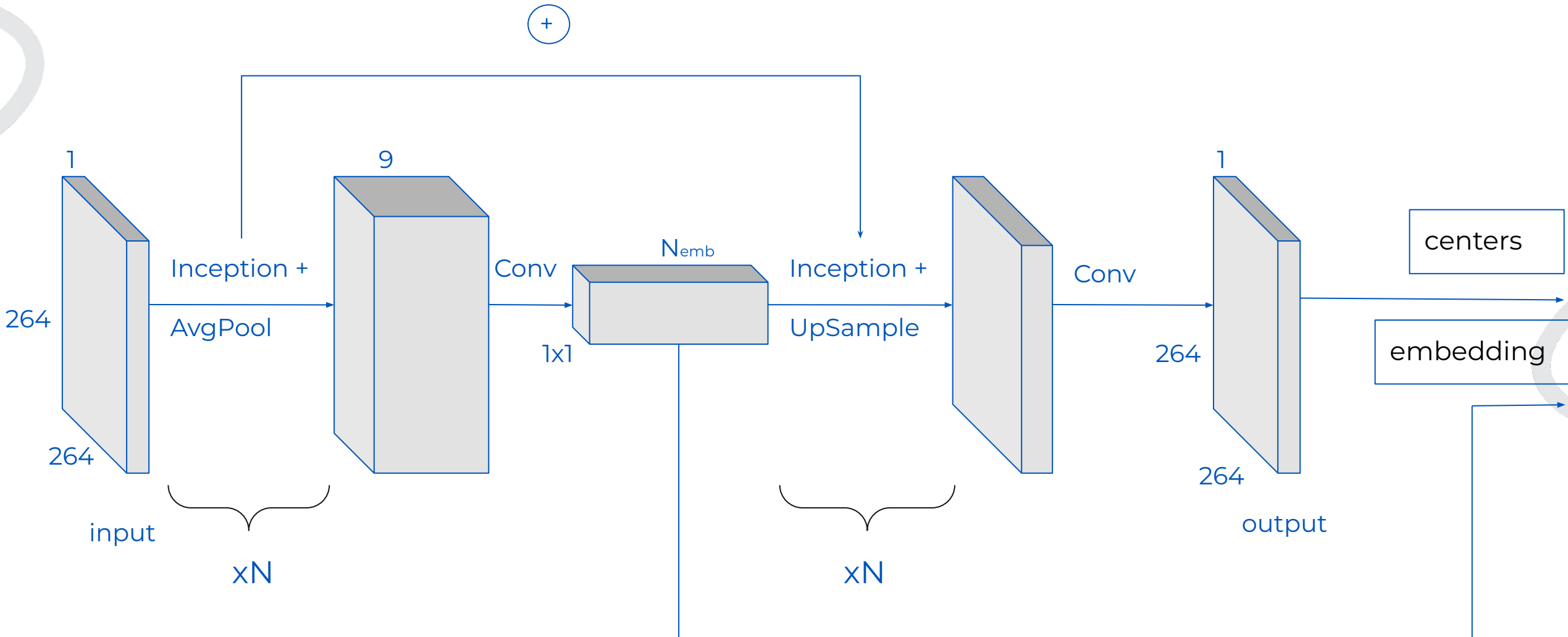


# Вариант 2: входные данные



$$\begin{pmatrix} 0. & 0. & 0. & \dots \\ 0. & 0. & 0. & \dots \\ 0. & 0. & 1.21 & \dots \\ 0. & 0. & 2.16 & \dots \\ \dots & & & \dots \end{pmatrix}$$

# Вариант 2: архитектура



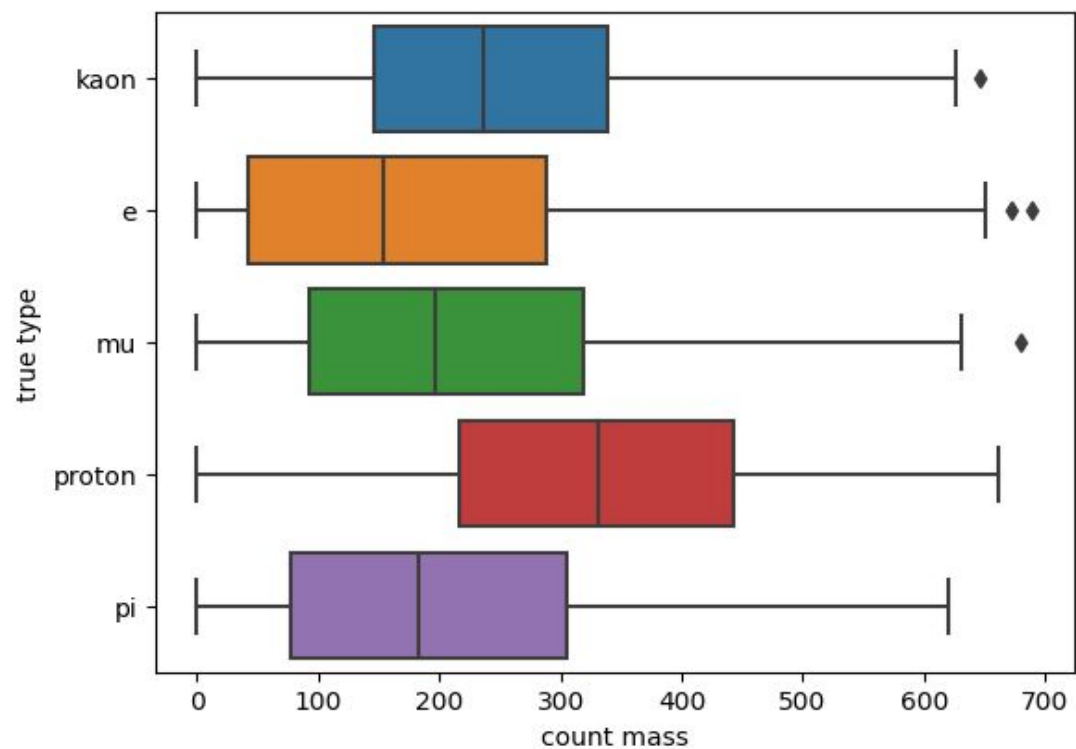
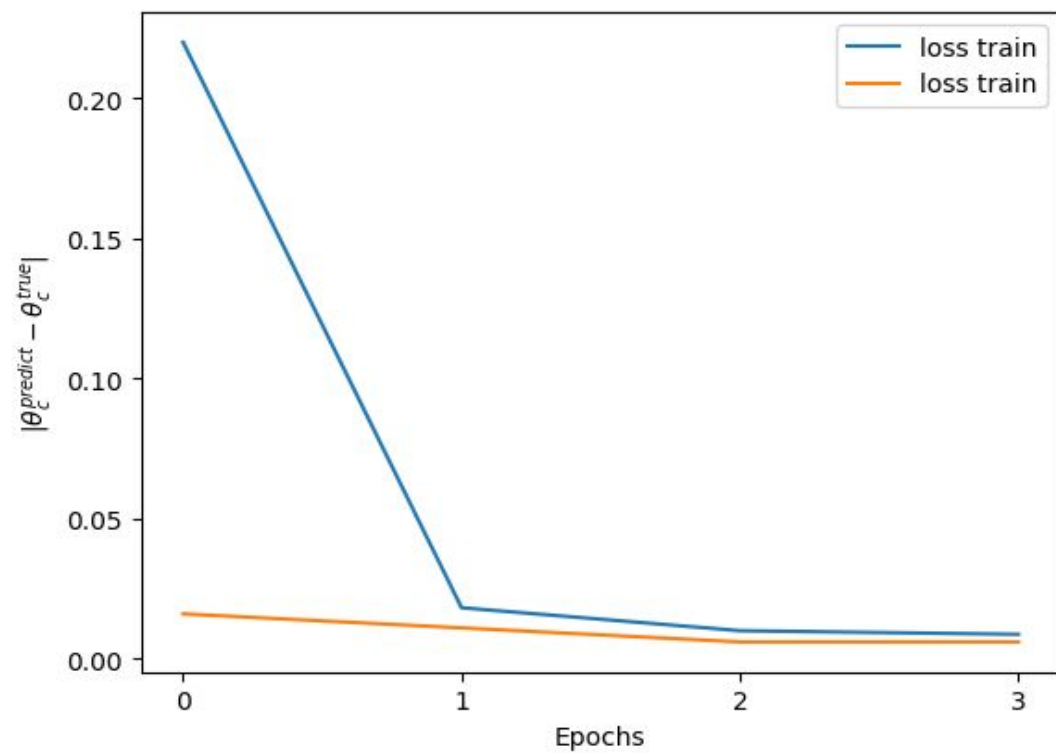
## Вариант 2: результаты

В качестве целевых переменных выбирались:

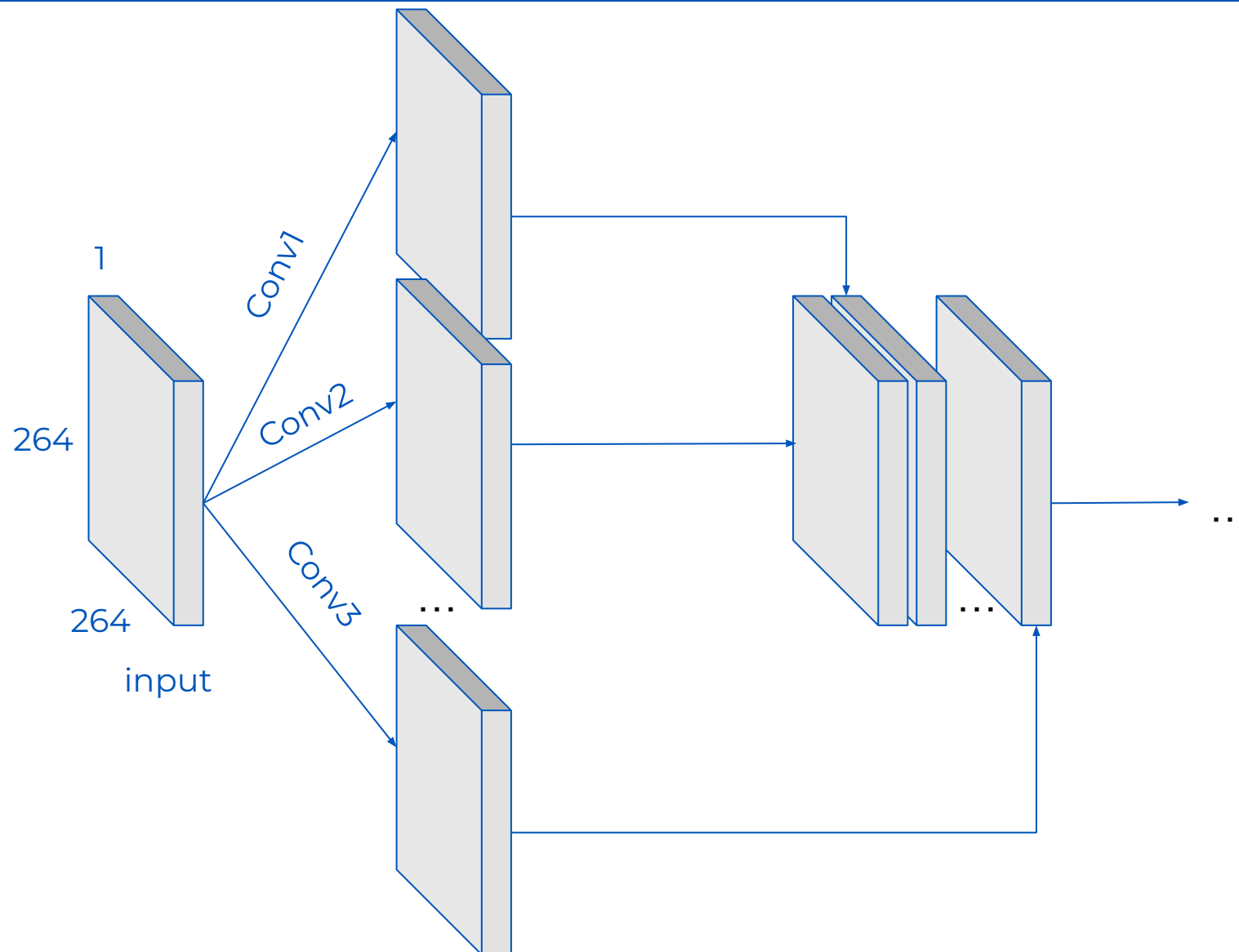
- скорость;
- логарифм разности  $1-v$ ;
- угол раствора конуса;
- эксцентриситет и угол падения исследуемой частицы на поверхность аэрогеля

- ошибка падает до некоторой постоянной величины и дальше не меняется;
- выдаваемые значения — константа, примерно равная либо среднему по выборке (для MSE), либо медиане по выборке (MAE).

# Вариант 2: результаты



# Вариант 3: архитектура

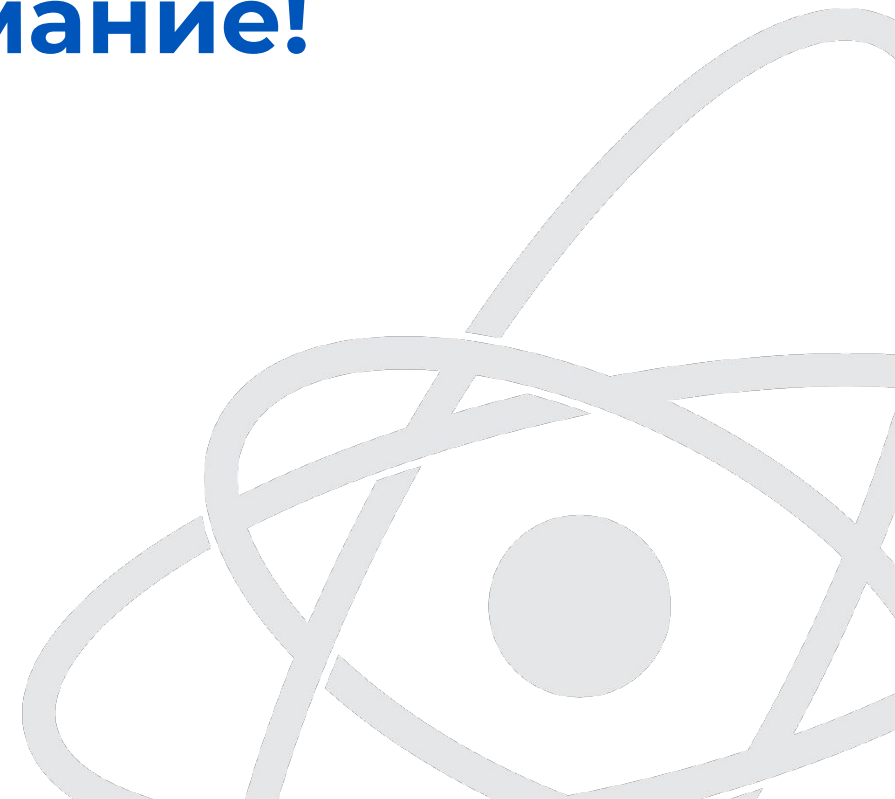


В ходе работы намечены 3 варианта решения задачи распознавания колец в детекторе FARICH. Сделаны попытки реализовать первые два варианта. Из полученных результатов можно сделать вывод о невозможности использовать эти подходы на данном этапе реализации. Необходима существенная перестройка архитектуры.

Описан третий путь решения задачи. В дальнейшей работе планируется развить третий способ, а также перейти к задаче нахождения центров эллипсов.



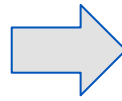
**Спасибо за внимание!**



# Терминология: convolution, pooling

stride

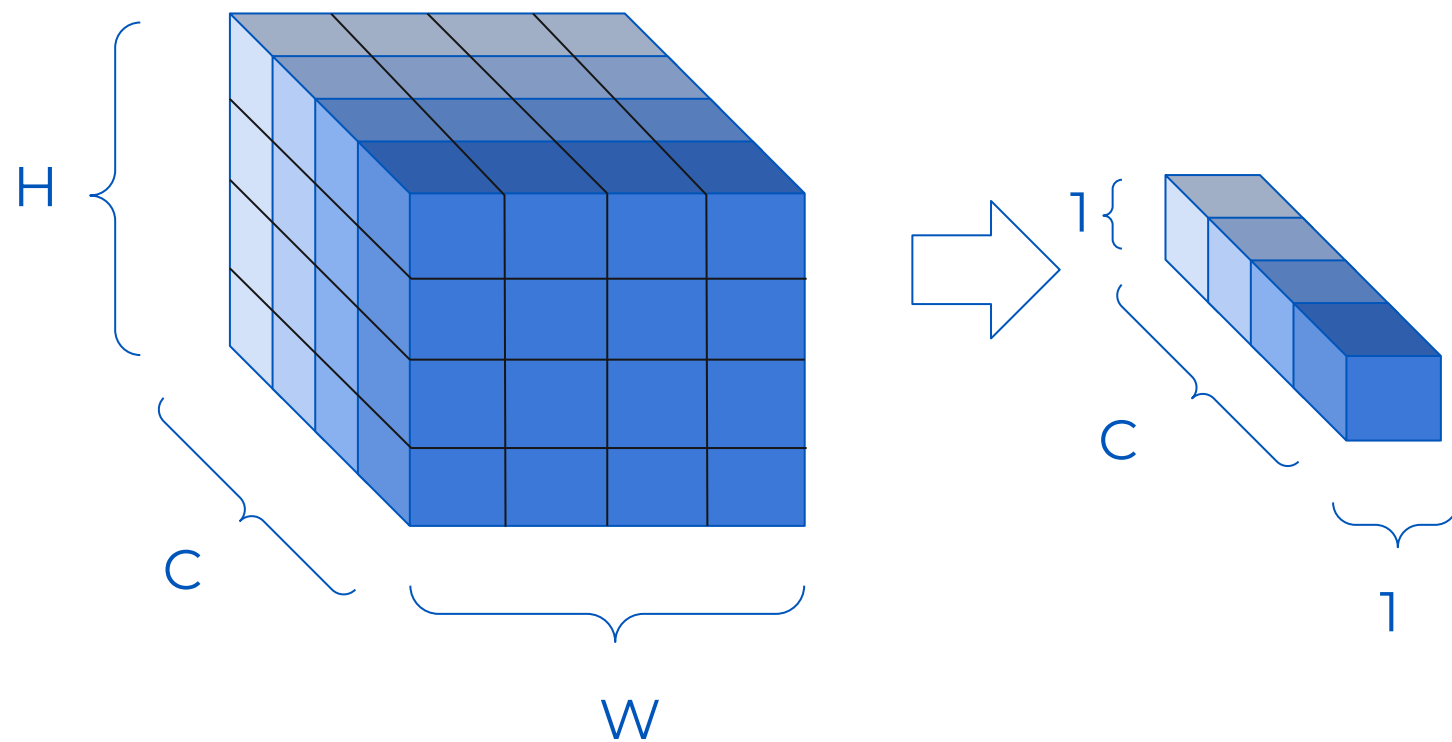
|                 |                 |                 |                 |     |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|
| X <sub>NN</sub> | X <sub>N1</sub> | X <sub>N2</sub> | X <sub>N3</sub> | ... | X <sub>NN</sub> | X <sub>N1</sub> |
| X <sub>1N</sub> | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | ... | X <sub>1N</sub> | X <sub>11</sub> |
| X <sub>2N</sub> | X <sub>21</sub> | X <sub>22</sub> | X <sub>23</sub> | ... | X <sub>2N</sub> | X <sub>21</sub> |
| ...             | ...             | ...             | ...             | ... | ...             | ...             |
| X <sub>NN</sub> | X <sub>N1</sub> | X <sub>N2</sub> | X <sub>N3</sub> | ... | X <sub>NN</sub> | X <sub>N1</sub> |
| X <sub>1N</sub> | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | ... | X <sub>1N</sub> | X <sub>11</sub> |



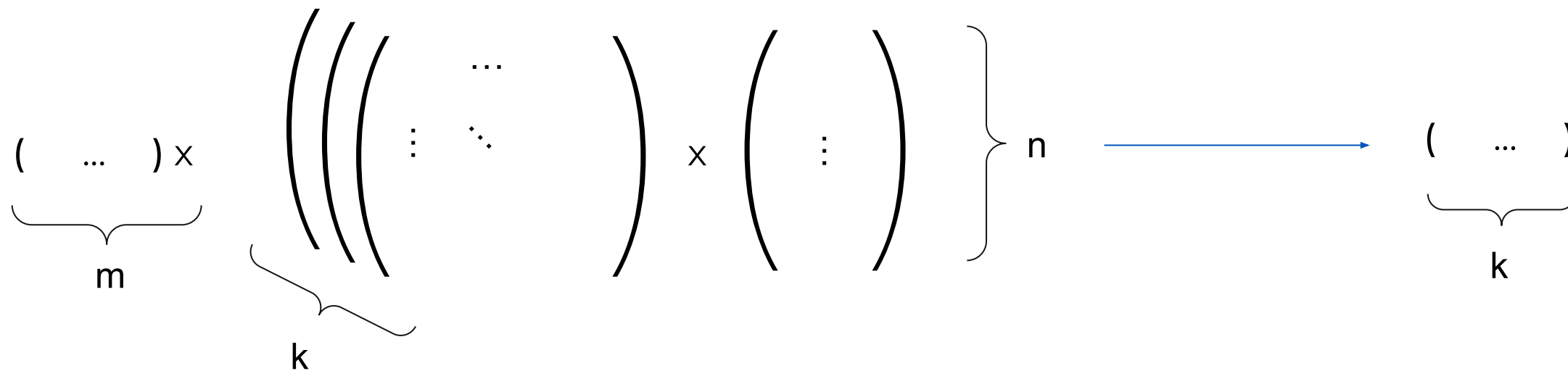
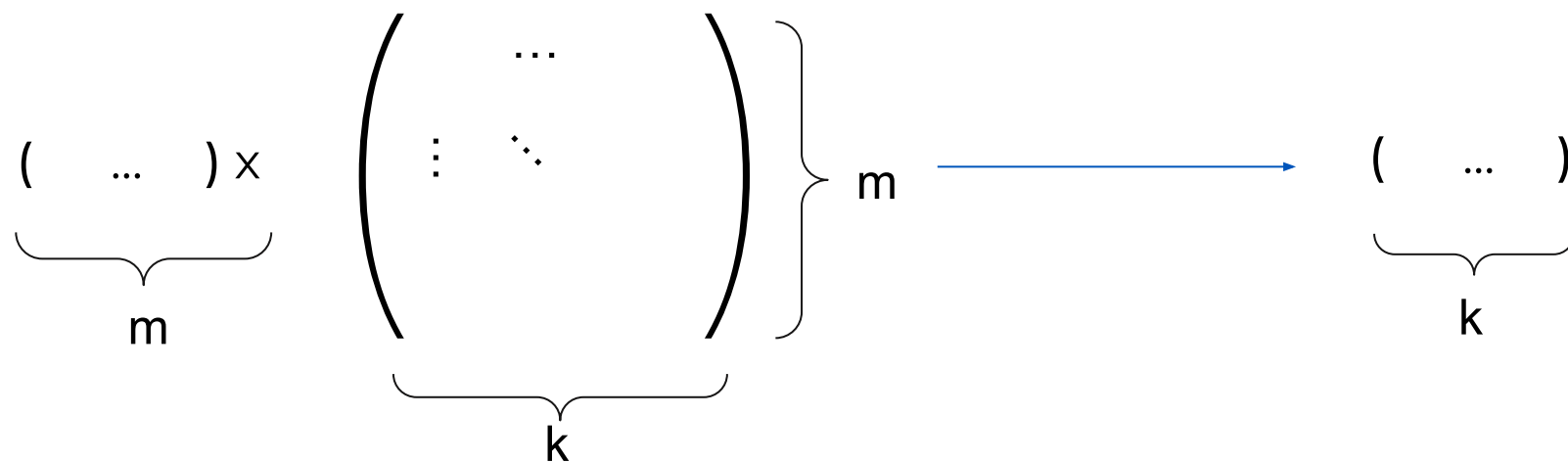
|                 |                 |                 |     |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|
| y <sub>11</sub> | y <sub>12</sub> | y <sub>13</sub> | ... | y <sub>1N</sub> |
| y <sub>21</sub> | y <sub>22</sub> | y <sub>23</sub> | ... | y <sub>2N</sub> |
| ...             | ...             | ...             | ... | ...             |
| y <sub>N1</sub> | y <sub>N2</sub> | y <sub>N3</sub> | ... | y <sub>NN</sub> |

padding

# Терминология: Global pooling



# Терминология: полносвязный слой vs билинейный слой



# Терминология: Insertion слой

