

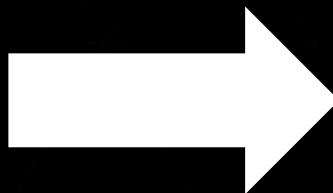
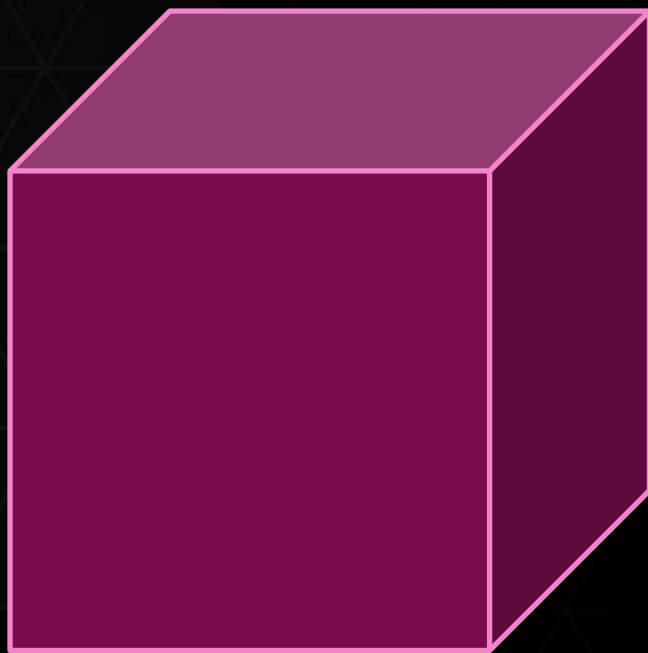


ОБУЧЕНИЕ ЭМБЕДДИНГОВ

Дмитрий Коробченко

EMBEDDING (ВЛОЖЕНИЕ)

Объект



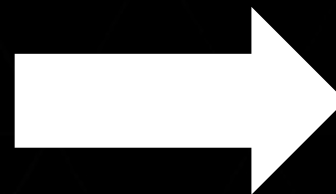
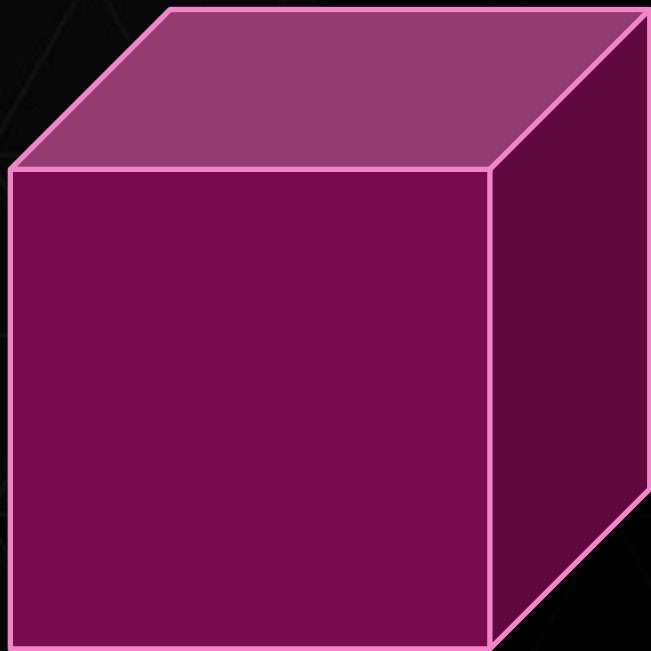
Вектор

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_N \end{bmatrix}$$

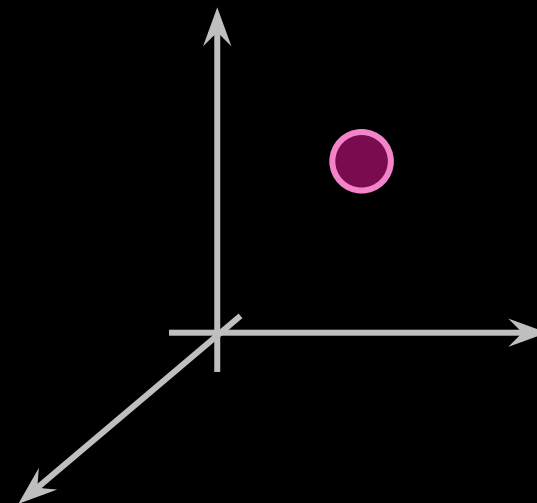
EMBEDDING (ВЛОЖЕНИЕ)

Вложение в N-мерное

Объект

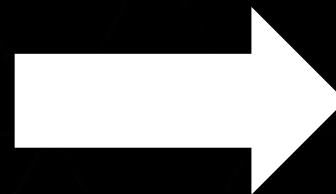


Вектор
(Эмбеddинг)

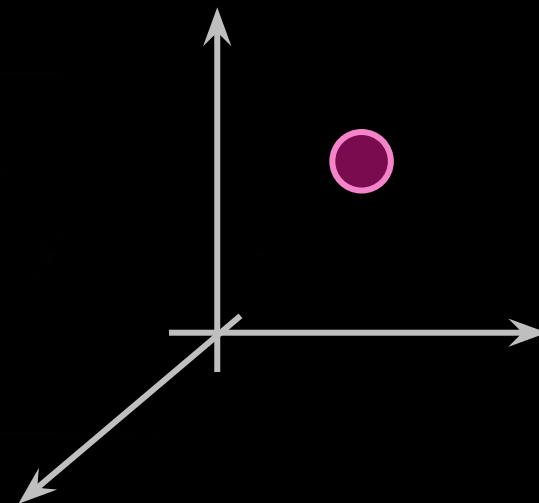


EMBEDDING (ВЛОЖЕНИЕ)

Изображение

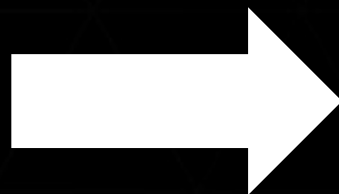
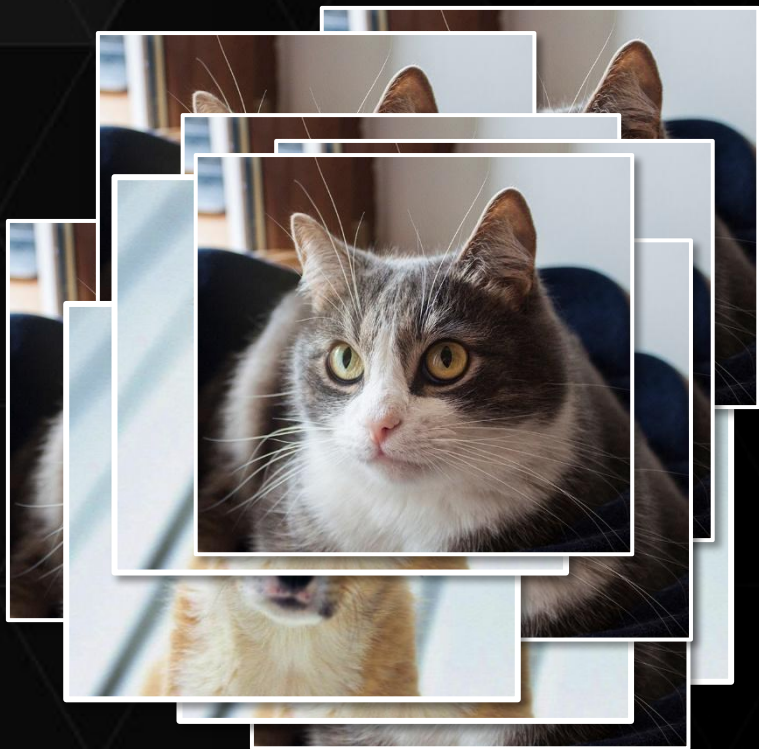


Вектор
(Эмбе́ддинг)

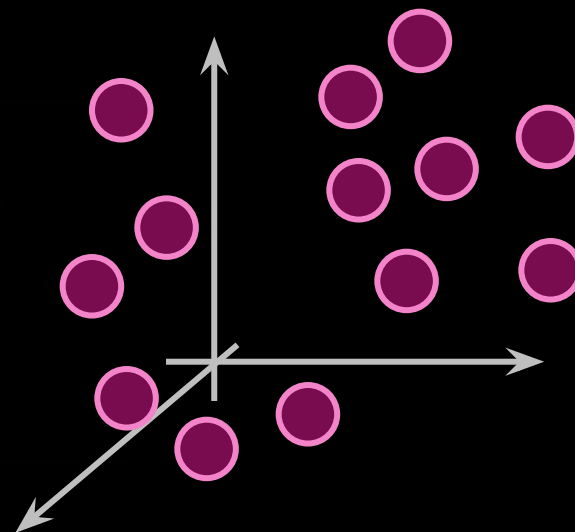


EMBEDDING (ВЛОЖЕНИЕ)

Изображения



Векторы
(Эмбединги)

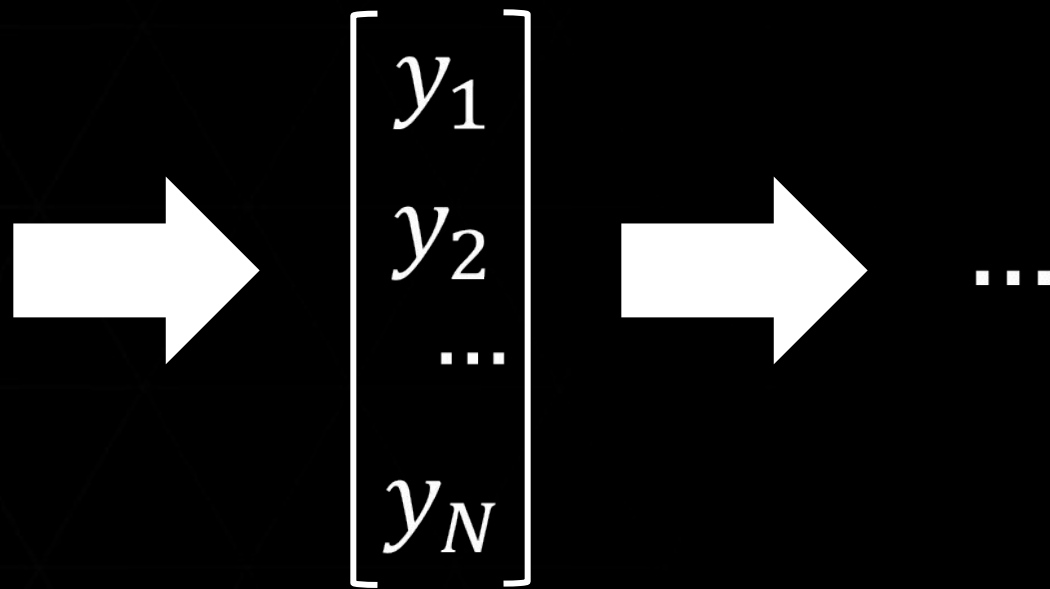


ЭМБЕДДИНГ КАК ДЕСКРИПТОР

Изображение

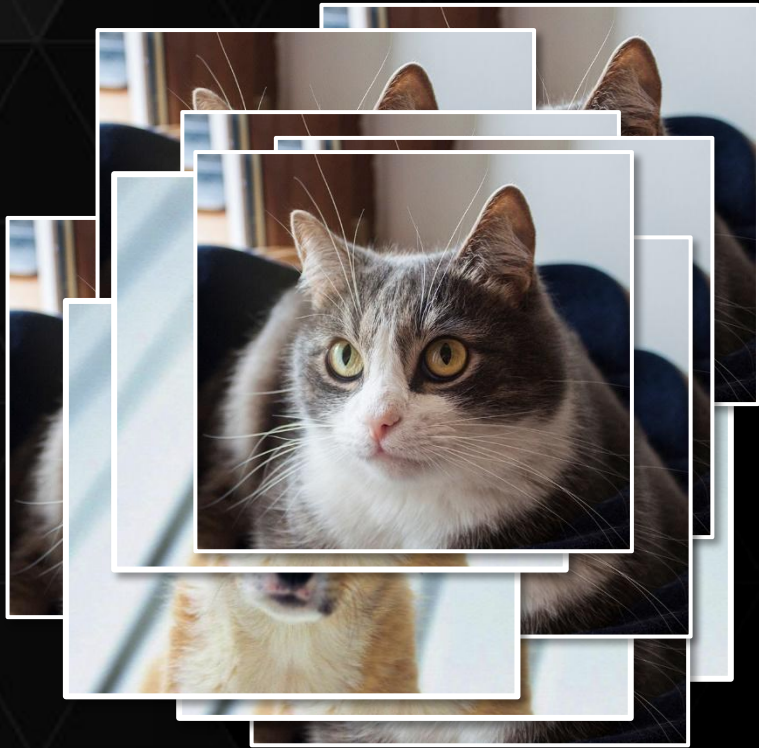


Эмбеддинг



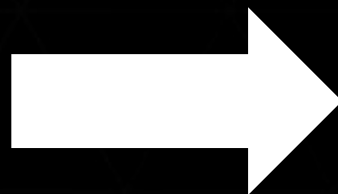
КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ

Изображения

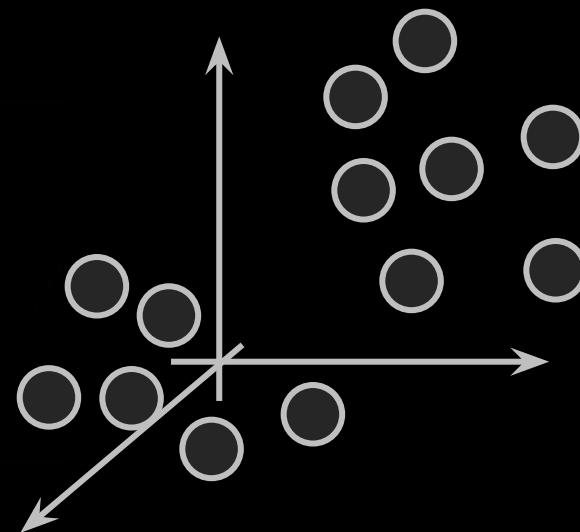


КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ

Изображения

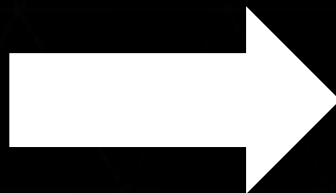
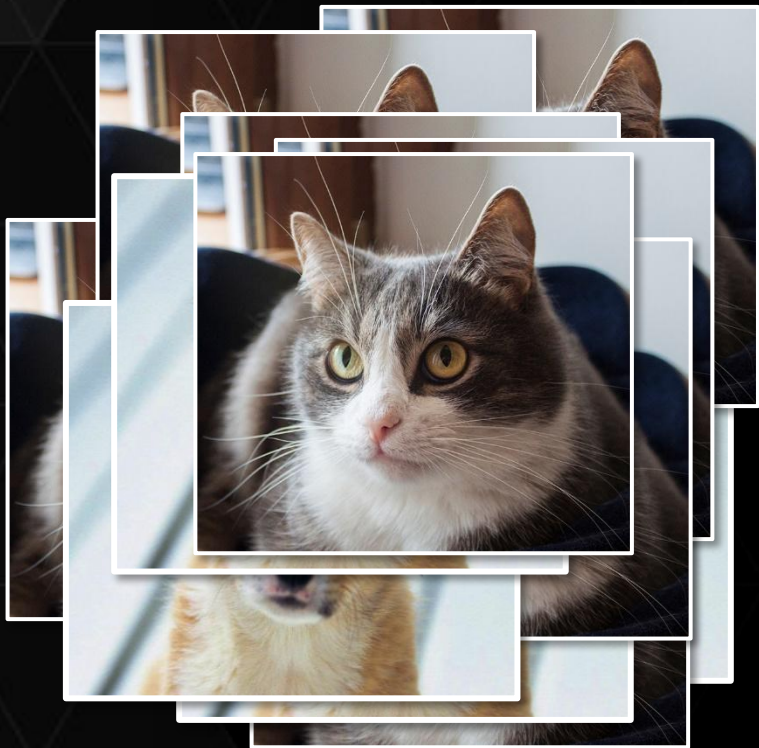


Эмбединги

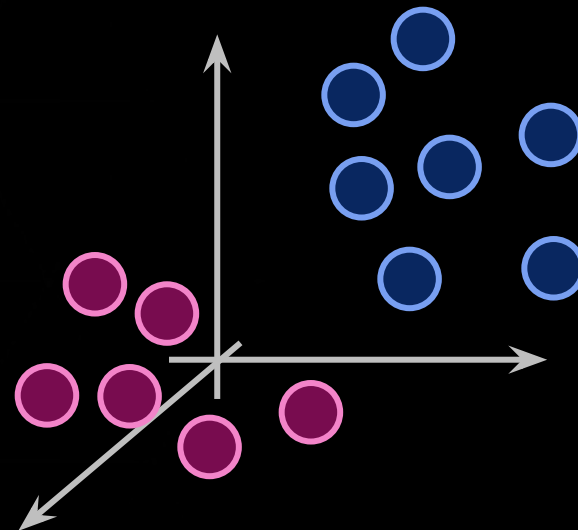


КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ

Изображения



Эмбединги
+ Кластеризация



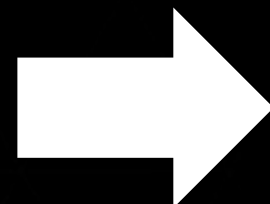
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ

Два изображения

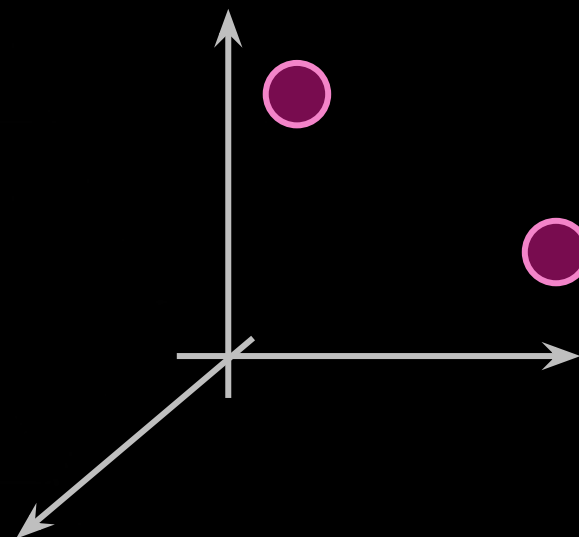


РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ

Два изображения

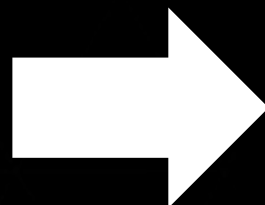


Эмбединги

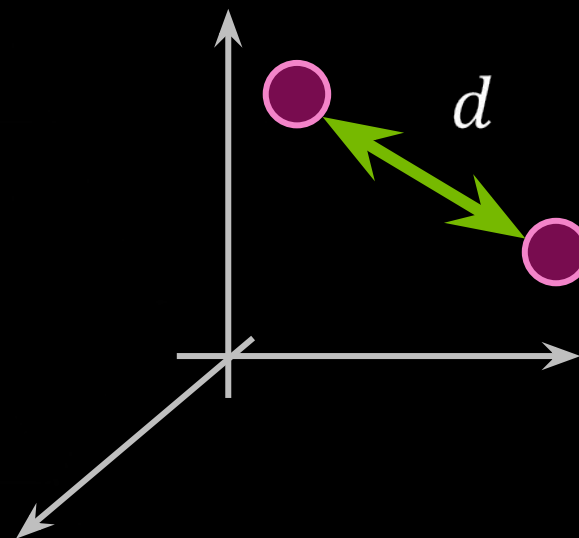


РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ

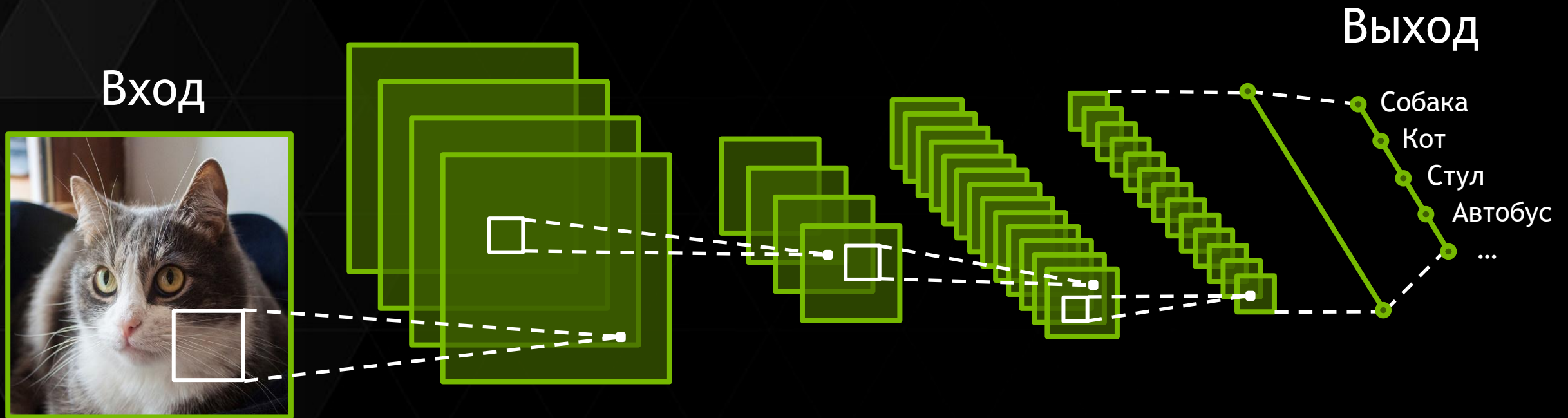
Два изображения



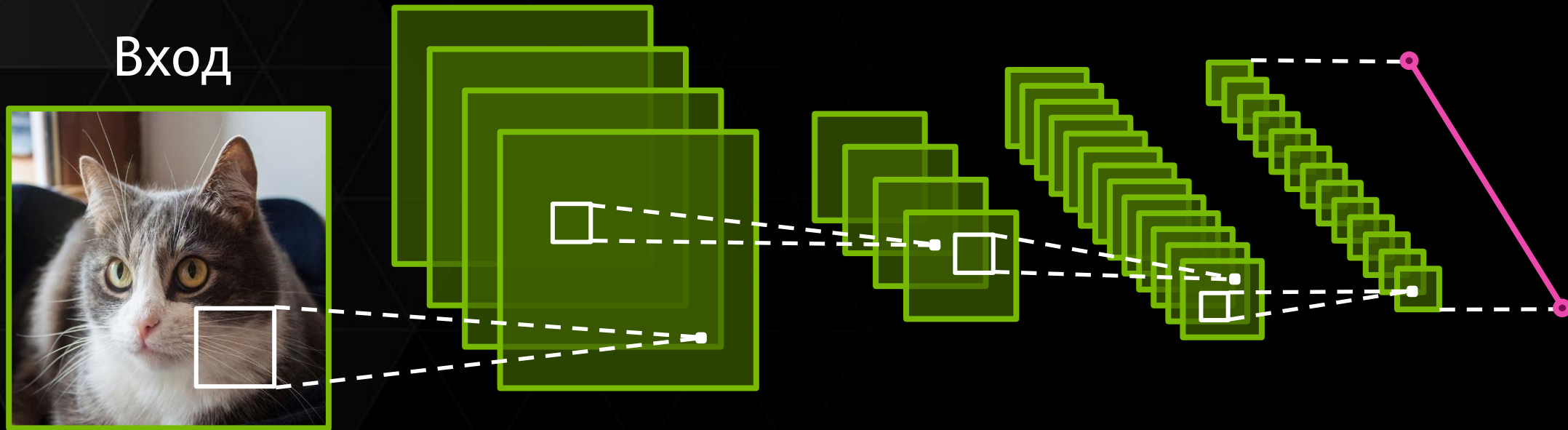
Эмбединги



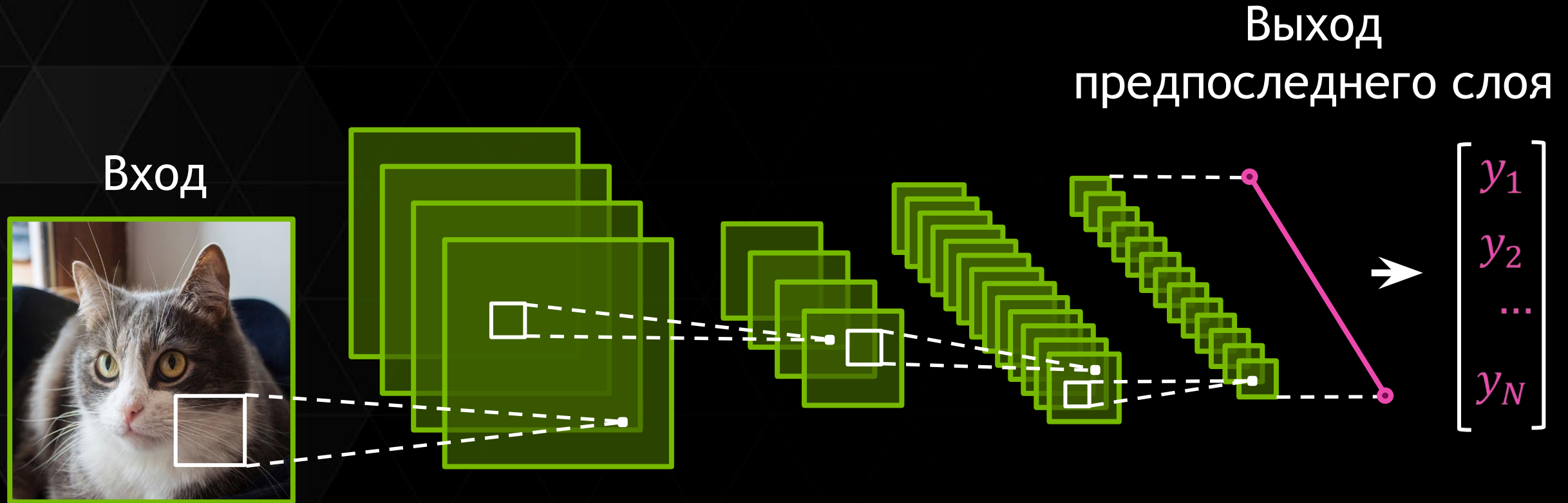
СВЁРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



СВЁРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

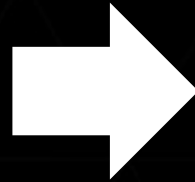


СВЁРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

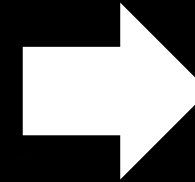
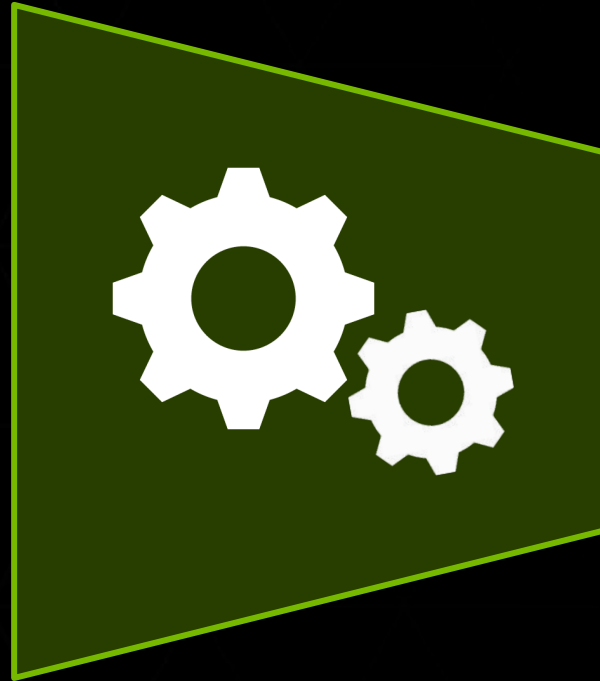


СВЁРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

Изображение



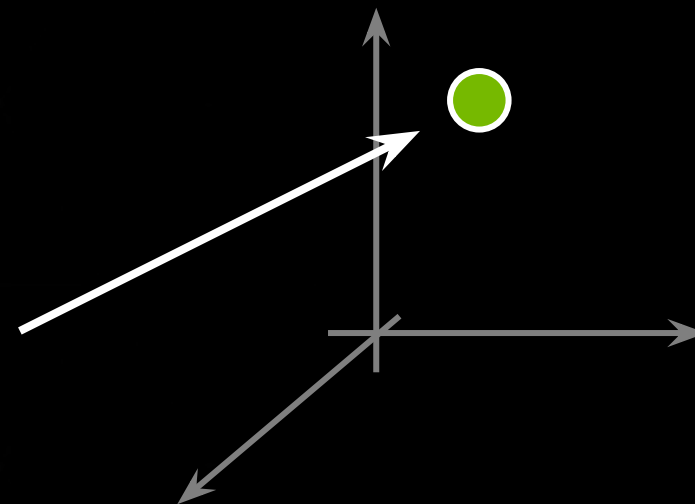
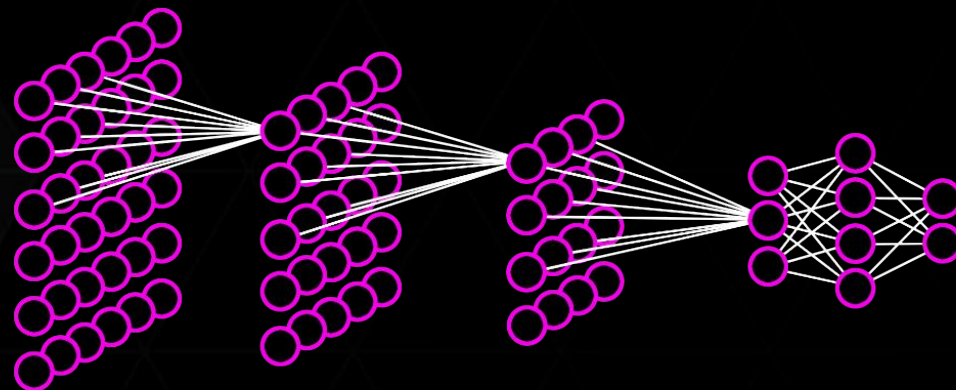
Произвольная
CNN



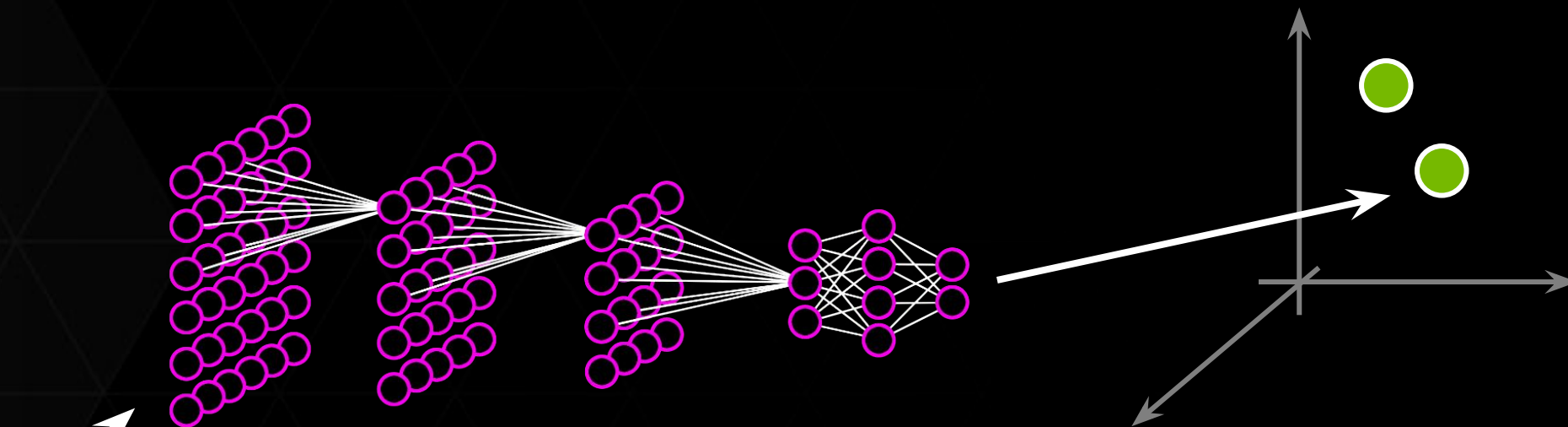
Эмбе́динг



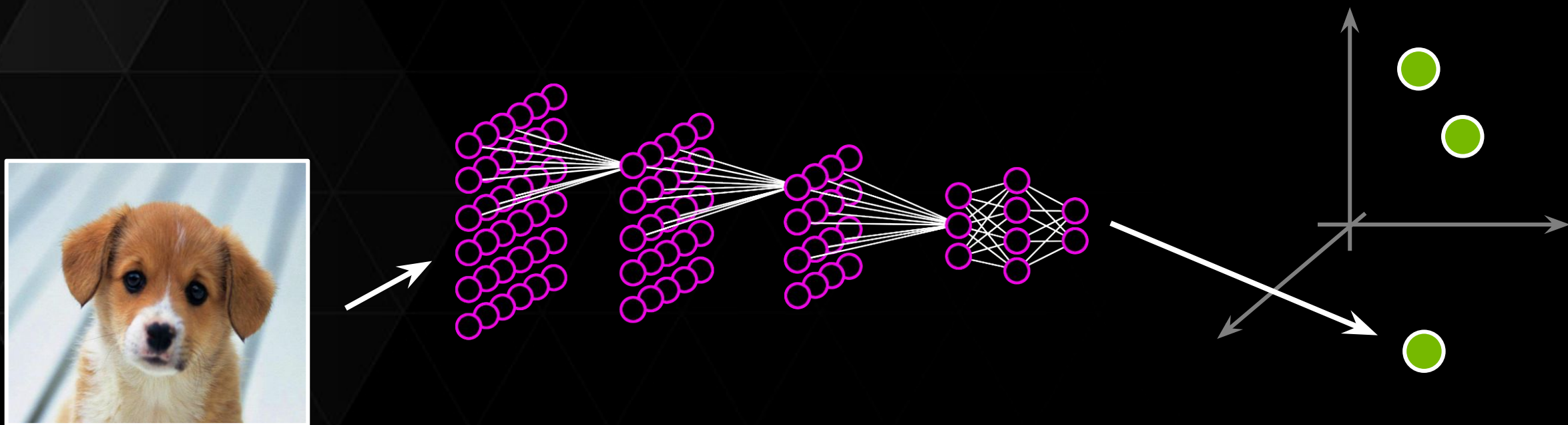
ОБУЧЕНИЕ ЭМБЕДДИНГОВ



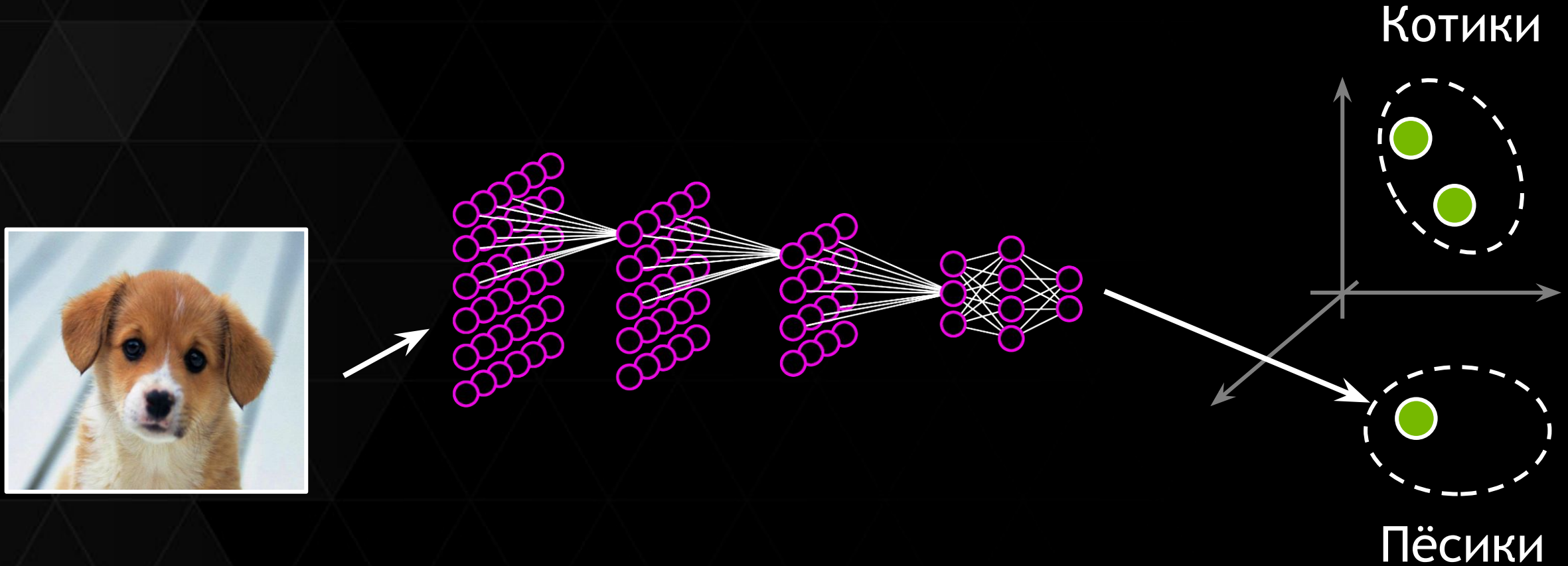
ОБУЧЕНИЕ ЭМБЕДДИНГОВ



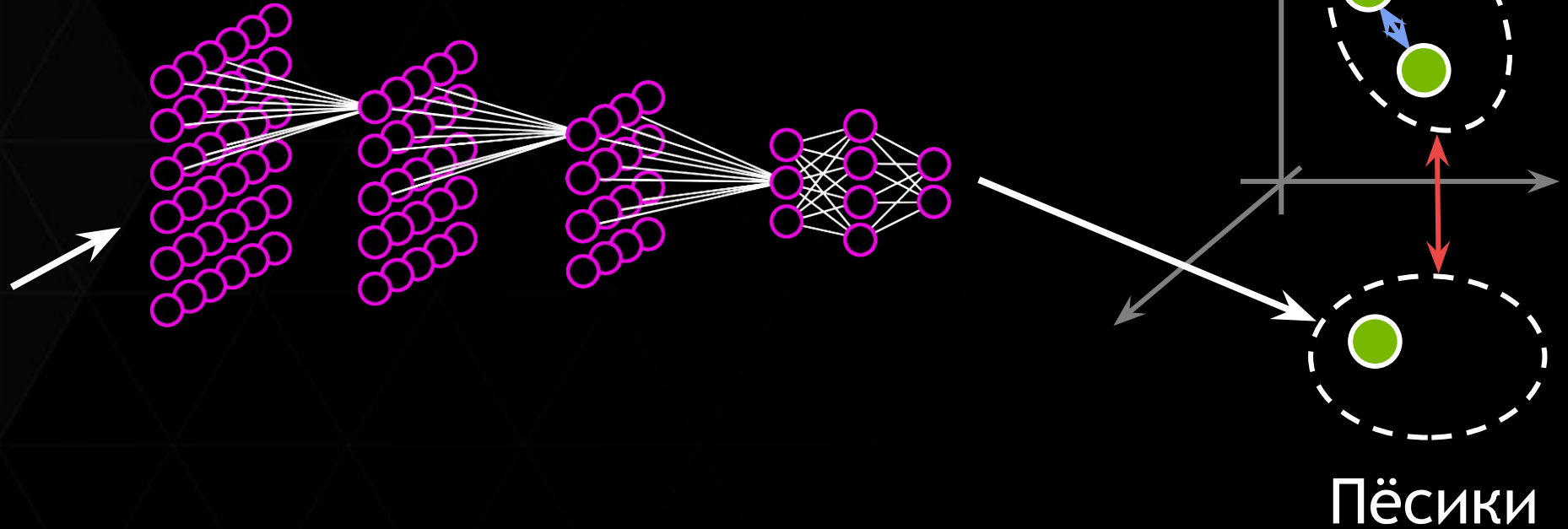
ОБУЧЕНИЕ ЭМБЕДДИНГОВ



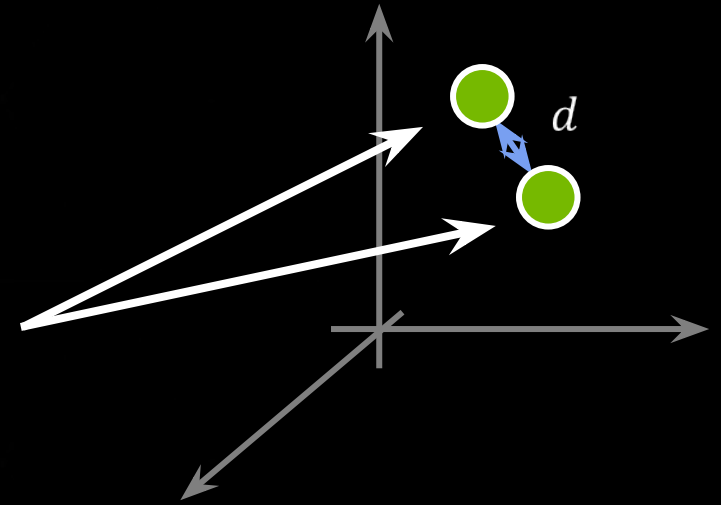
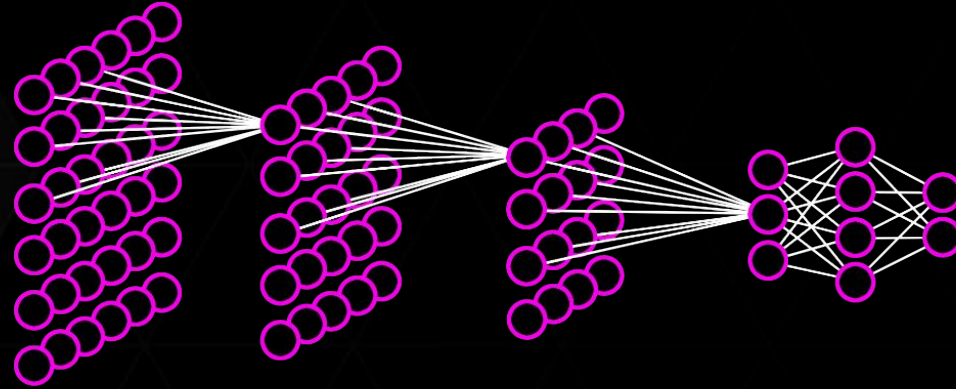
METRIC LEARNING



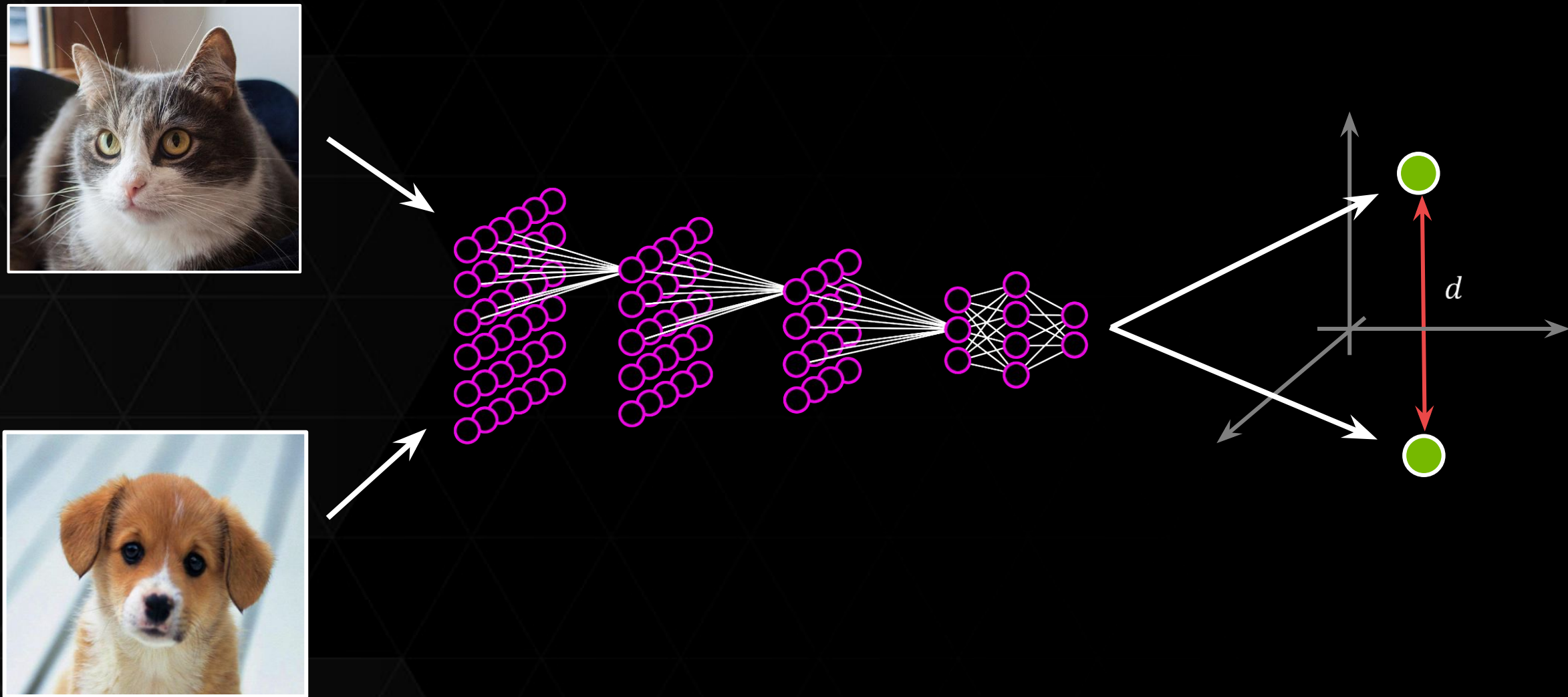
METRIC LEARNING



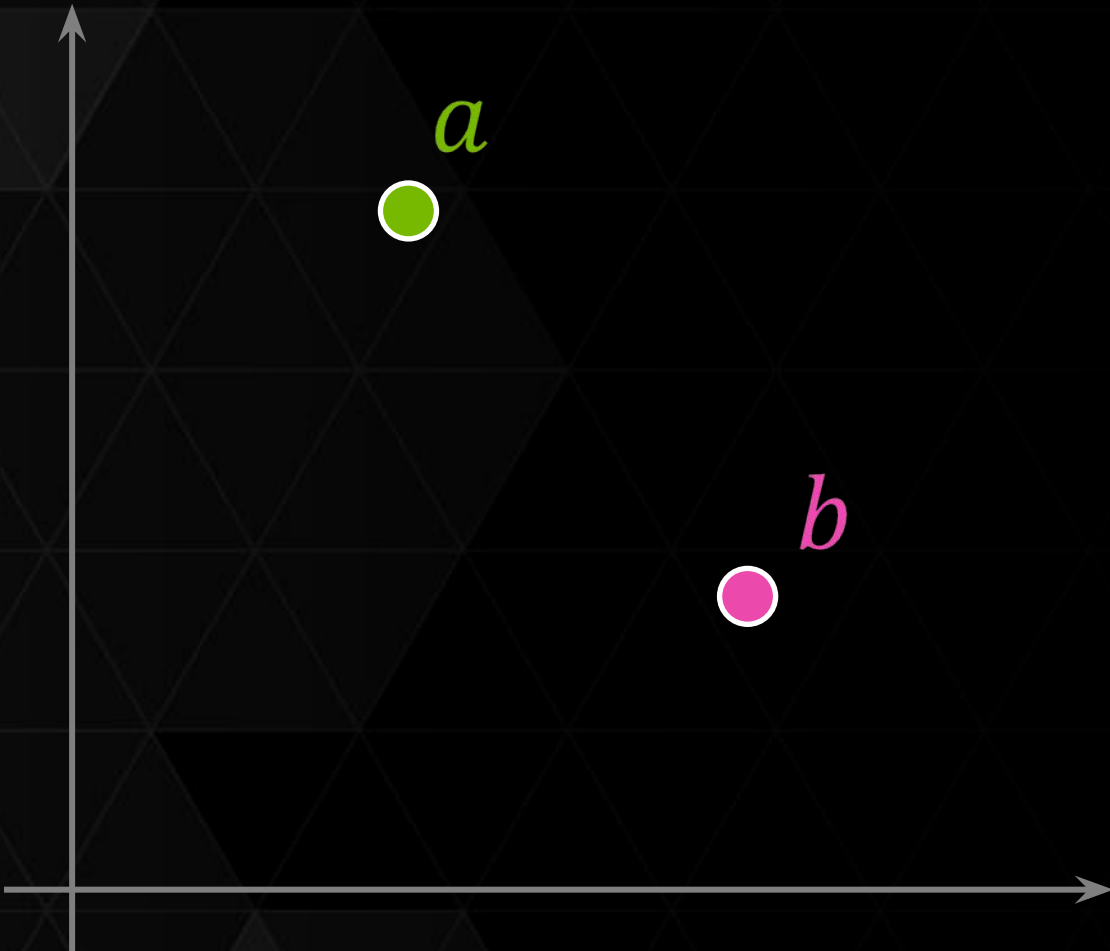
СИАМСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



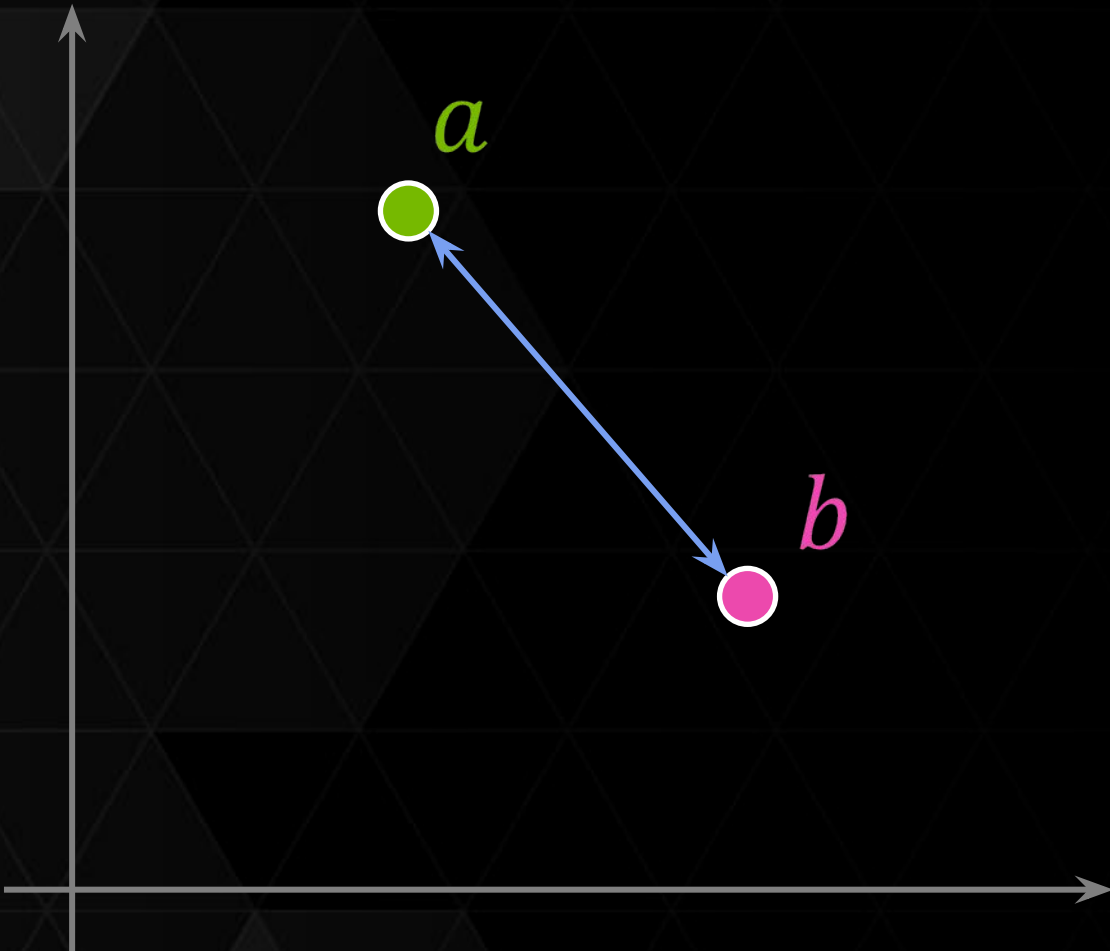
СИАМСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ВЕКТОРАМИ

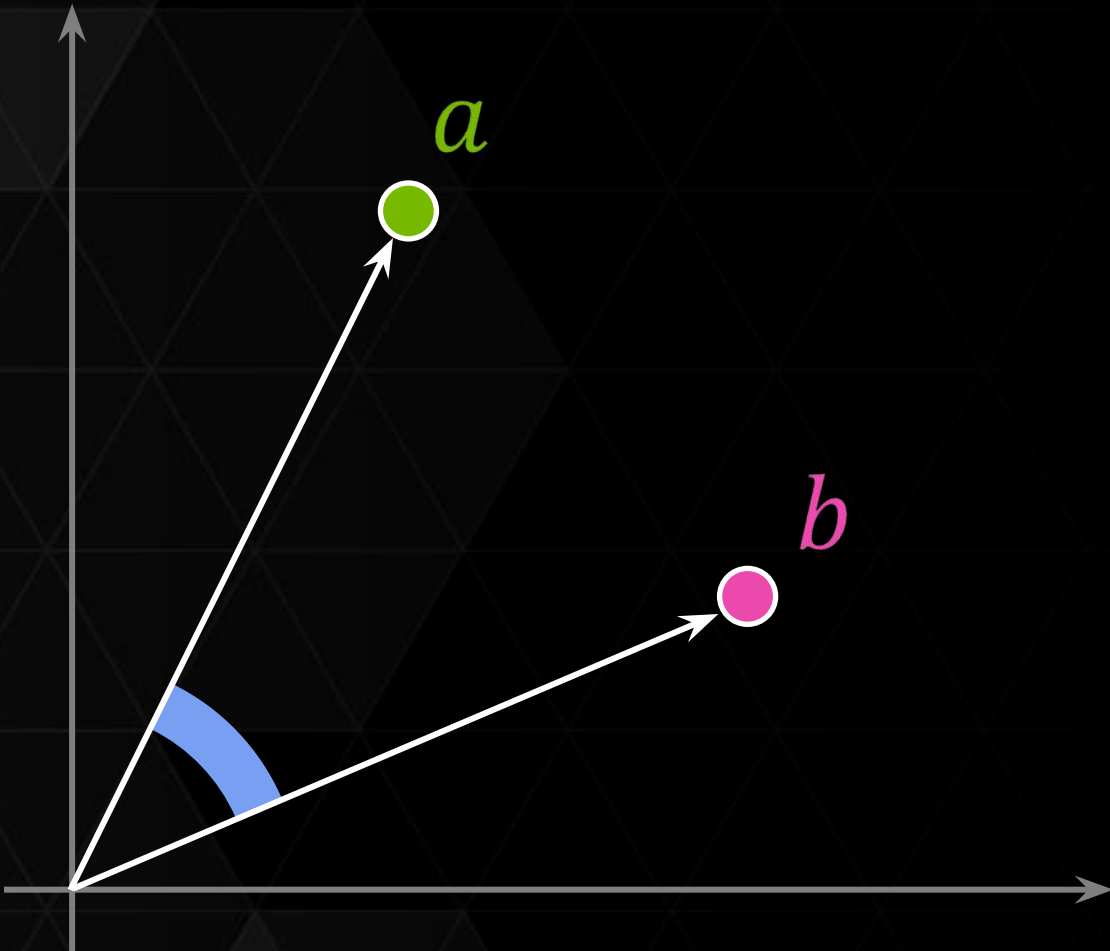


ЕВКЛИДОВО РАССТОЯНИЕ



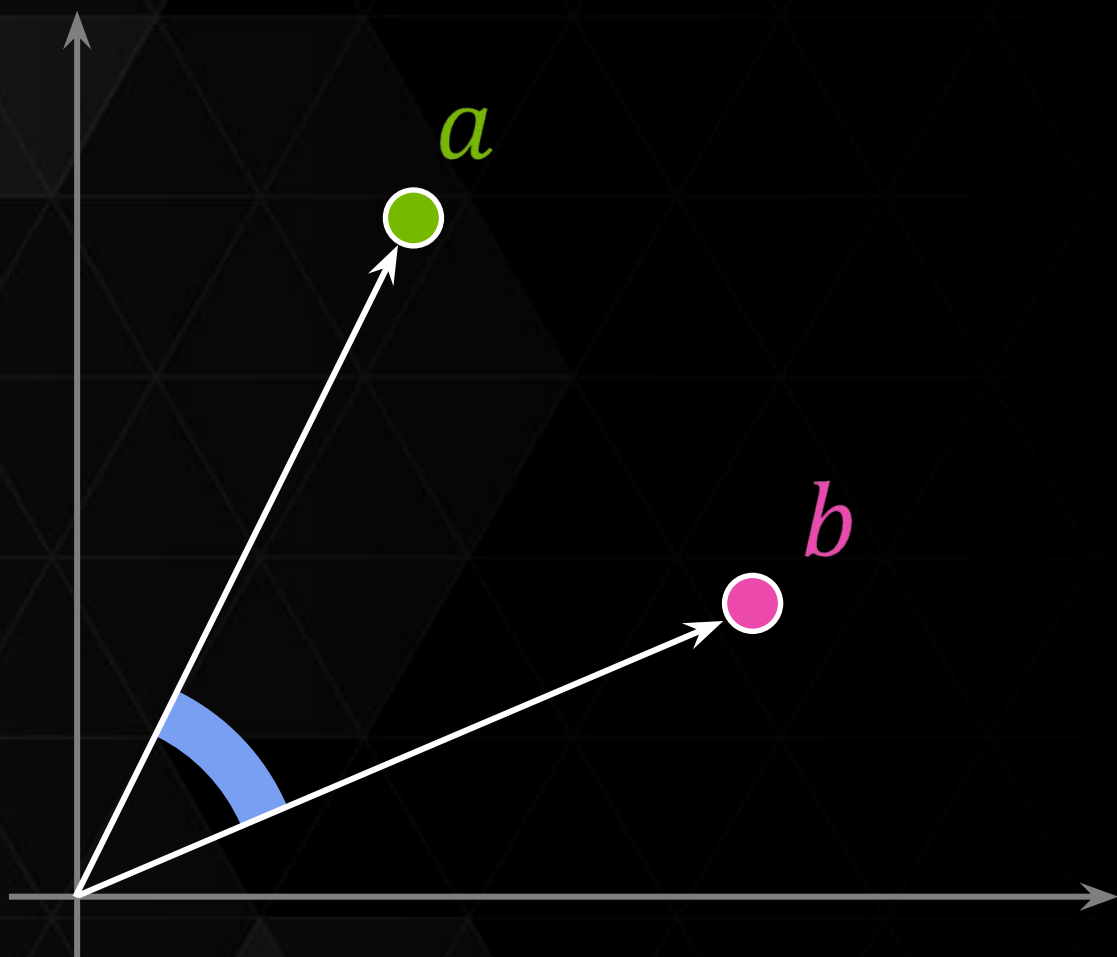
$$D = \|a - b\|$$

КОСИНУСНОЕ РАССТОЯНИЕ



$$\cos \varphi = \frac{a^T b}{\|a\| * \|b\|}$$

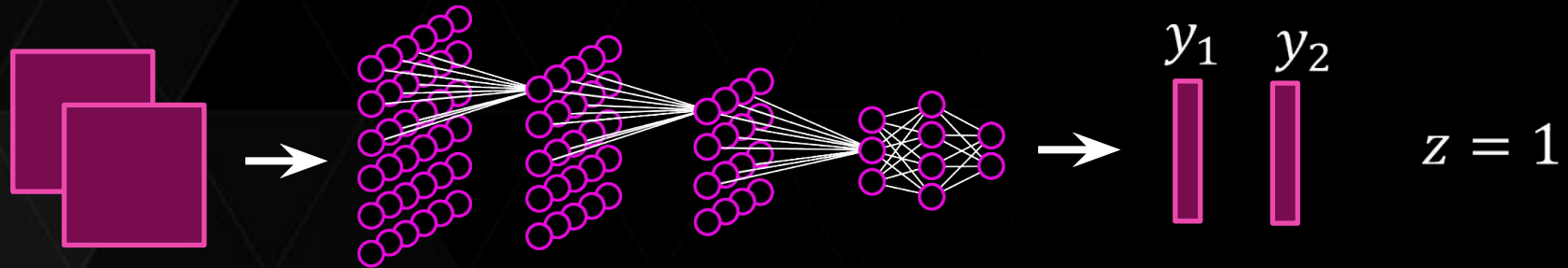
КОСИНУСНОЕ РАССТОЯНИЕ



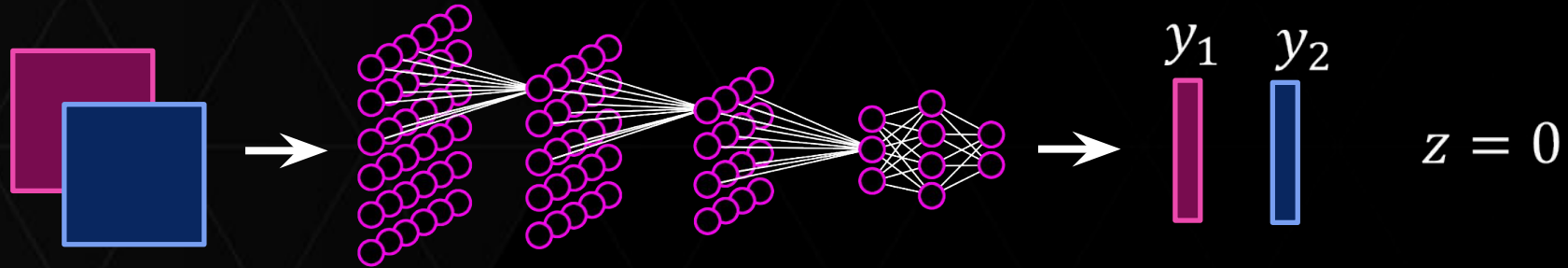
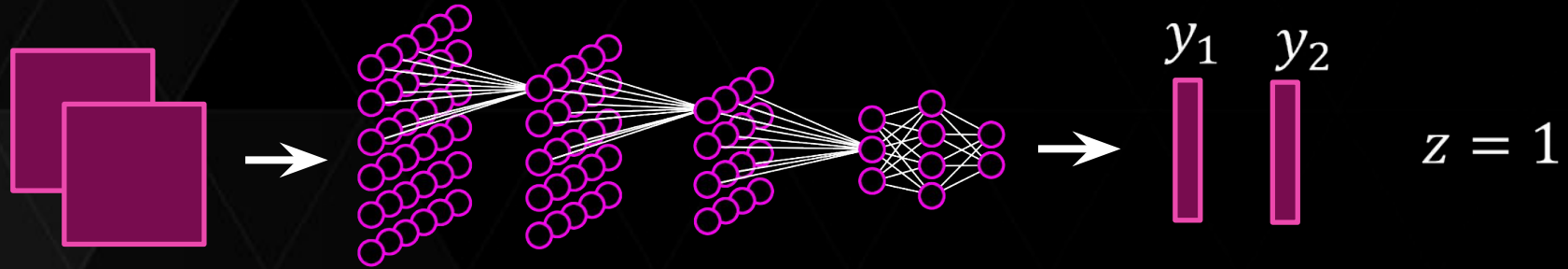
$$\cos \varphi = \frac{a^T b}{\|a\| * \|b\|}$$

$$D = a^T b$$

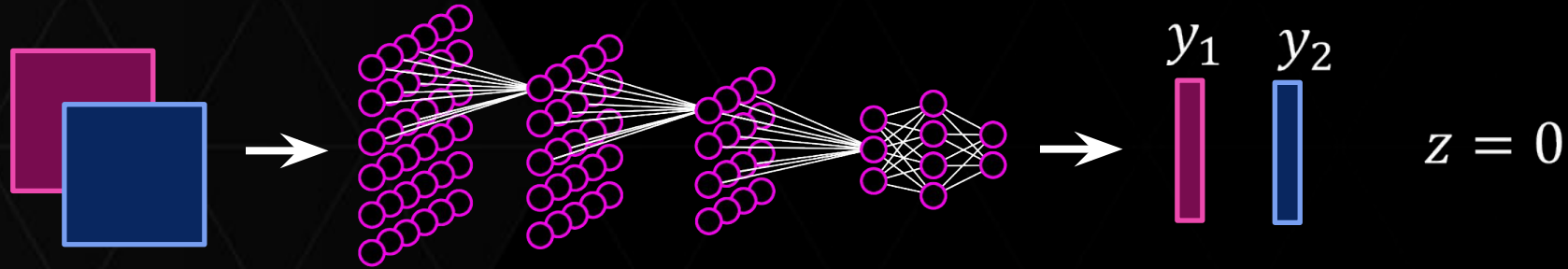
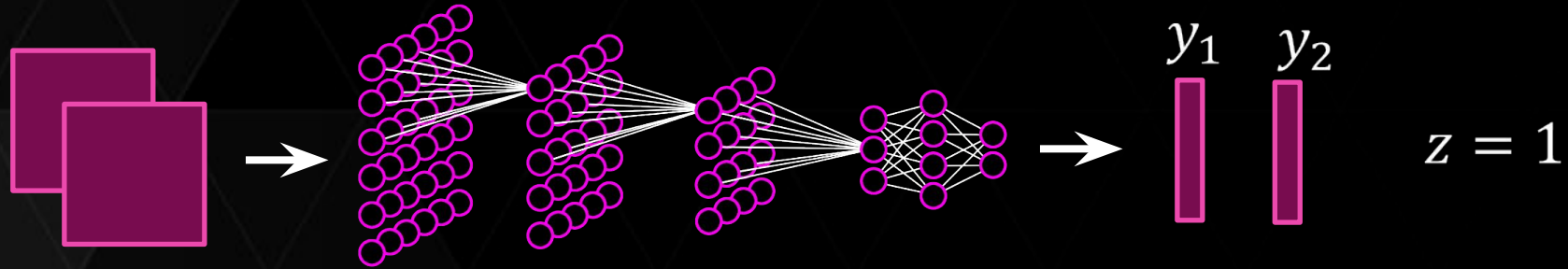
СИАМСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



СИАМСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



СИАМСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

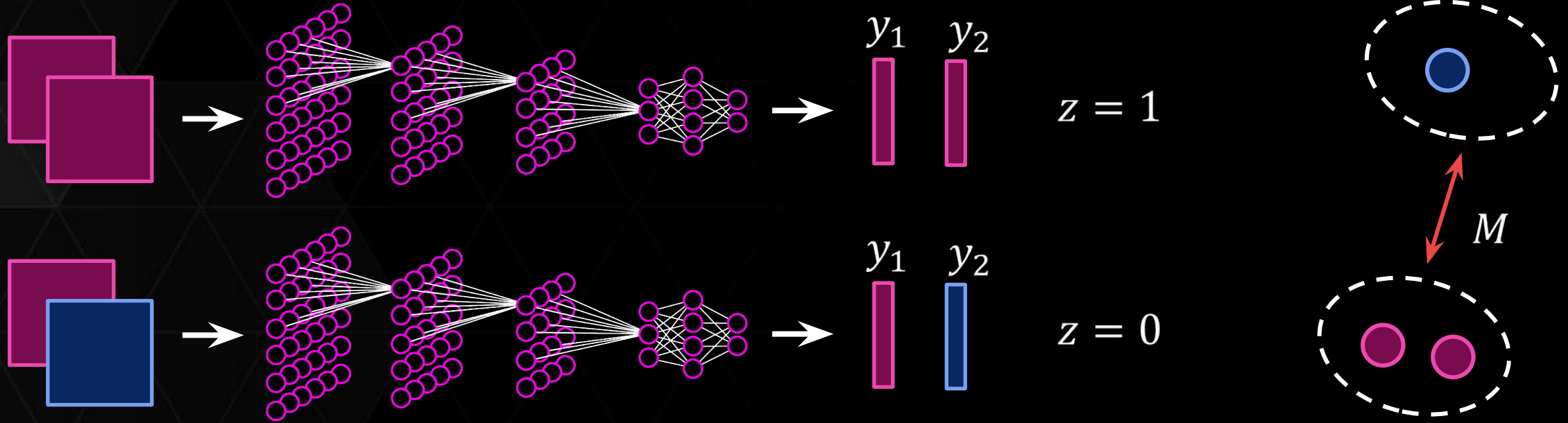


$$d = \|y_1 - y_2\|$$

Contrastive Loss:

$$L = \frac{1}{2} (z * d^2 + (1 - z) * (\max\{0, M - d\})^2)$$

СИАМСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

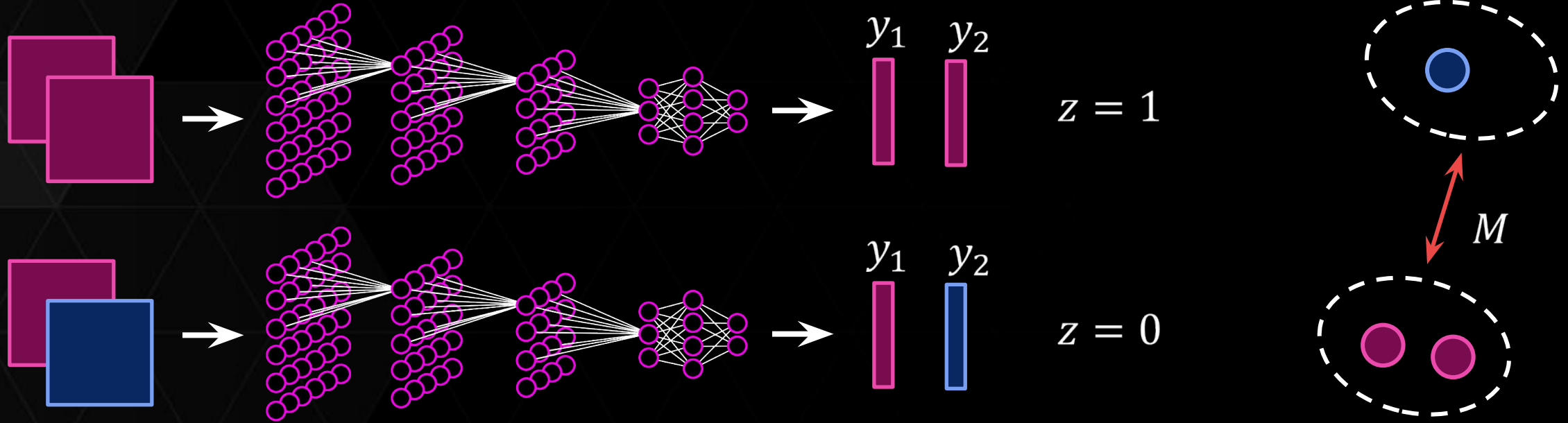


$$d = \|y_1 - y_2\|$$

Contrastive Loss:

$$L = \frac{1}{2} (z * d^2 + (1 - z) * (\max\{0, M - d\})^2)$$

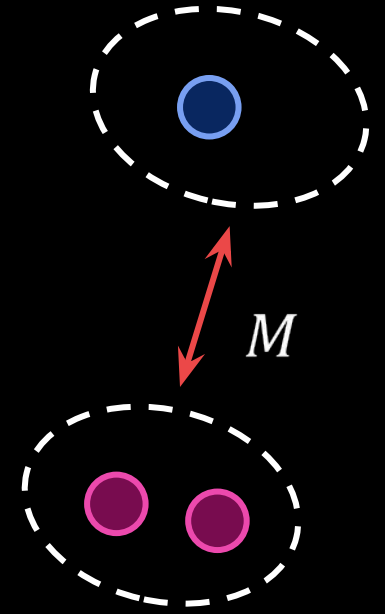
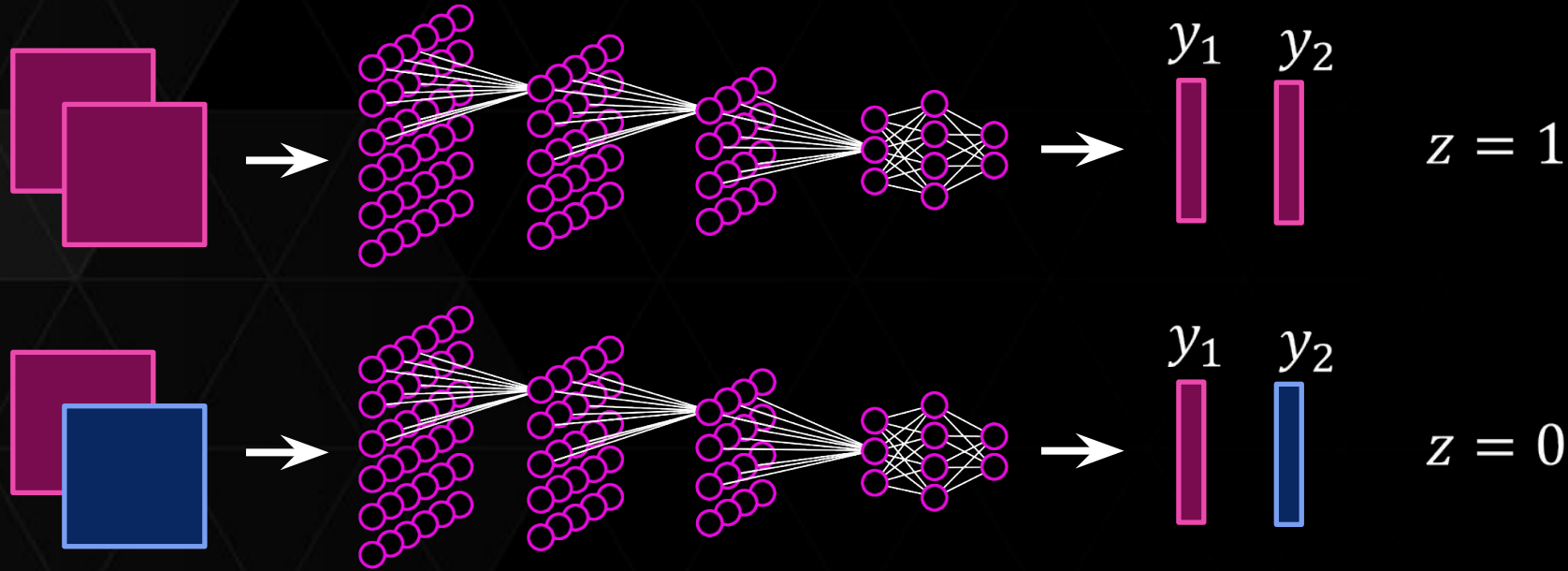
СИАМСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ



$$d = \|y_1 - y_2\|$$

Contrastive Loss:
$$L = \frac{1}{2} (z * d^2 + (1 - z) * (\max\{0, M - d\})^2)$$

СИАМСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

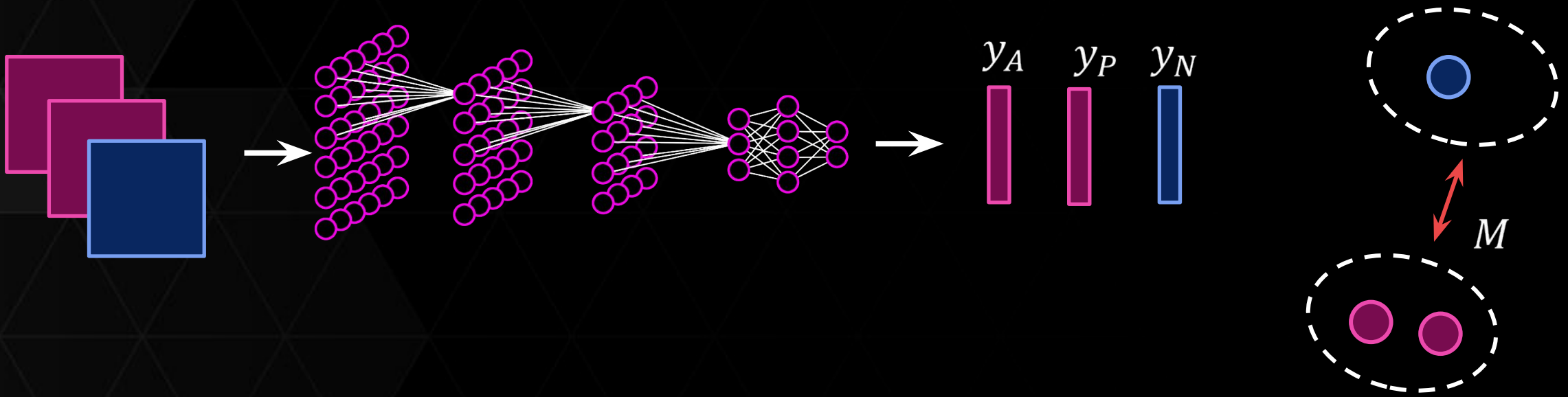


$$d = \|y_1 - y_2\|$$

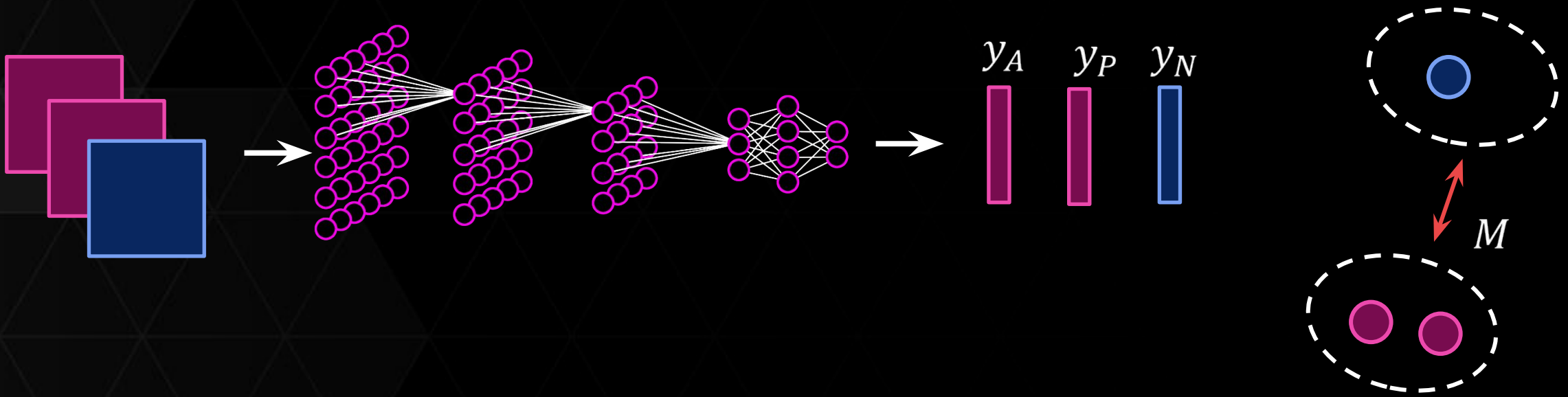
Contrastive Loss:

$$L = \frac{1}{2} (z * d^2 + (1 - z) * (\max\{0, M - d\})^2)$$

TRIPLET LOSS



TRIPLET LOSS



Triplet Loss:
$$L = \max\{0, \|y_A - y_P\|^2 - \|y_A - y_N\|^2 + M\}$$

РАЗЛИЧНЫЕ ЛОССЫ

Softmax Loss

Contrastive Loss

Triplet Loss

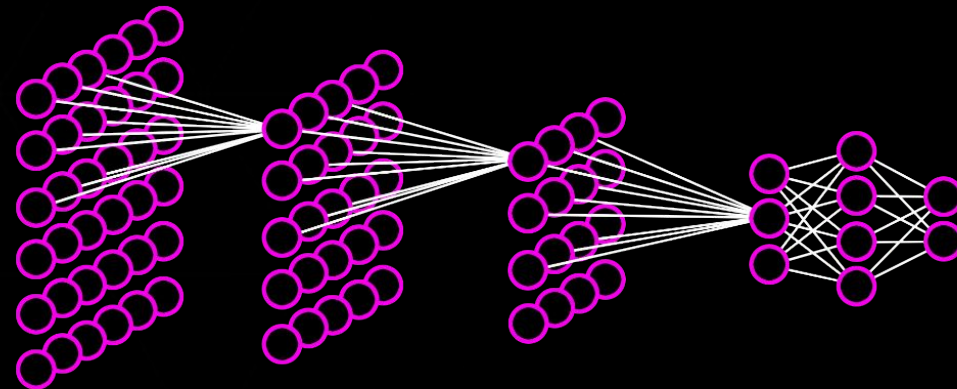
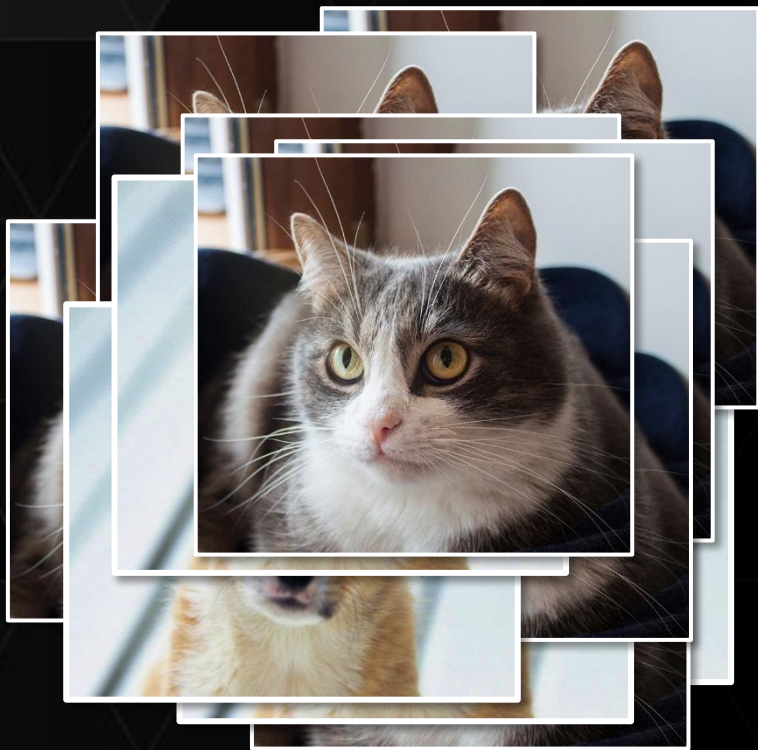
Center Loss

SphereFace

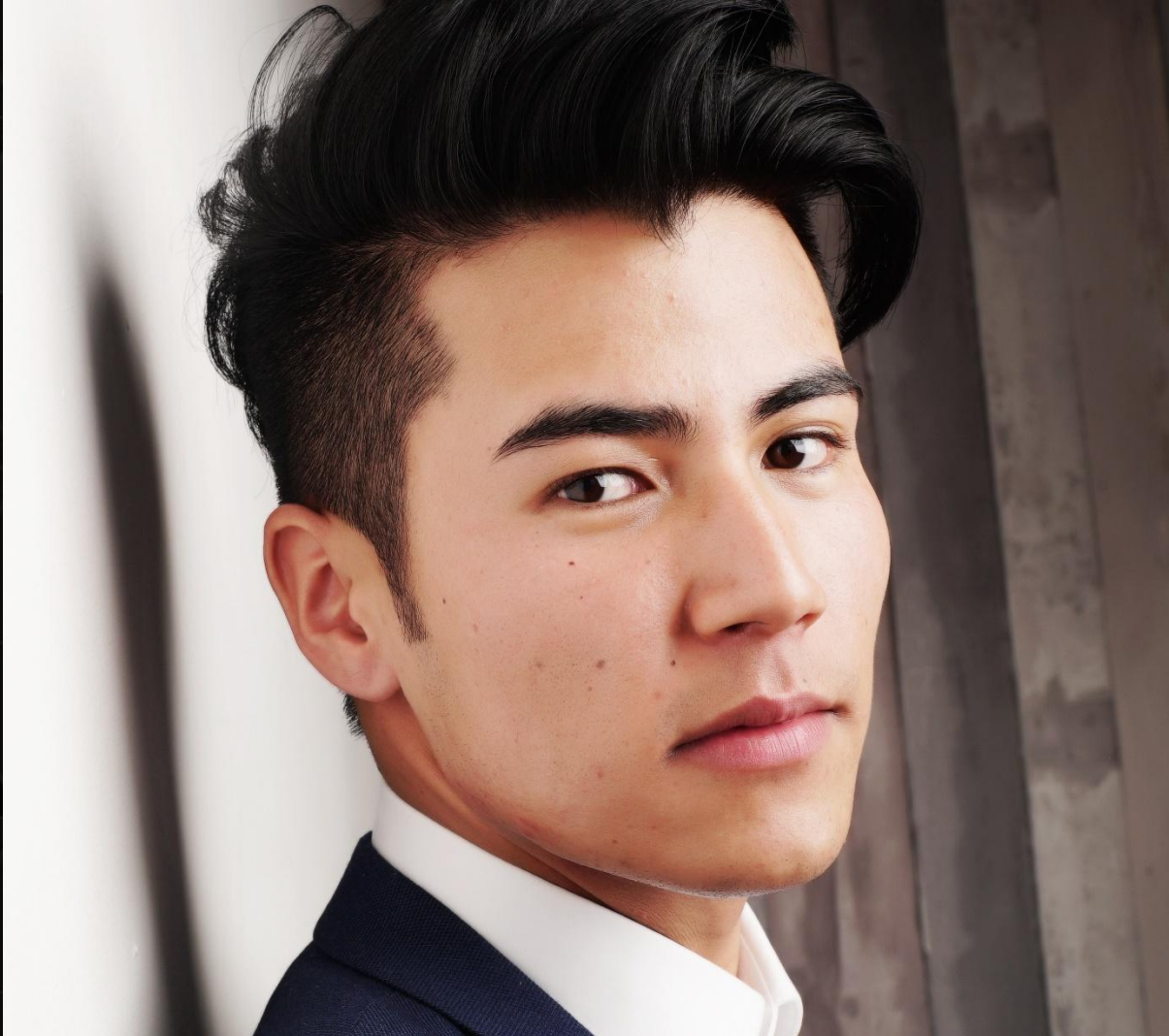
ArcFace

ПРОБЛЕМА: НУЖНО МНОГО ДАННЫХ

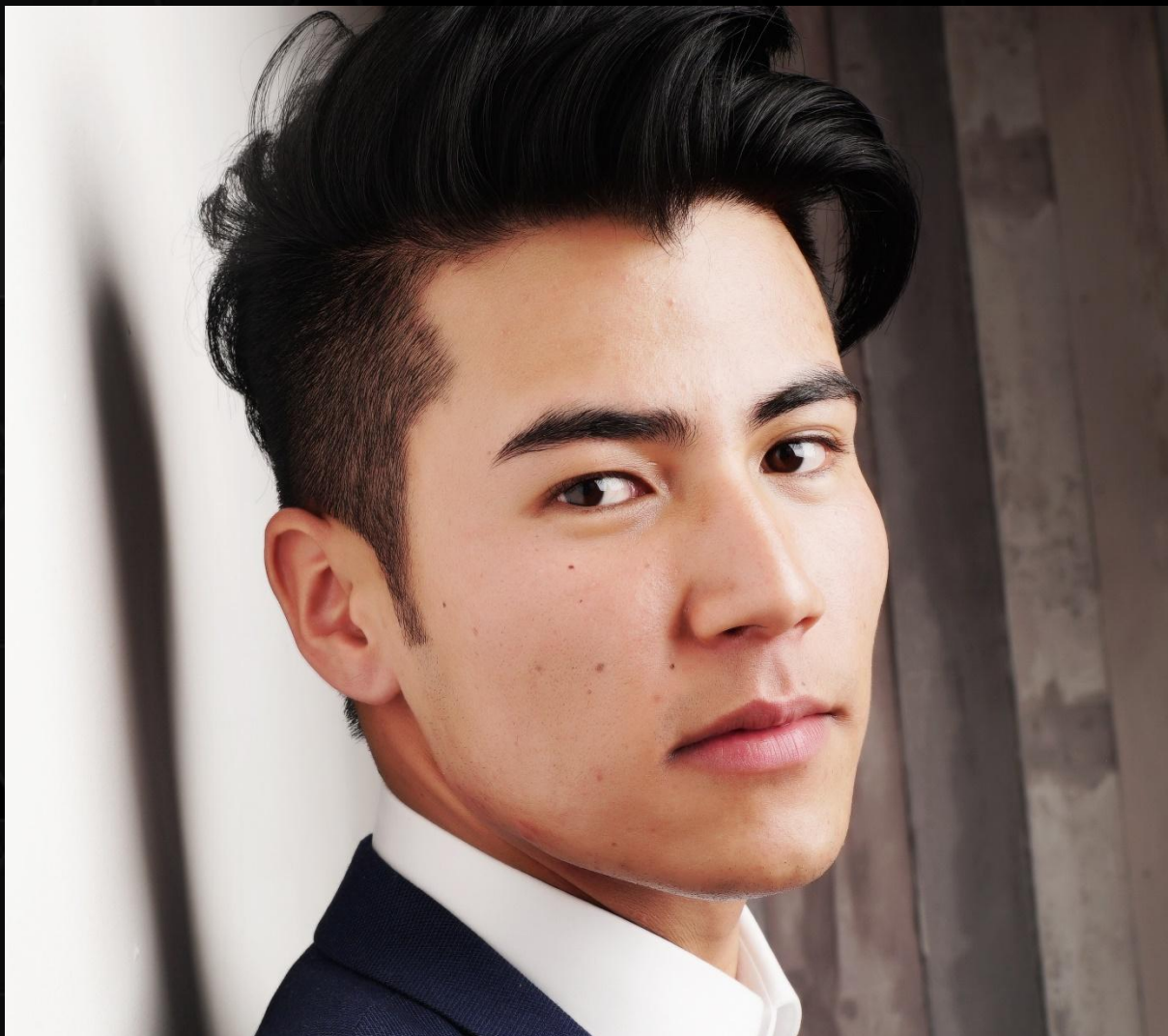
Обучающая выборка



ПРОБЛЕМА: НУЖНО МНОГО ДАННЫХ

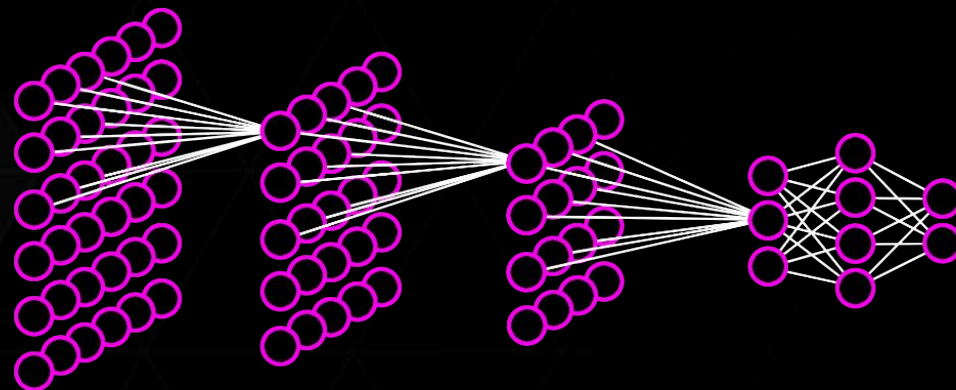


ПРОБЛЕМА: НУЖНО МНОГО ДАННЫХ



ONE-SHOT LEARNING

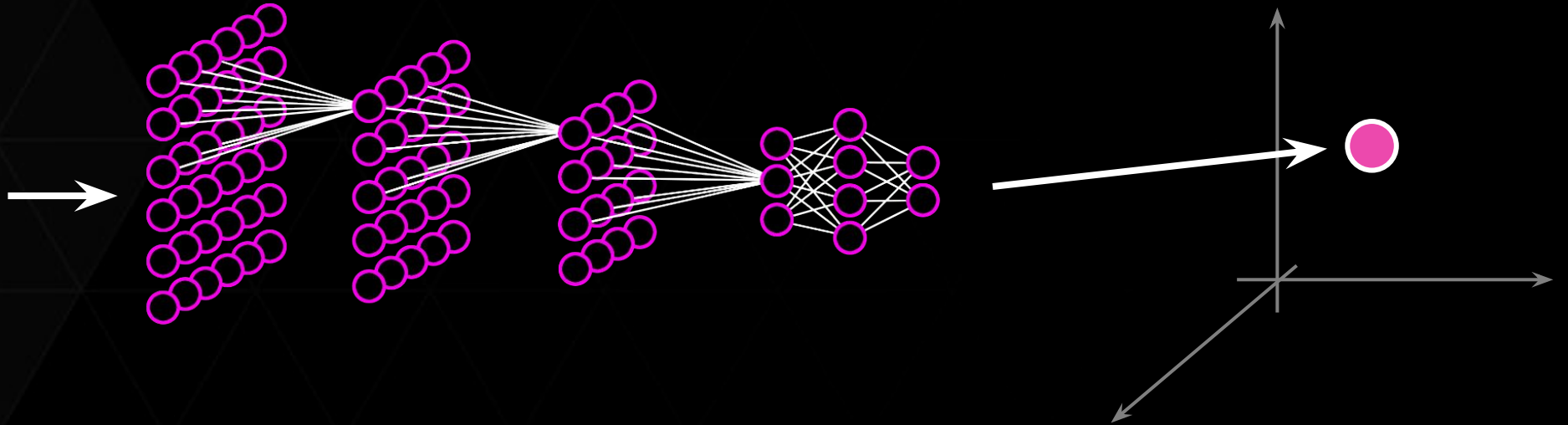
Модель, обученная делать «хорошие» эмбединги



ONE-SHOT LEARNING

«Обучение»

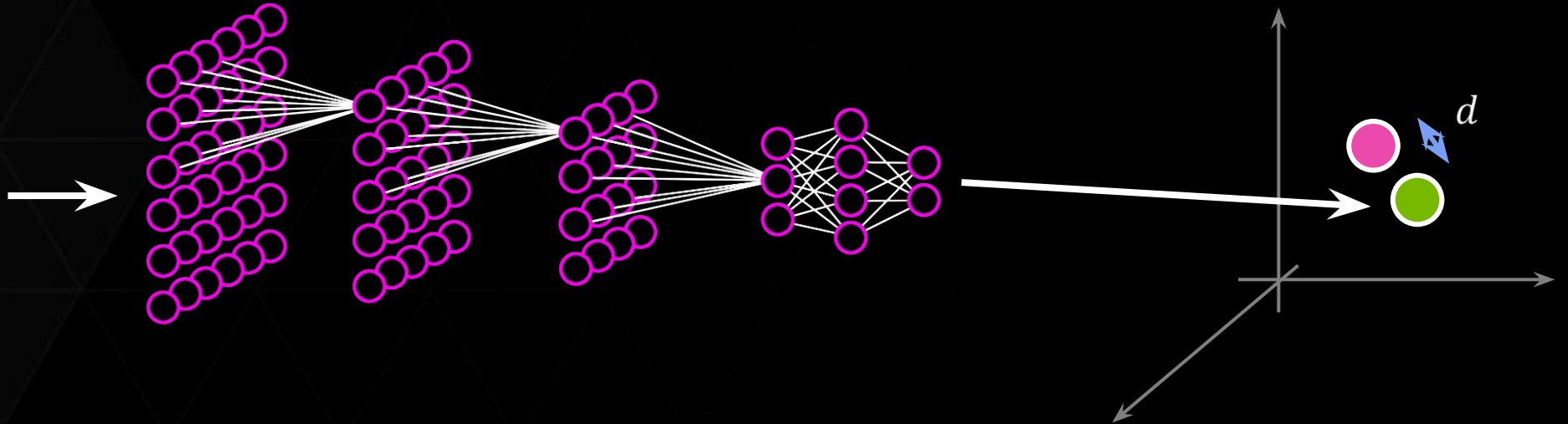
Новый класс



ONE-SHOT LEARNING

«Инференс»

Новый объект



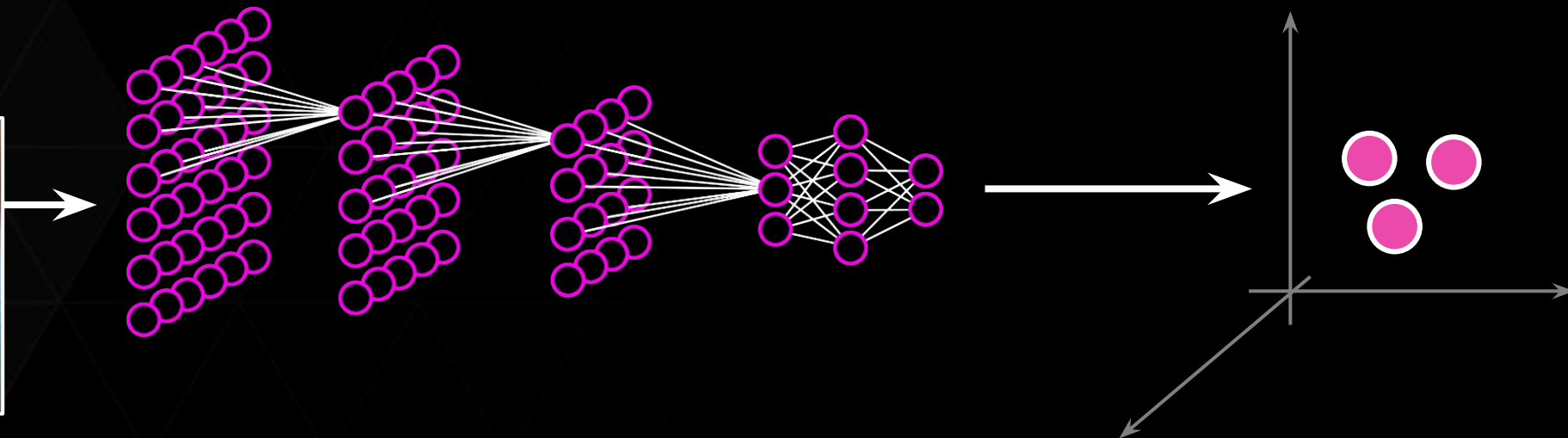
FEW-SHOT LEARNING

«Обучение»

Новый класс



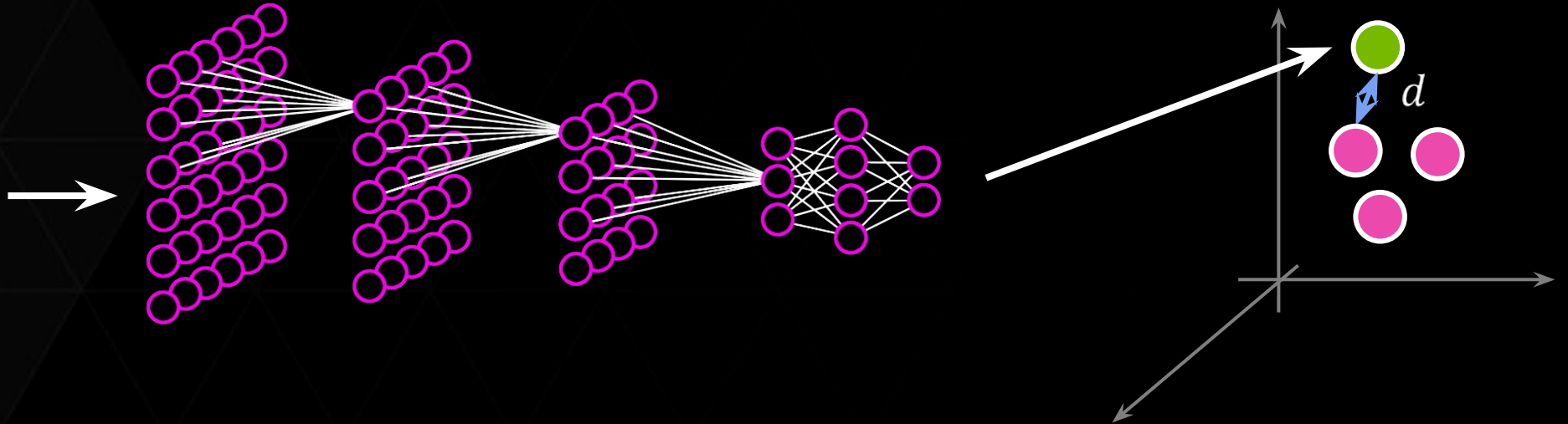
Несколько
экземпляров



FEW-SHOT LEARNING

«Инференс»

Новый объект



ZERO-SHOT LEARNING

«Обучение»

Новый класс

Информация
о классе



ZERO-SHOT LEARNING

«Обучение»

Новый класс



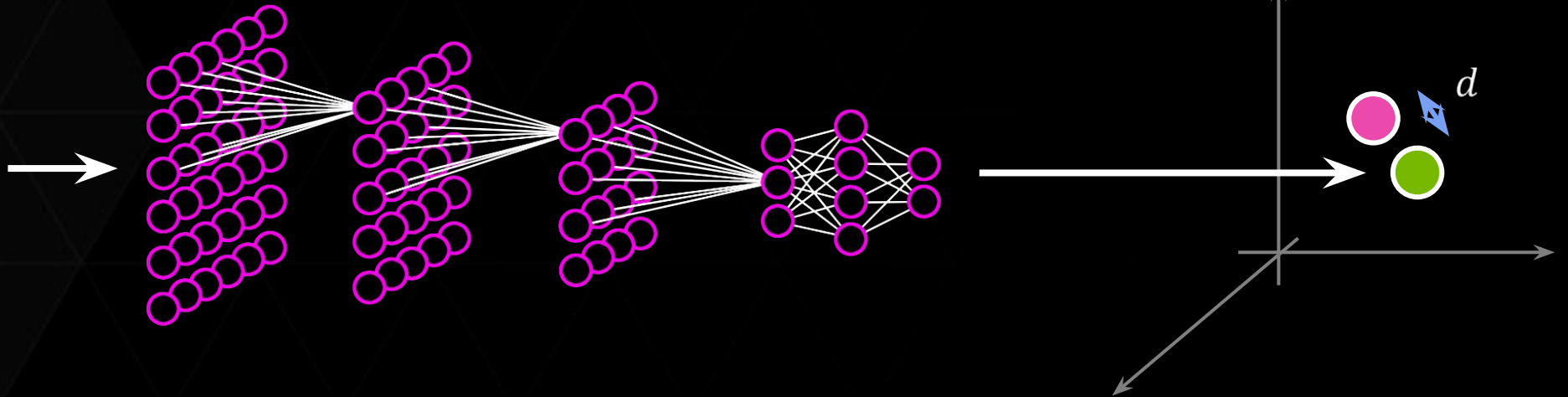
Прототип класса



ZERO-SHOT LEARNING

«Инференс»

Новый объект



ПОИСК БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ

Матрица всех
эмбедингов

X

Евклидово
расстояние

$$\|x_i - y\|$$

ПОИСК БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ

Матрица всех
эмбеддингов

X

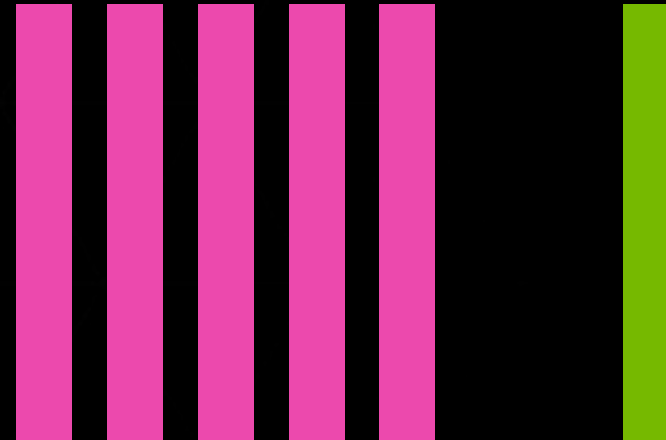
Евклидово
расстояние

$$\|x_i - y\|$$

Поиск ближайшего соседа

X

y



ПОИСК БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ

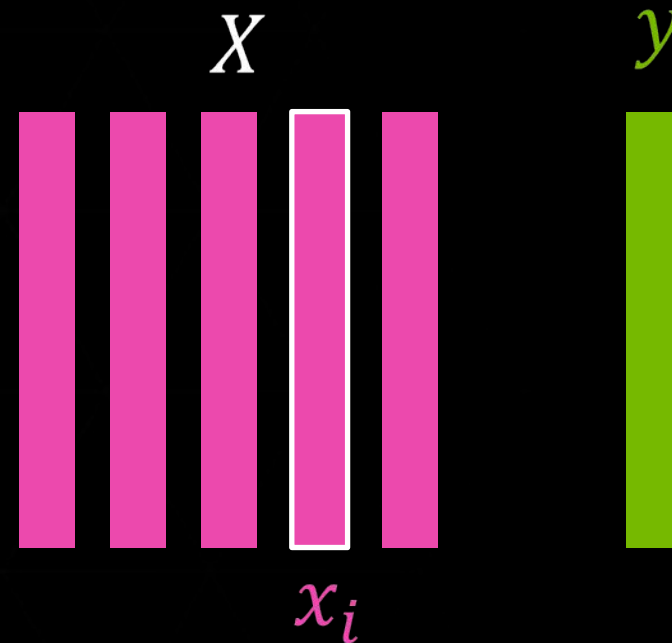
Матрица всех
эмбедингов

X

Евклидово
расстояние

$$\|x_i - y\|$$

Поиск ближайшего соседа



ПОИСК БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ

Матрица всех
эмбедингов

X

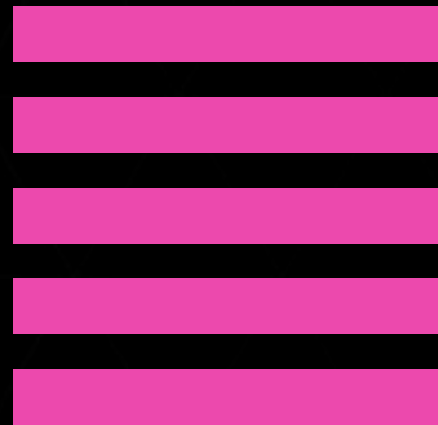
Косинусное
расстояние

$x_i^T y$

Поиск ближайшего соседа

X^T

y



*



ПОИСК БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ

Матрица всех
эмбедингов

X

Косинусное
расстояние

$x_i^T y$

Поиск ближайшего соседа

$$\begin{array}{c} X^T \\ \hline \hline \hline \hline \hline \hline \end{array} * \begin{array}{c} y \\ \hline \hline \hline \hline \hline \hline \end{array} = \begin{array}{c} X^T y \\ \hline \hline \hline \hline \hline \hline \end{array}$$

ПОИСК БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ

Матрица всех
эмбедингов

X

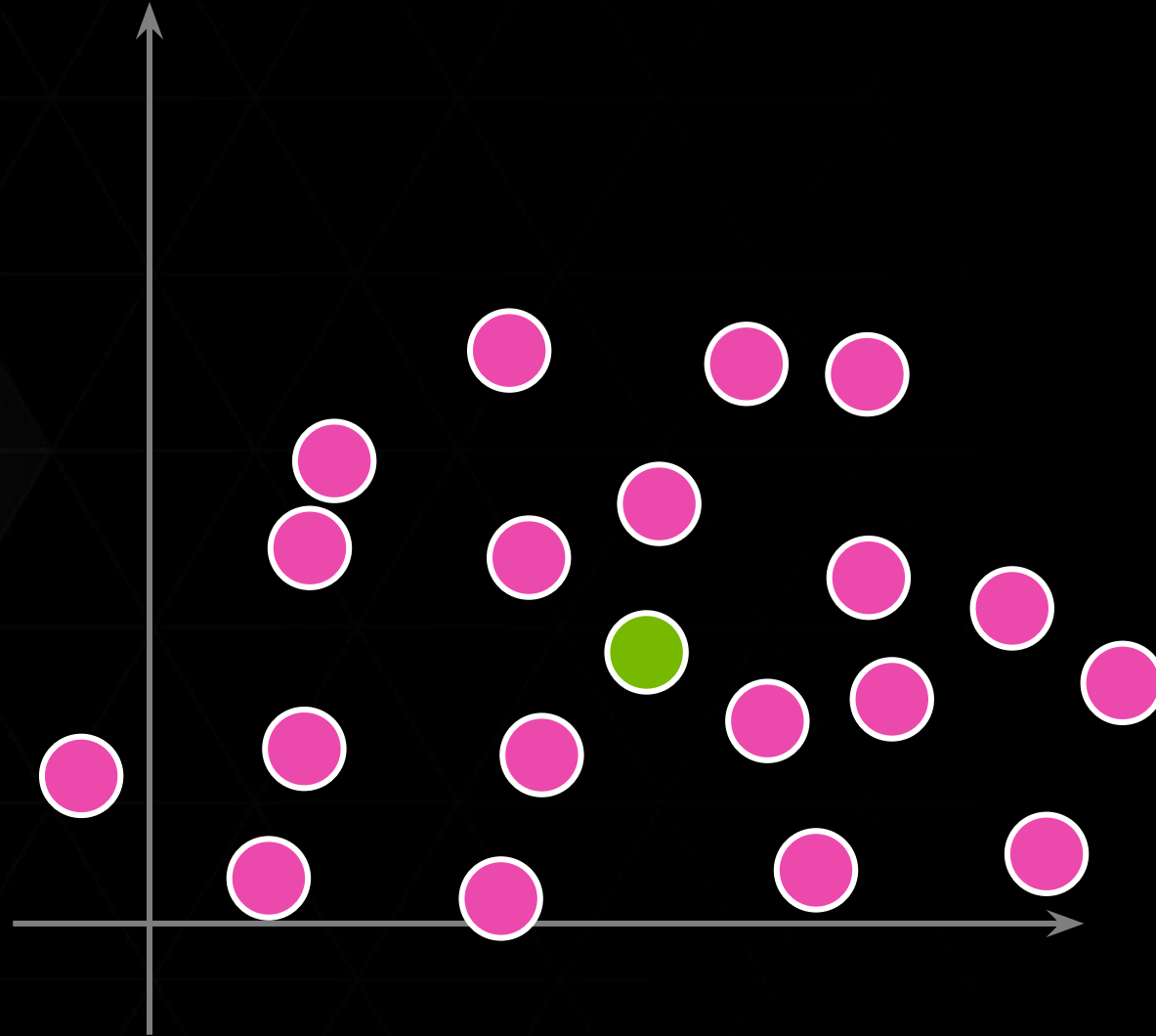
Косинусное
расстояние

$x_i^T y$

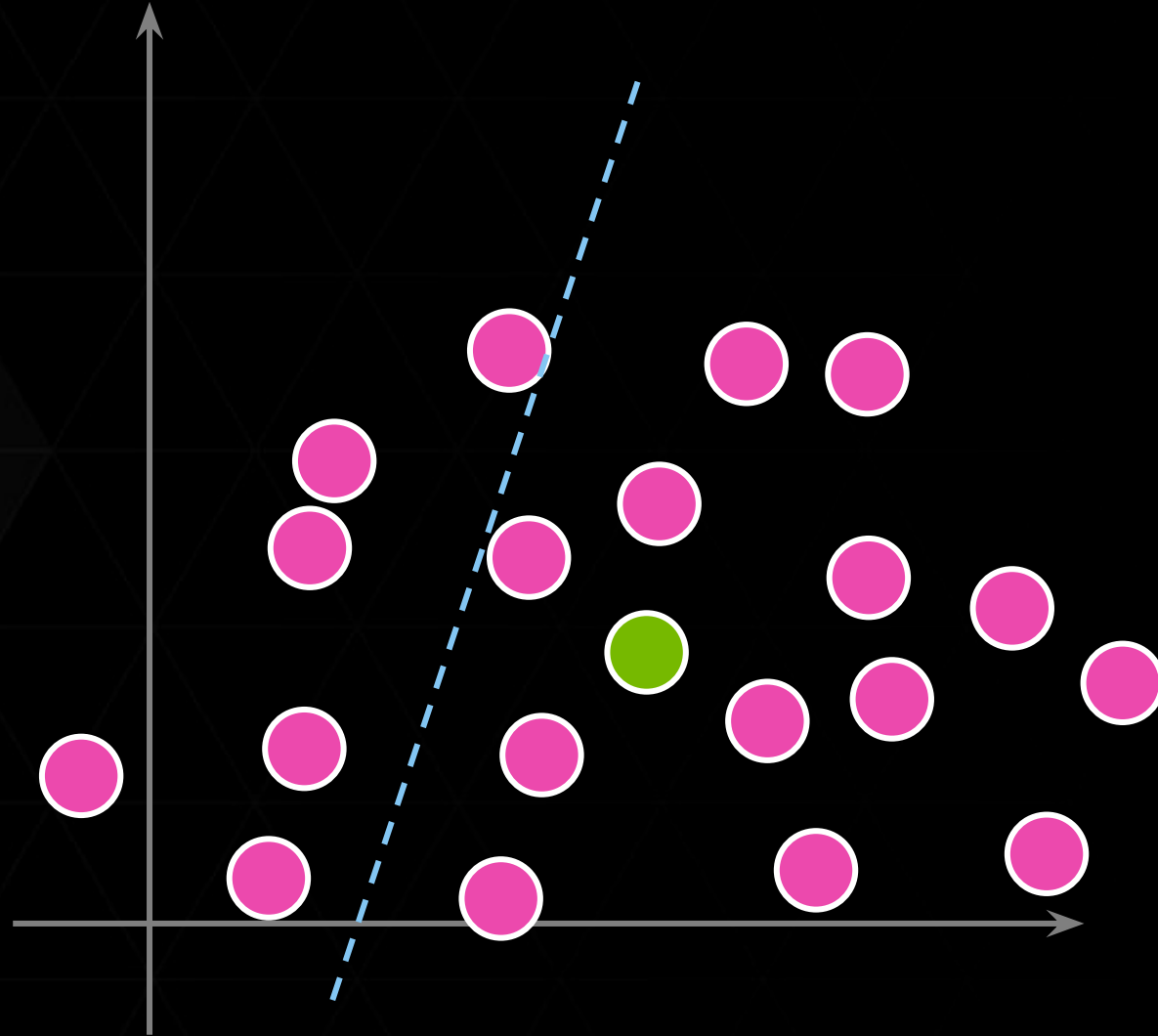
Поиск ближайшего соседа

$$\begin{array}{c} x_i \\ \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \end{array} \overset{X^T}{\text{---}} * \begin{array}{c} y \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} = \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \overset{X^T y}{\text{---}} \quad x_i^T y$$

LOCALITY-SENSITIVE HASH (LSH)

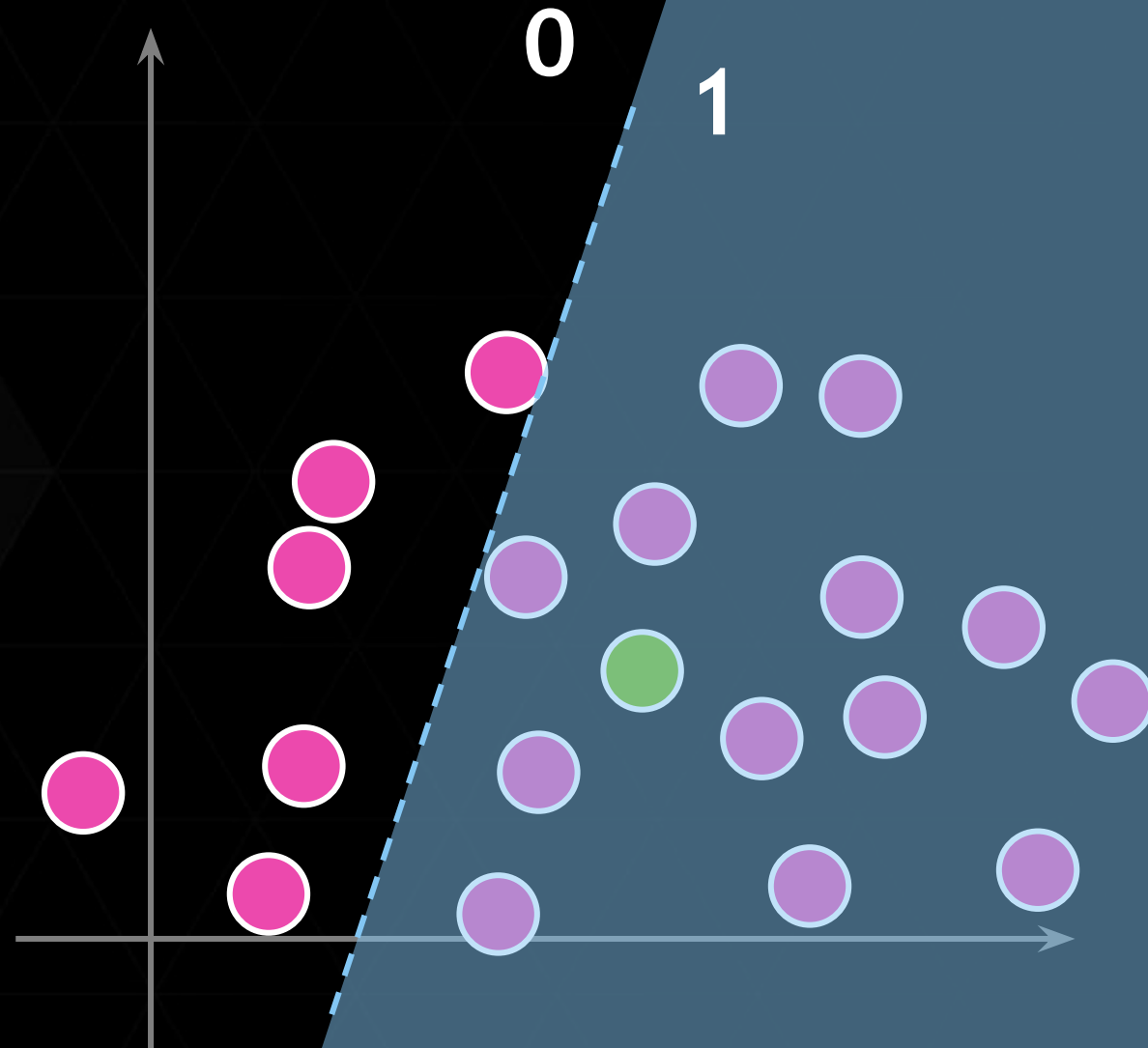


LOCALITY-SENSITIVE HASH (LSH)



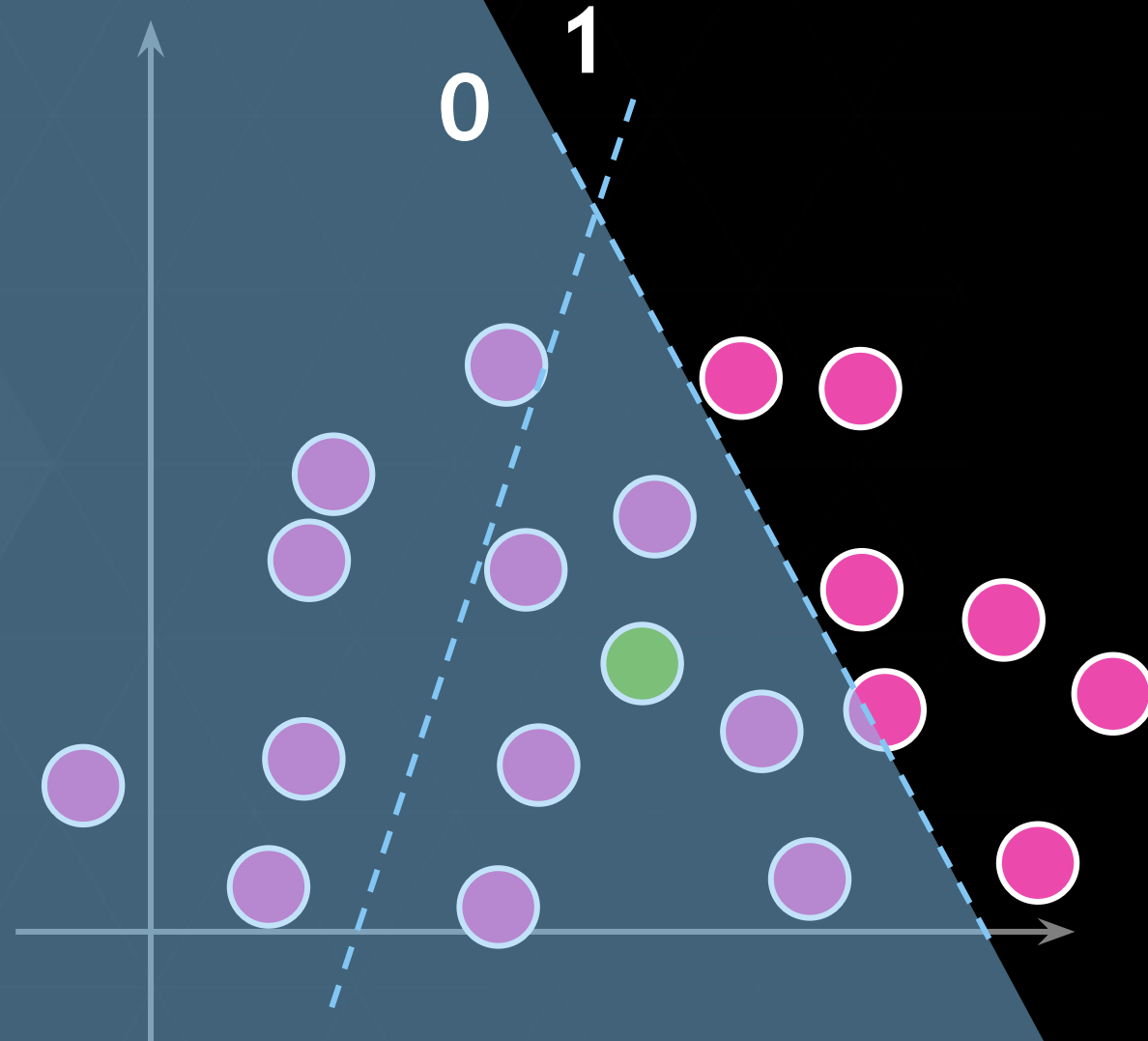
LOCALITY-SENSITIVE HASH (LSH)

Hash: 1



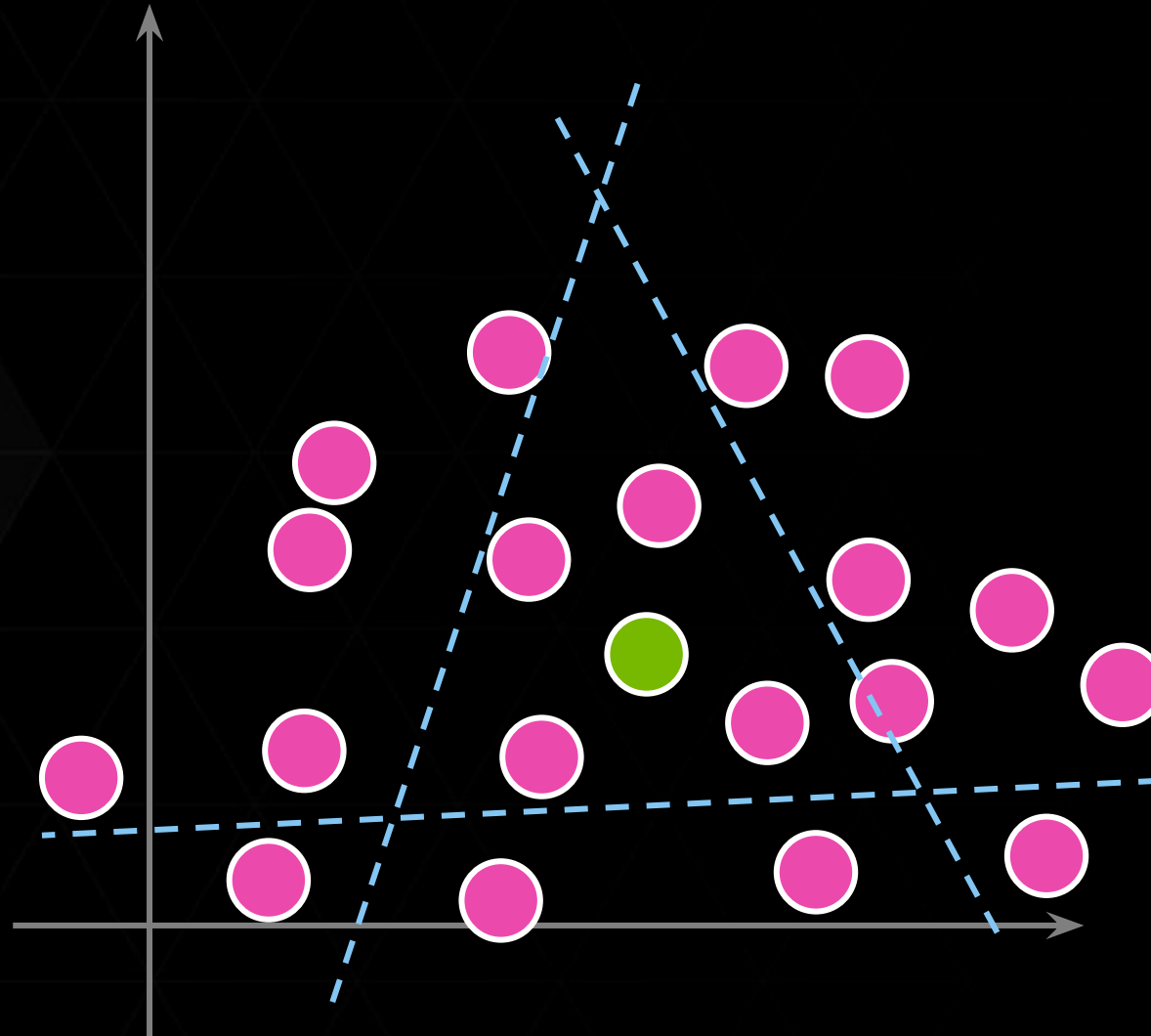
LOCALITY-SENSITIVE HASH (LSH)

Hash: 10



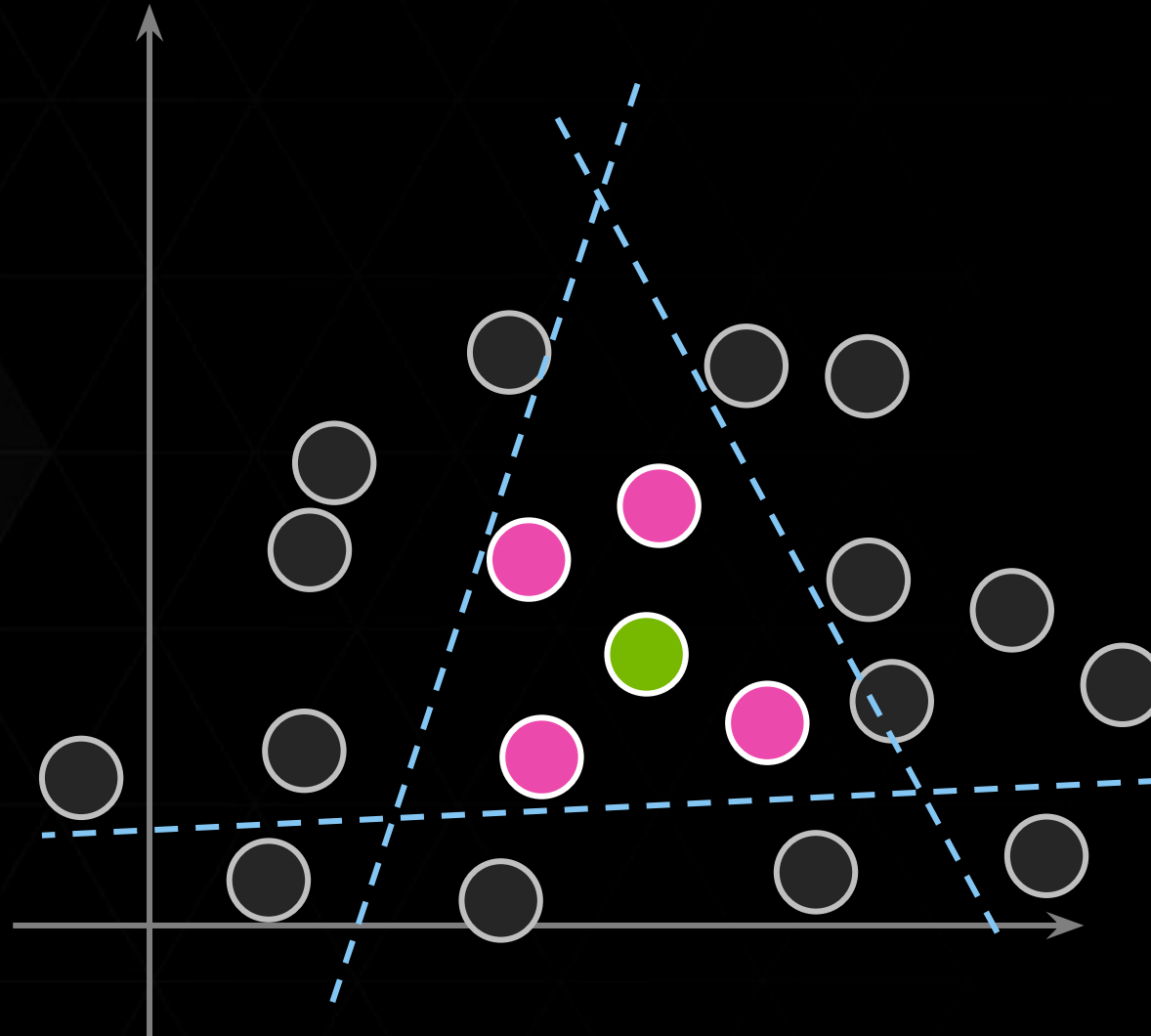
LOCALITY-SENSITIVE HASH (LSH)

Hash: 101...

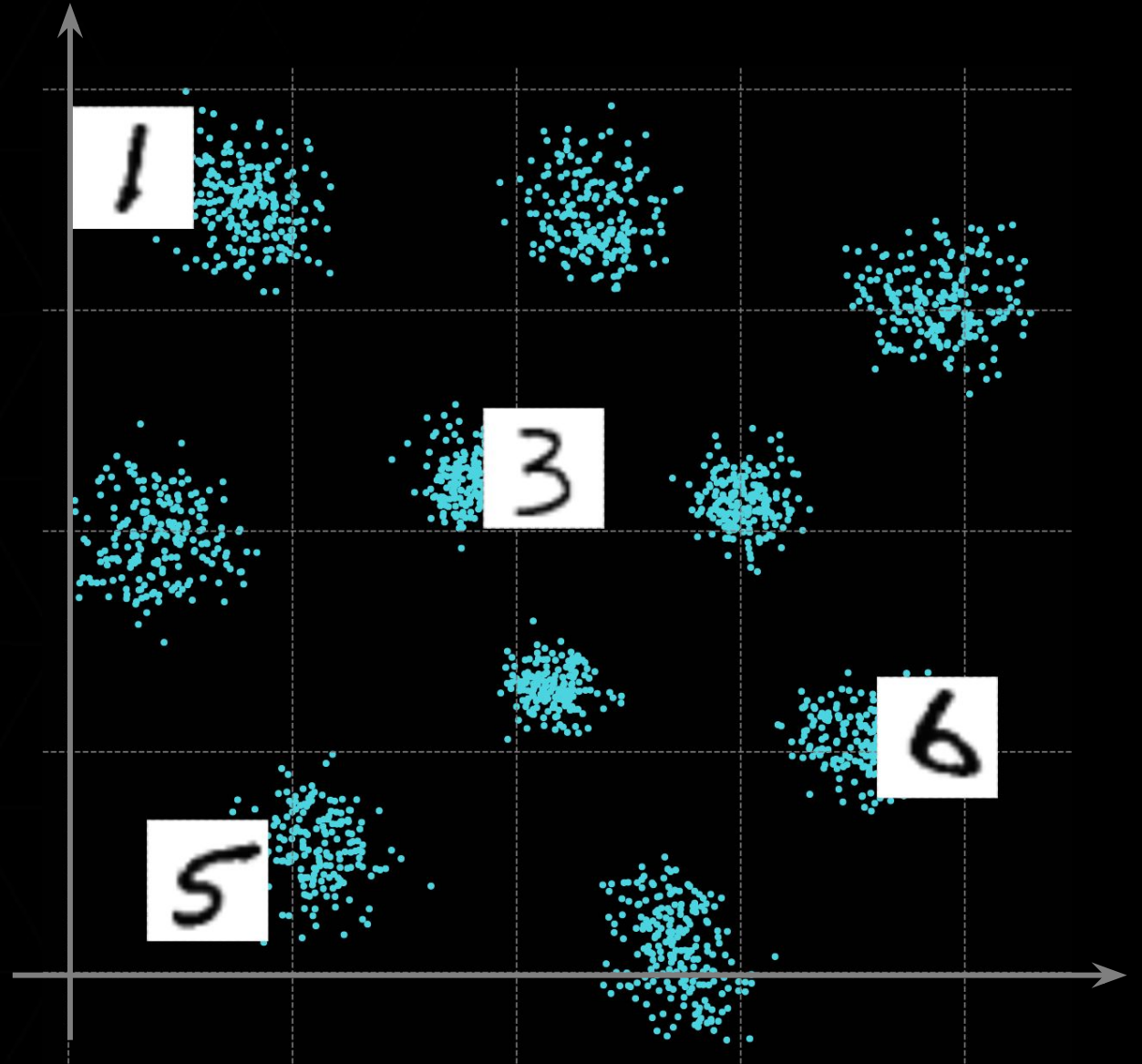
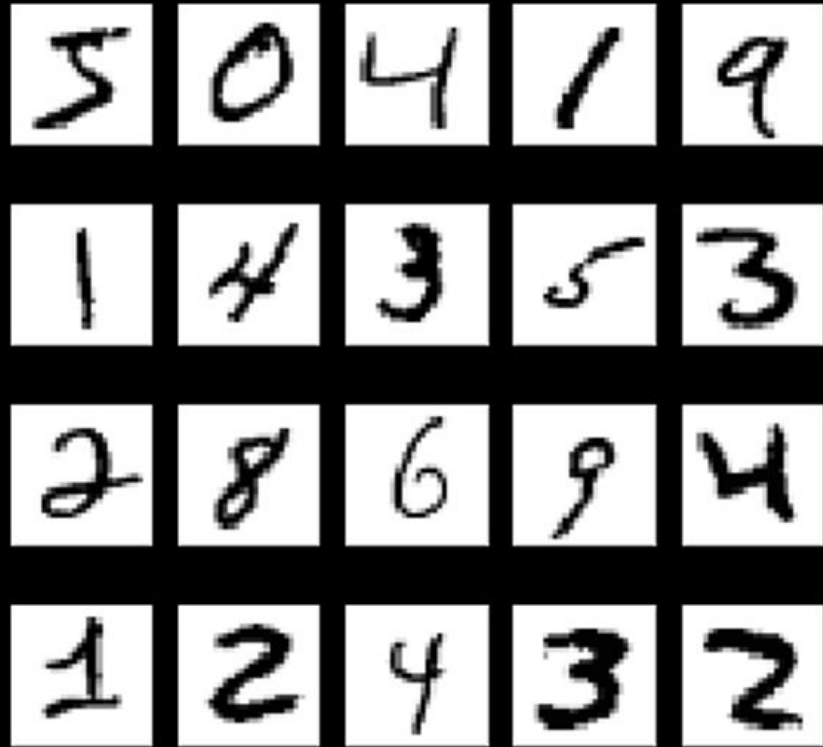


LOCALITY-SENSITIVE HASH (LSH)

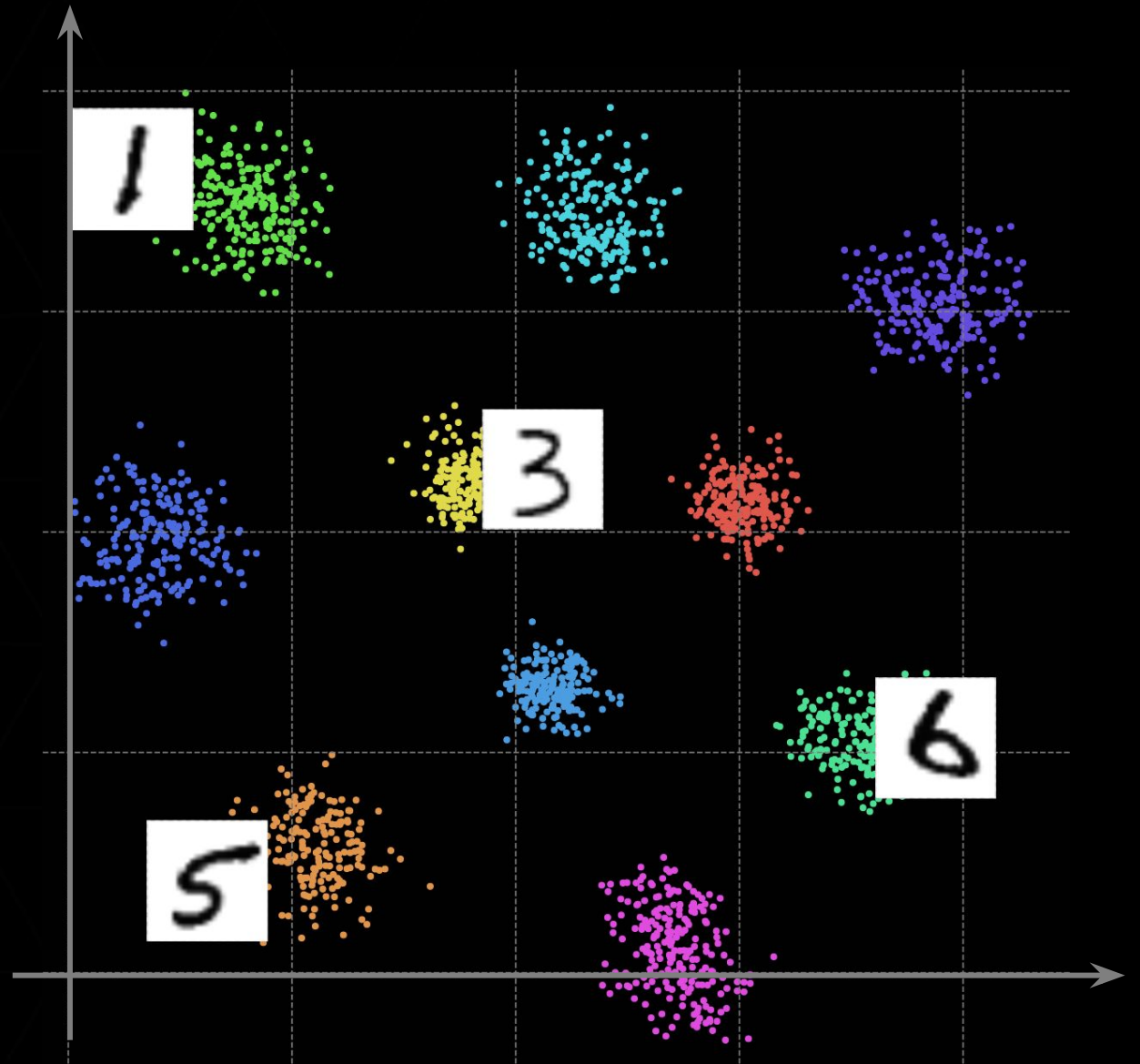
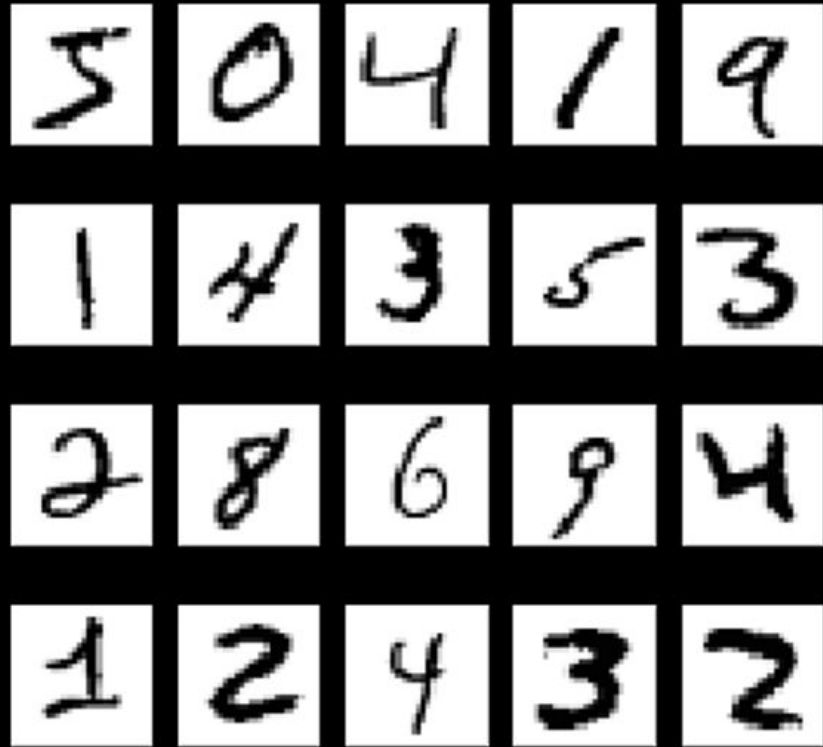
Hash: 101...



КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

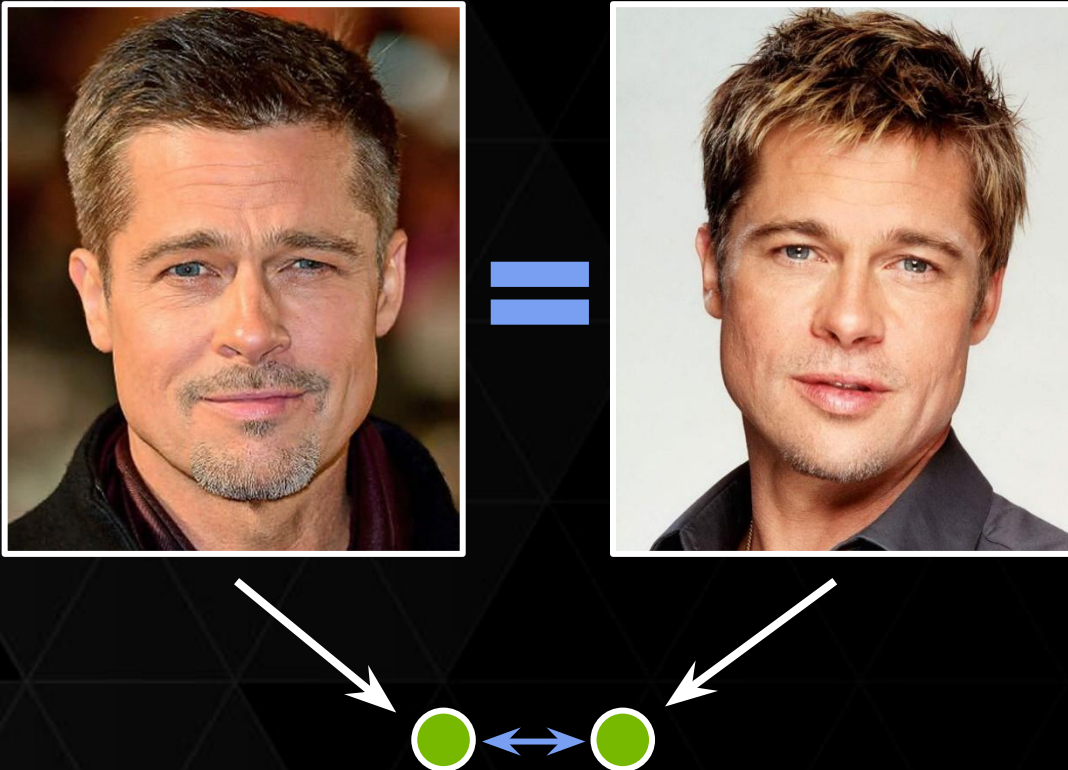


КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ



ВЕРИФИКАЦИЯ ЛИЦ

Расстояние меньше порога



ВЕРИФИКАЦИЯ ЛИЦ

Расстояние меньше порога

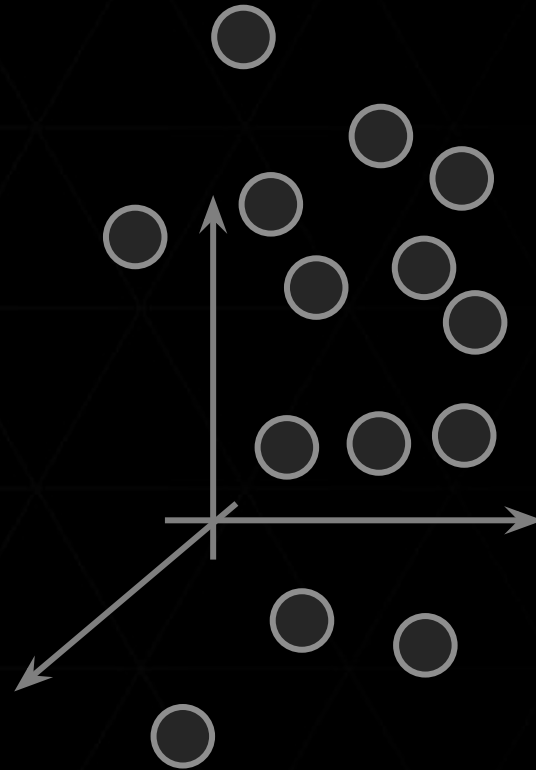


Расстояние больше порога



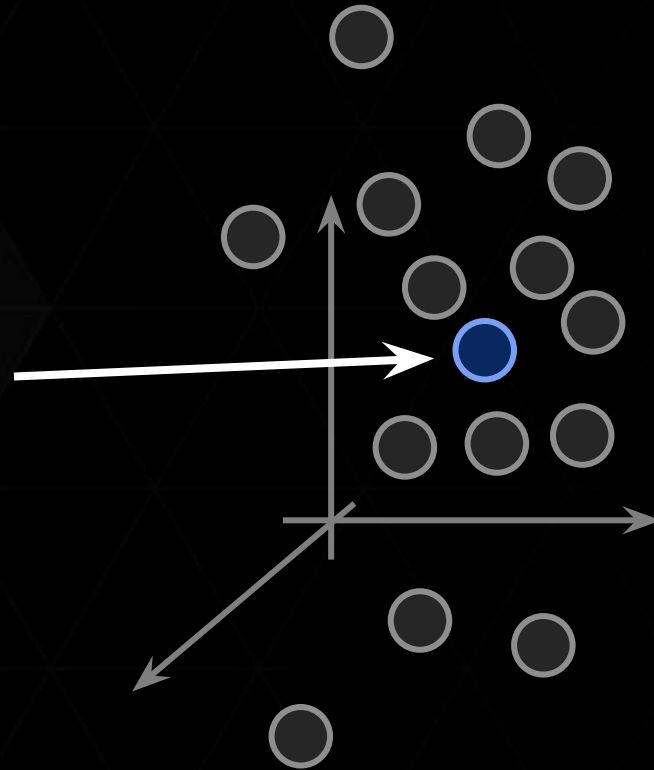
ПОИСК ПОХОЖИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Запрос



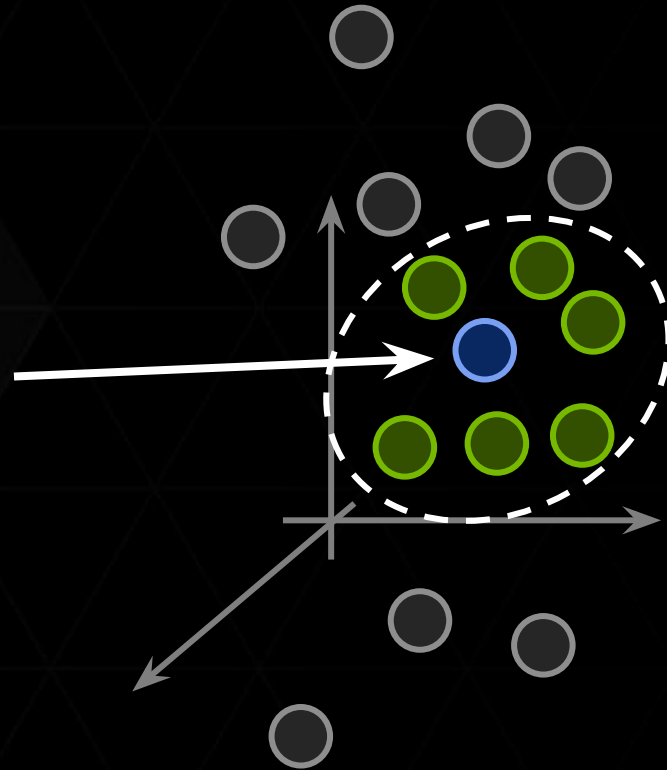
ПОИСК ПОХОЖИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Запрос



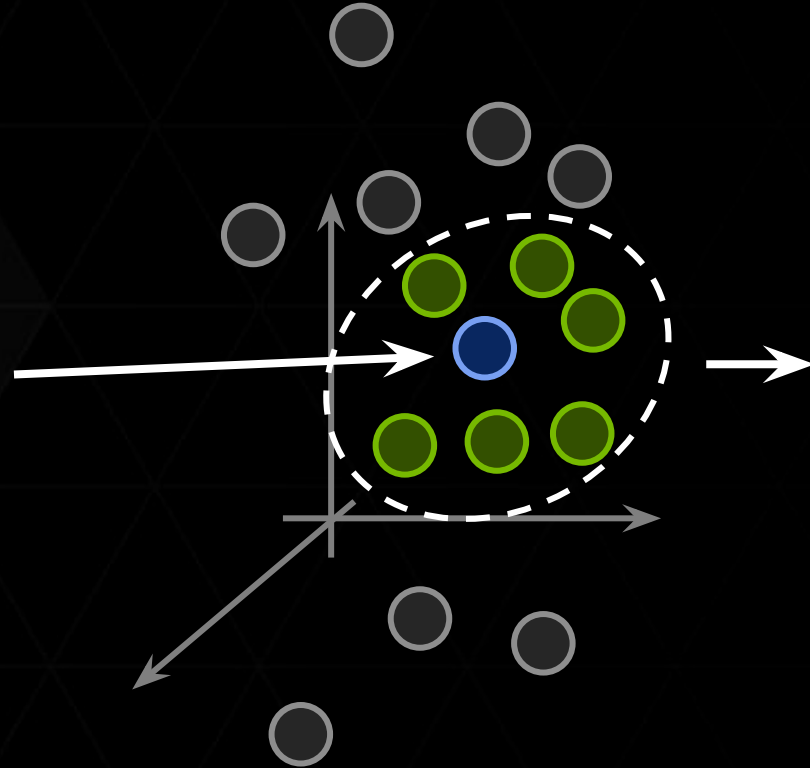
ПОИСК ПОХОЖИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Запрос



ПОИСК ПОХОЖИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

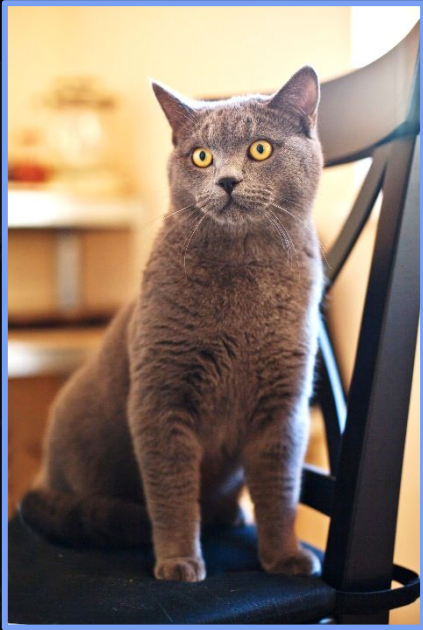
Запрос



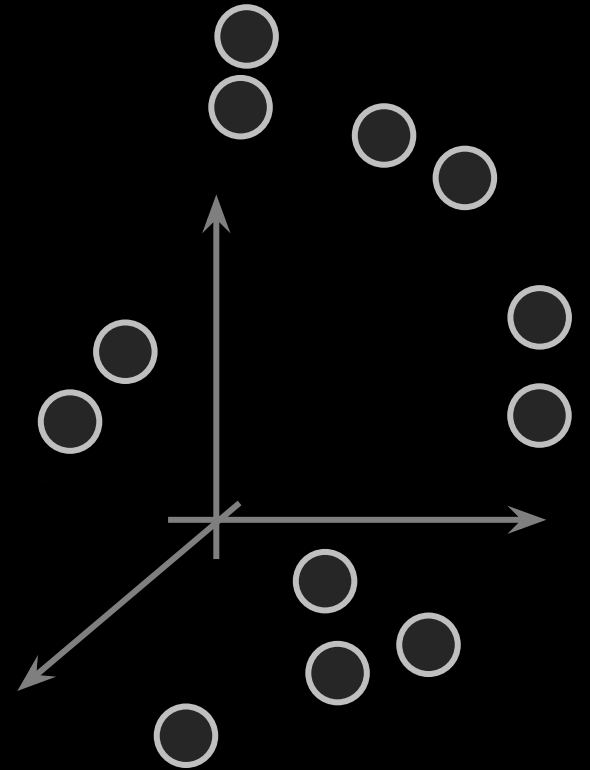
Результат



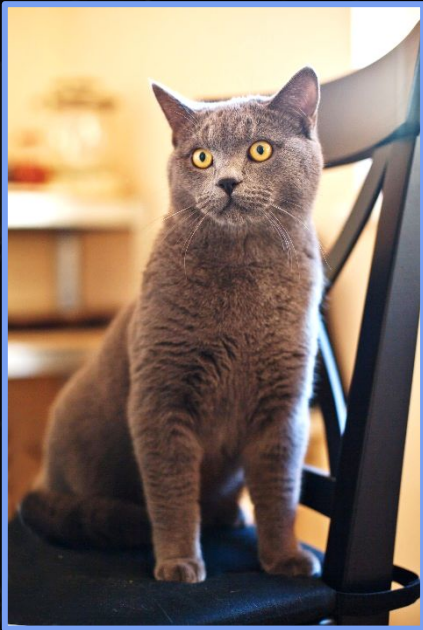
МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ЭМБЕДДИНГИ



«Кот сидит
на стуле»

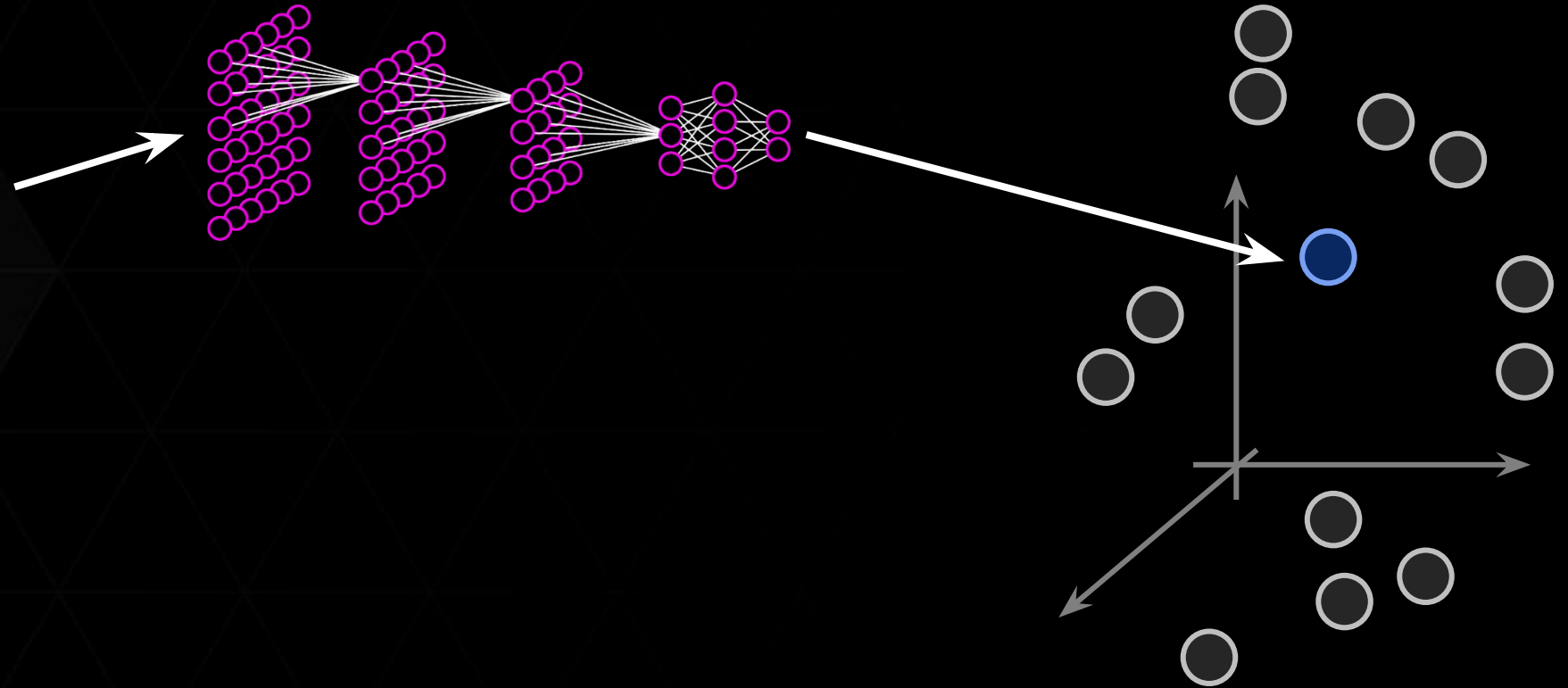


МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ЭМБЕДДИНГИ

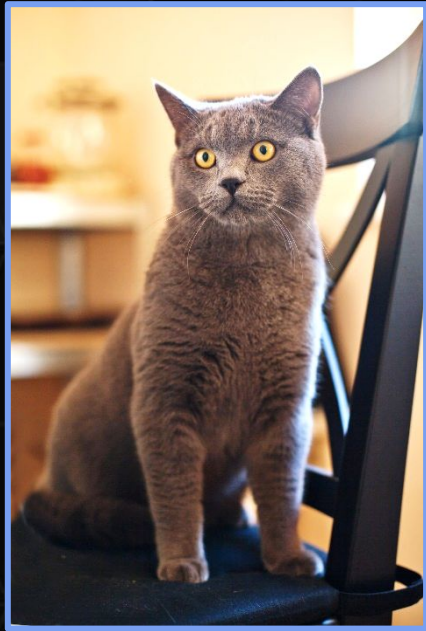


«Кот сидит
на стуле»

Свёрточная нейросеть

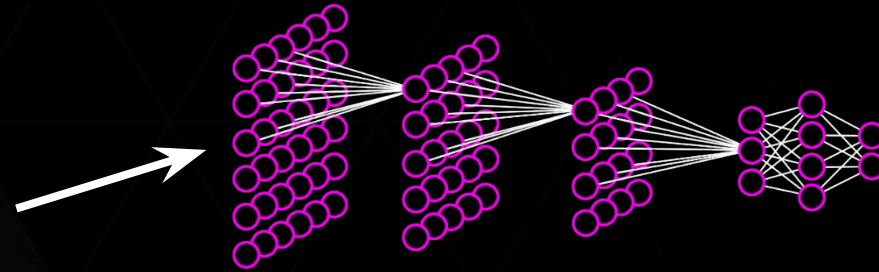


МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ЭМБЕДДИНГИ

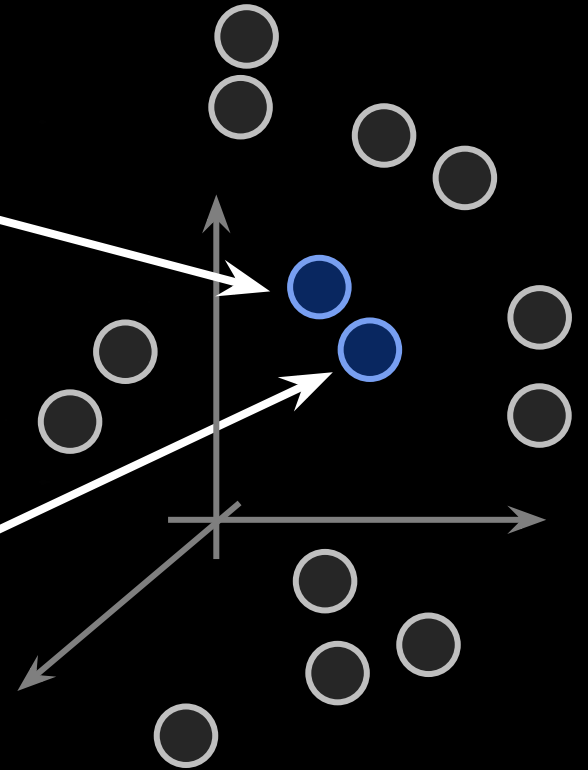
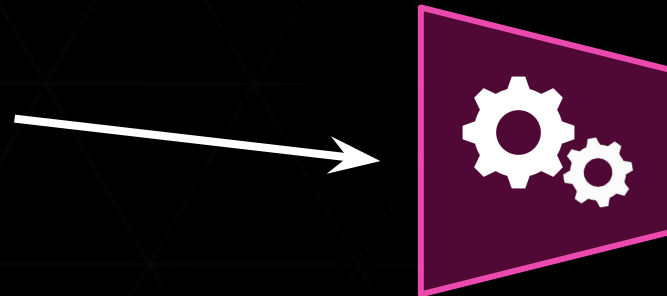


«Кот сидит
на стуле»

Свёрточная нейросеть



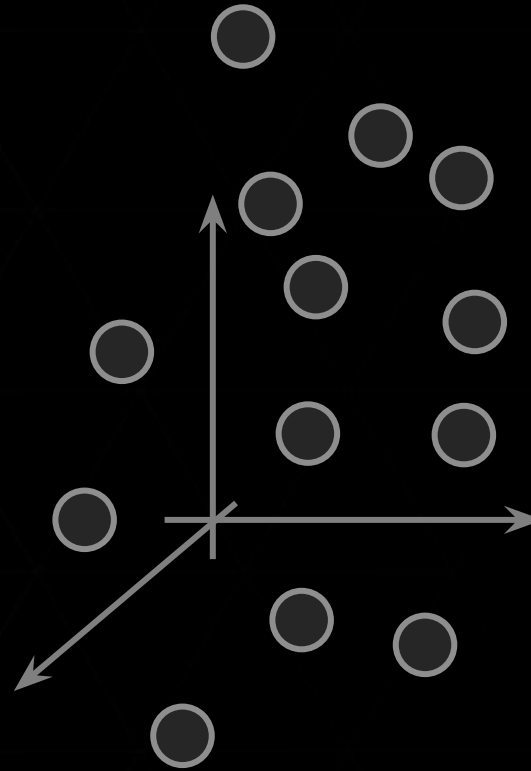
Рекуррентная
нейросеть



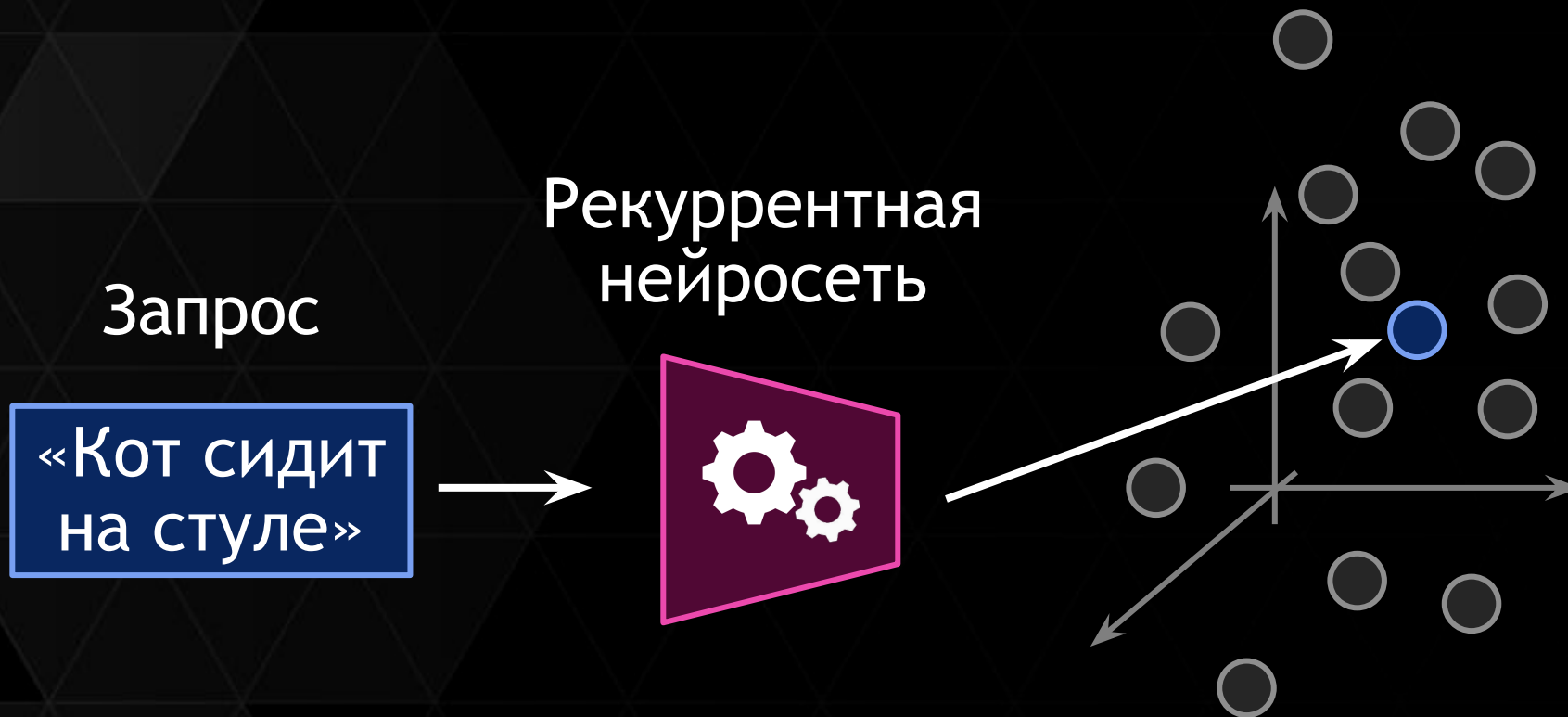
СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОИСК ИЗОБРАЖЕНИЙ

Запрос

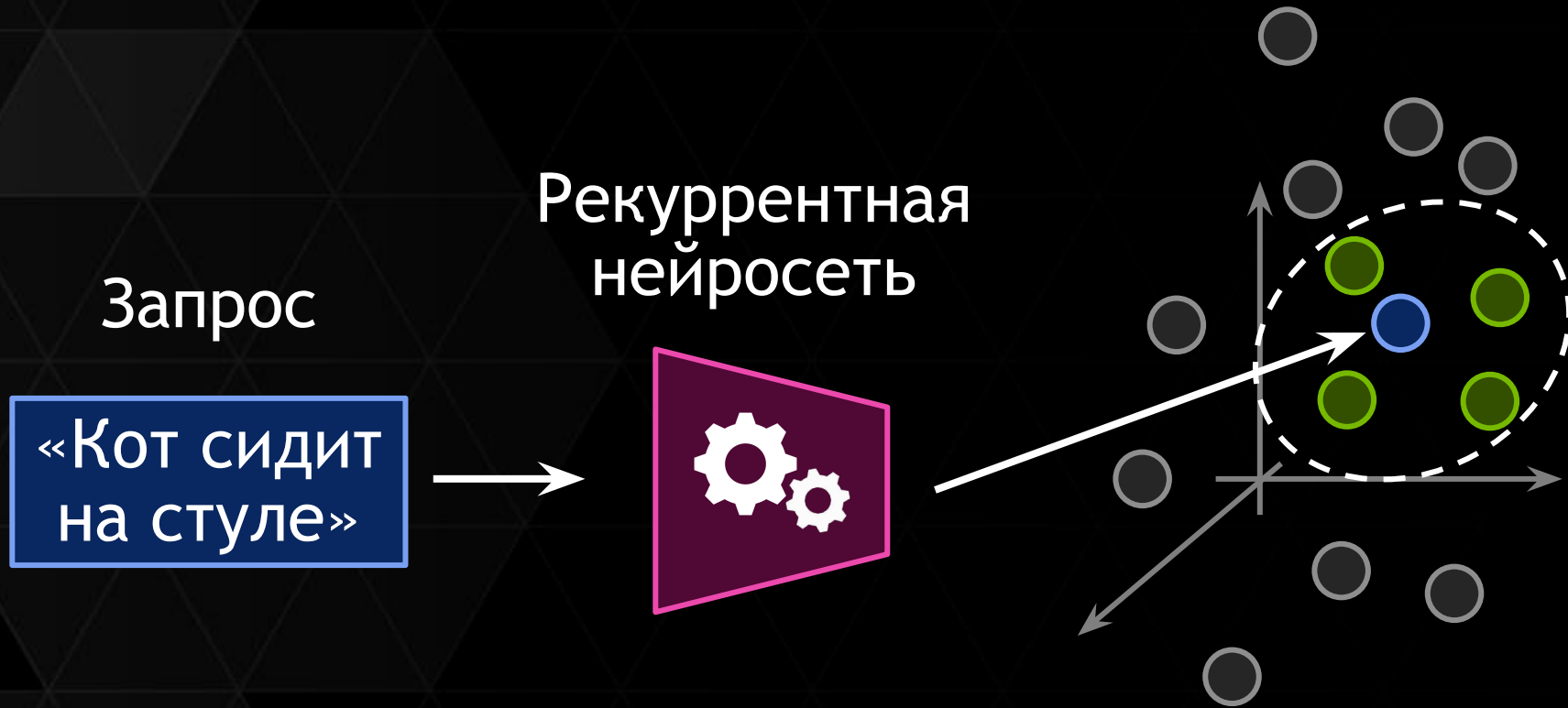
«Кот сидит
на стуле»



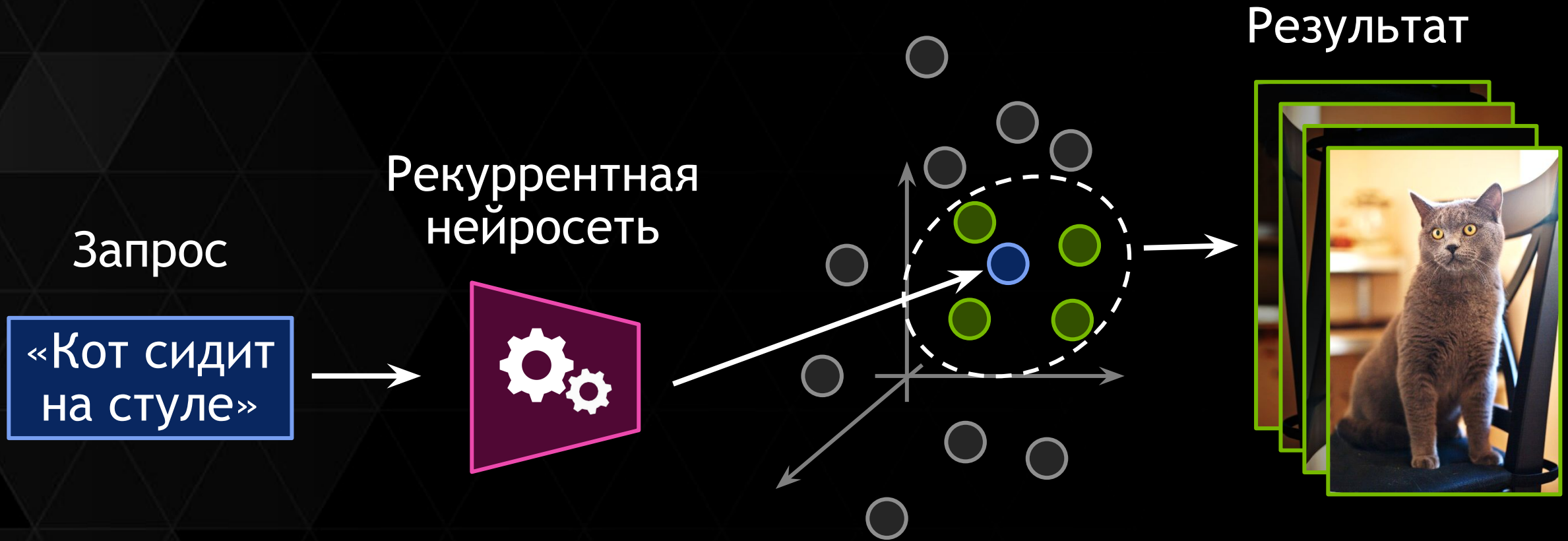
СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОИСК ИЗОБРАЖЕНИЙ



СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОИСК ИЗОБРАЖЕНИЙ



СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОИСК ИЗОБРАЖЕНИЙ



The background is a dark blue field with a complex network of thin, light green lines. These lines intersect at various points, creating a web-like structure. At many of these intersection points, there are small, bright green circular dots. Some of these dots are slightly larger and more prominent than others. The overall effect is one of a dynamic, interconnected system, possibly representing a network or a data visualization.

СПАСИБО