



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)

# Учебный комплекс для проектирования и обучения нейронных сетей

Презентация по результатам  
бакалаврской работы

Выполнила: студентка гр. 430-2  
Лузинсан Анастасия  
Александровна

Руководитель:  
профессор кафедры АСУ, д.т.н.  
Захарова Александра  
Александровна

Томск 2024

# Цель и задачи

## Цель работы

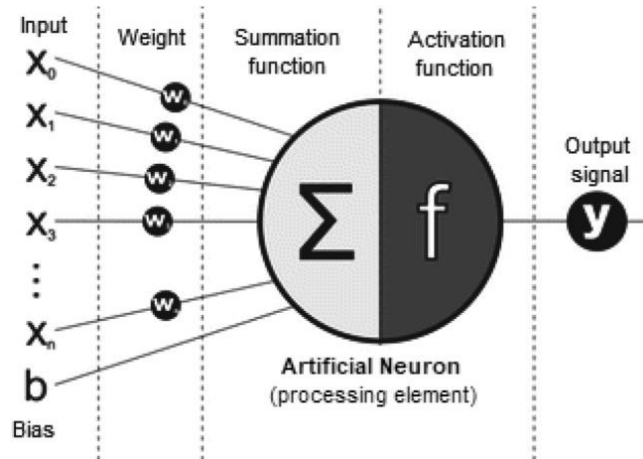
разработка учебного комплекса для проектирования и обучения нейронных сетей, который позволит повысить эффективность процесса формирования компетенций студентов в области глубокого обучения на основе типовых архитектур сверточных сетей.

## Задачи:

1. Провести анализ требований.
2. Определить спецификации и функциональные возможности.
3. Выполнить проектирование интерфейса и архитектуры.
4. Реализовать учебный комплекс.
5. Протестировать учебный комплекс.

# Обзор предметной области

- Основы глубокого обучения
- Основы сверточных нейронных сетей
- Архитектуры сверточных нейронных сетей для задачи классификации изображений



$$y=f(Wx+b),$$

где  $d$  – количество признаков;

$k$  – количество классов;

$x$  – входной вектор,  $x_i \in \mathbb{R}^d$ ;

$b$  – смещение,  $b_i \in \mathbb{R}^k$ ;

$W$  – весовые коэффициенты,  $w_i^j \in \mathbb{R}^{k \times d}$ ;

$(Wx+b)$  – вектор условных

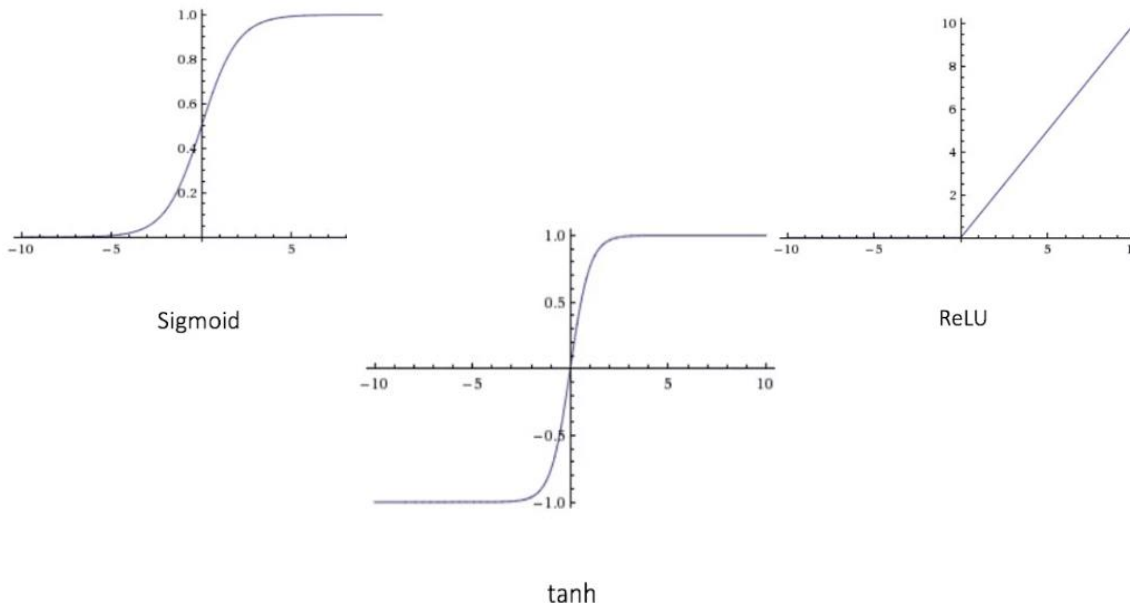
вероятностей наблюдения (логиты,  $\mathbf{o}$ );

$f$  – функция активации;

$y$  – выходной сигнал

# Обзор предметной области

- Основы глубокого обучения
- Основы сверточных нейронных сетей
- Архитектуры сверточных нейронных сетей для задачи классификации изображений



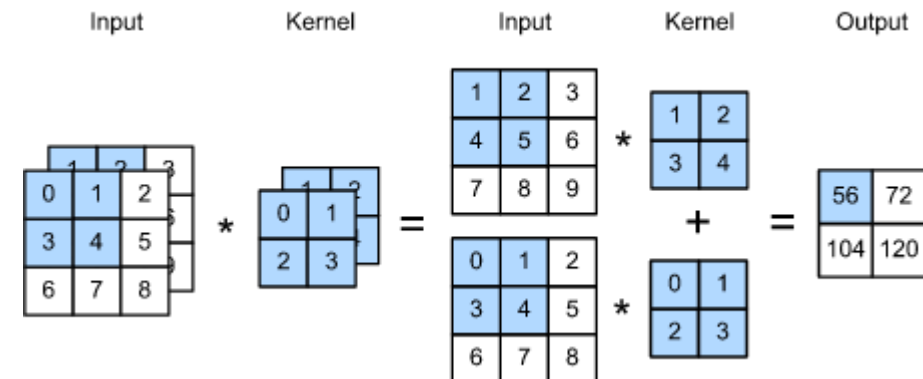
$\hat{y}_i = \frac{\exp(o_i)}{\sum_j \exp(o_j)}$	<b>Softmax</b>
$l(y, \hat{y}) = \sum_{j=1}^q y_j \log(\hat{y}_j)$	<b>Cross-Entropy Loss</b>
$\text{ReLU}(x) = \max(x, 0)$	<b>Функции активаций</b>
$\text{sigmoid}(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$	
$\tanh(x) = \frac{1 - \exp(-2x)}{1 + \exp(-2x)}$	

# Обзор предметной области

- Основы глубокого обучения
- **Основы сверточных нейронных сетей**
- Архитектуры сверточных нейронных сетей для задачи классификации изображений

**Формула сверточного слоя в срезе канала  $d$**

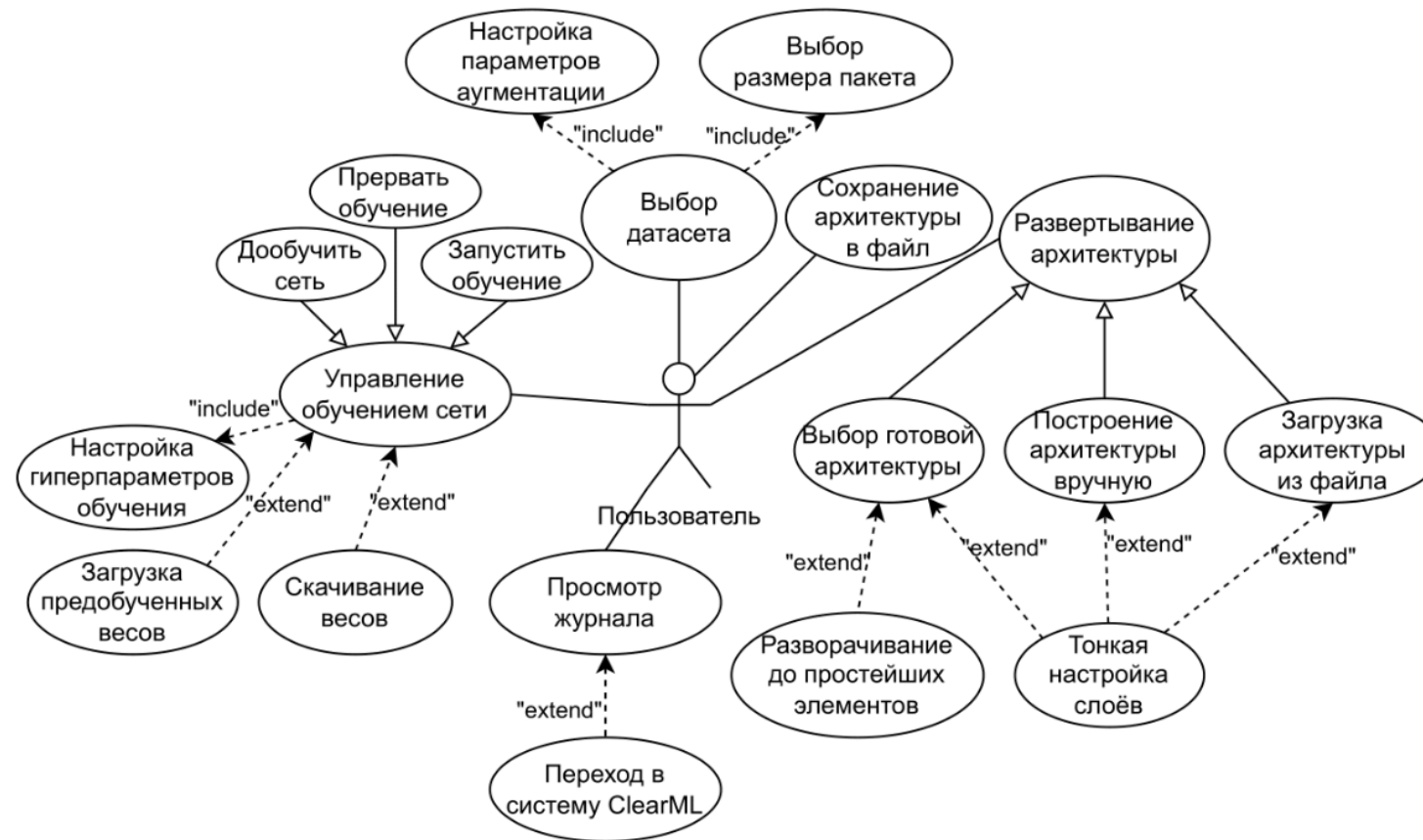
$$H_{i,j,d} = \sum_{a=-\Delta}^{\Delta} \sum_{b=-\Delta}^{\Delta} \sum_c V_{a,b,c,d} X_{i+a,j+b,c}$$



# Обзор предметной области

- Основы глубокого обучения
  - Основы сверточных нейронных сетей
  - **Архитектуры сверточных нейронных сетей для задачи классификации изображений**
- LeNet
  - AlexNet
  - VGG
  - NiN
  - GoogLeNet

# Функциональные требования



# Обзор аналогов

	Критерии					
	Инструмент визуального проектирования	Ориентирован на неподготовленных пользователей	Акцент на обучении моделей	Бесплатный доступ	Отечественная разработка	Доступ из России
Teachable Machine	+	+	+	+	-	+
KNIME	+	-	-	+	-	+
IBM Watson Studio	+	-	+	-	-	-
Azure Machine Learning Studio	+	-	+	-	-	-
Lobe	+	+	+	+	-	-
Loginom	+	+	-	+	+	+
Учебный комплекс	+	+	+	+	+	+

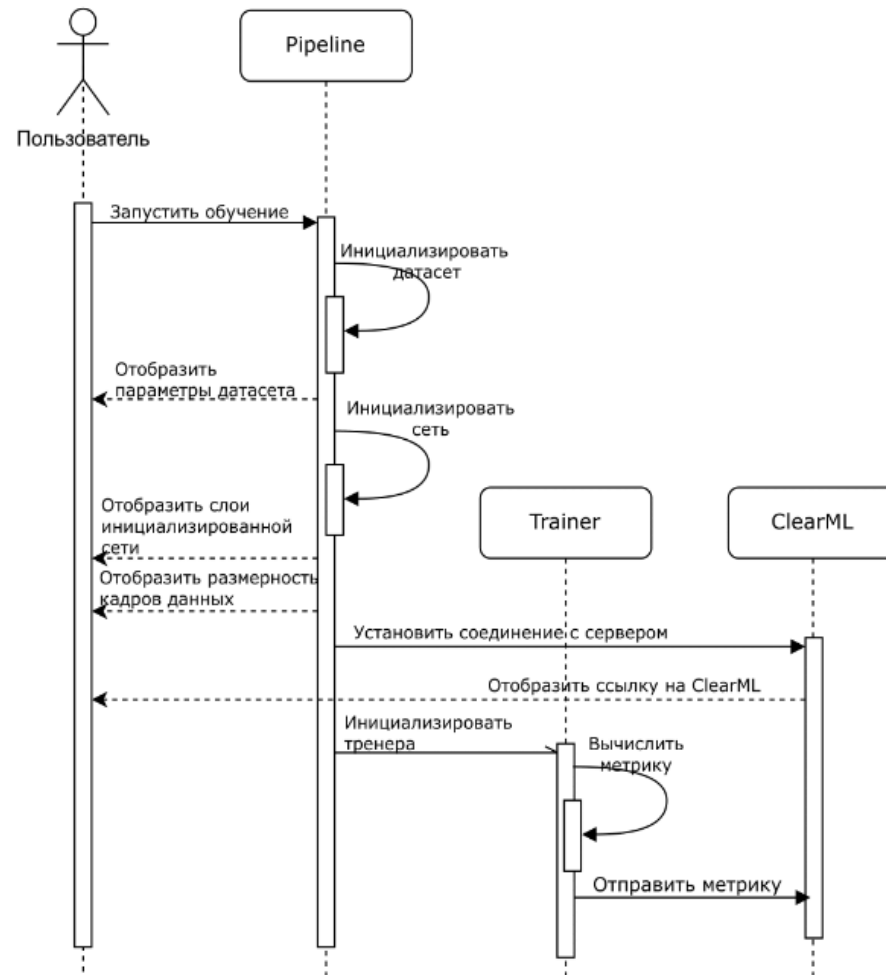
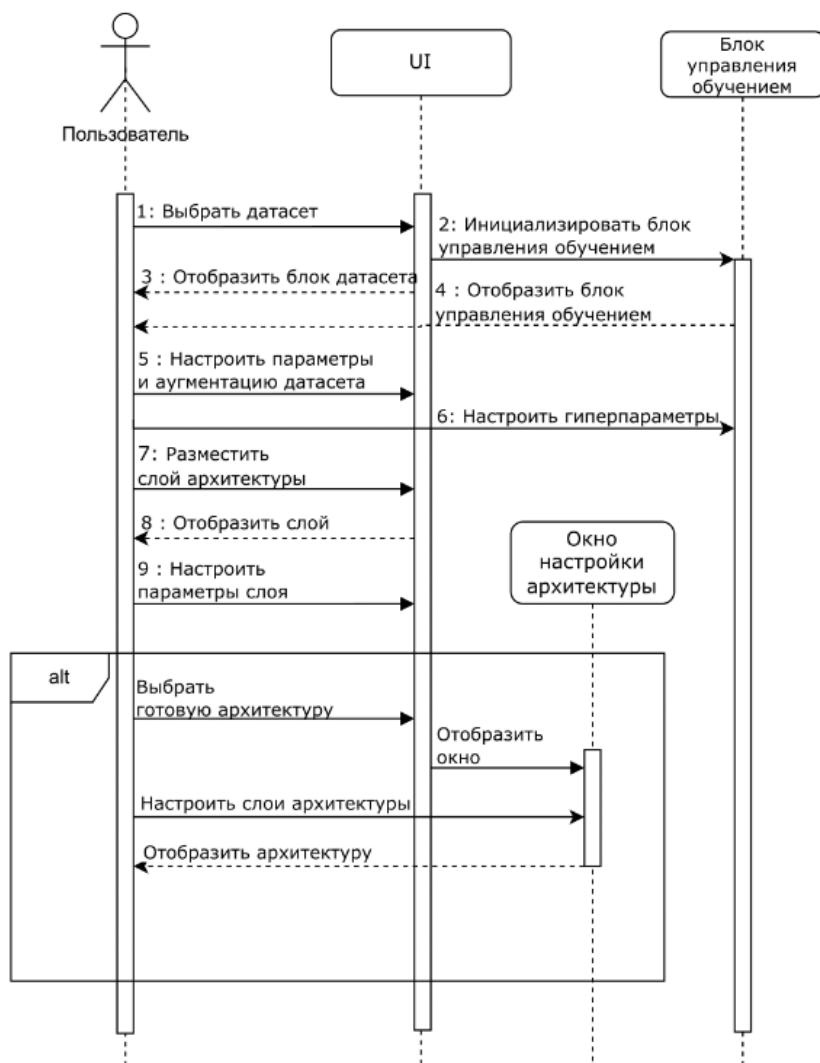


# Стек технологий

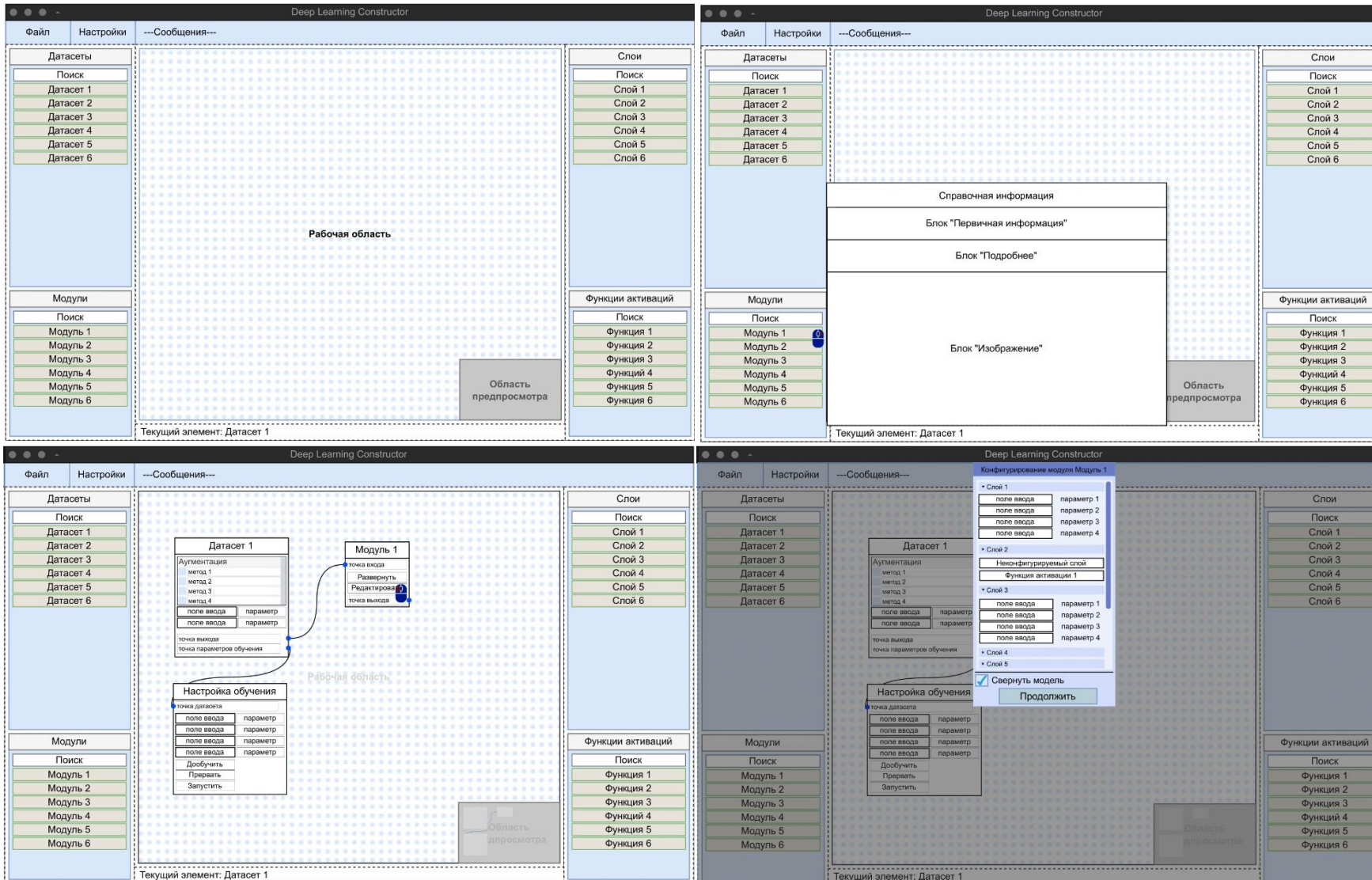


# Проектирование.

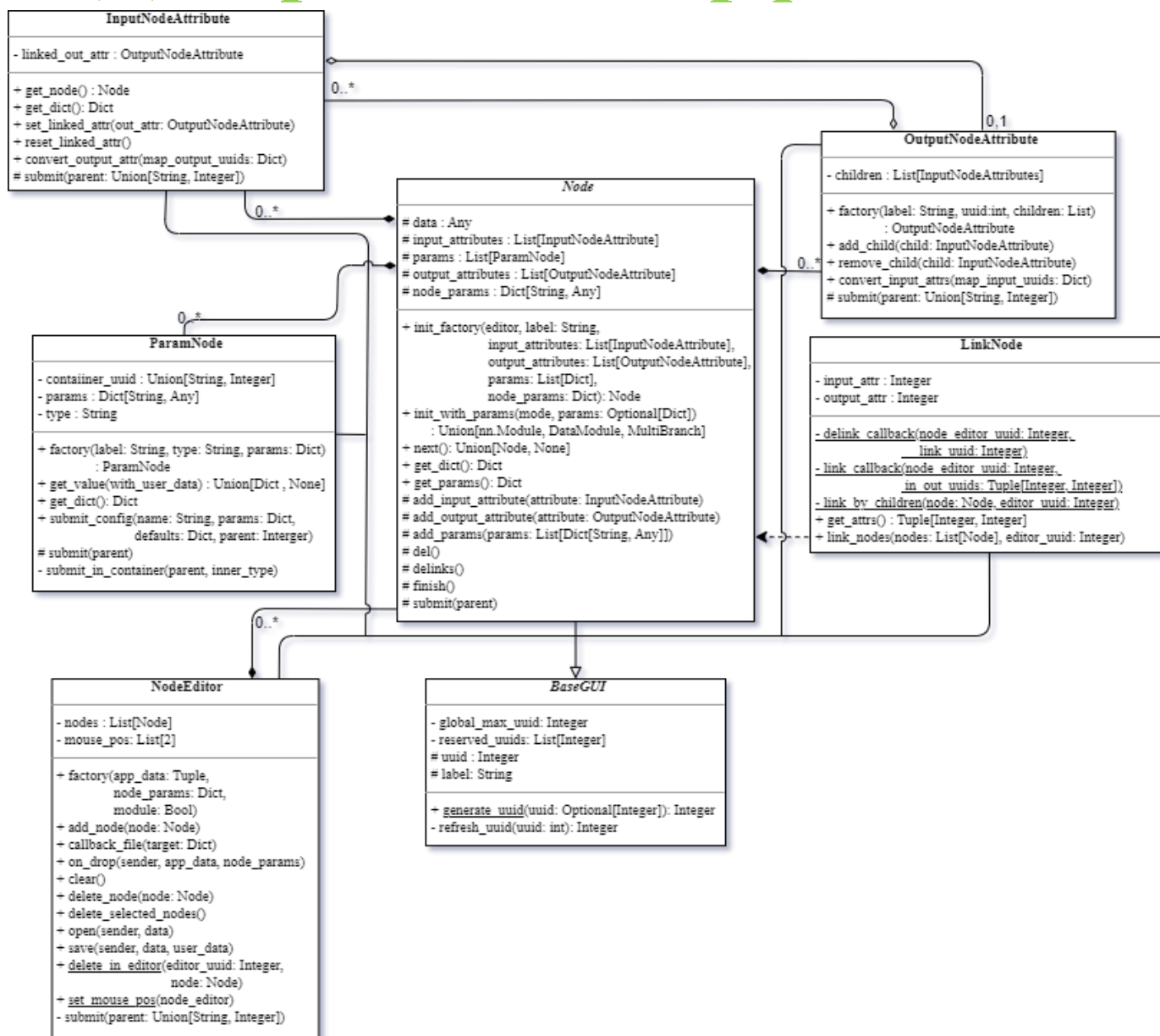
## Диаграмма последовательности



# Проектирование. Макеты интерфейса

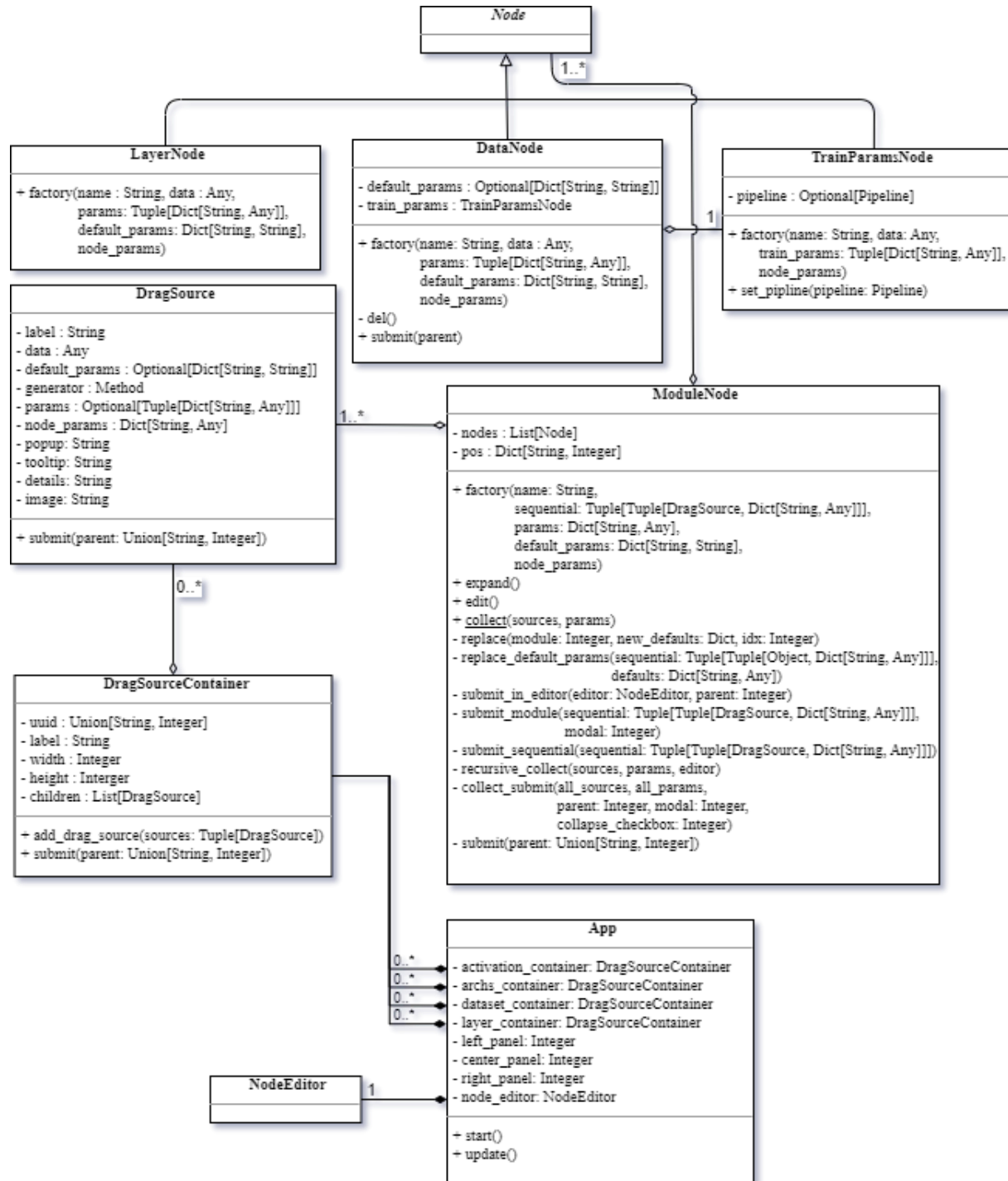


# Реализация. Диаграмма интерфейсных классов



# Реализация

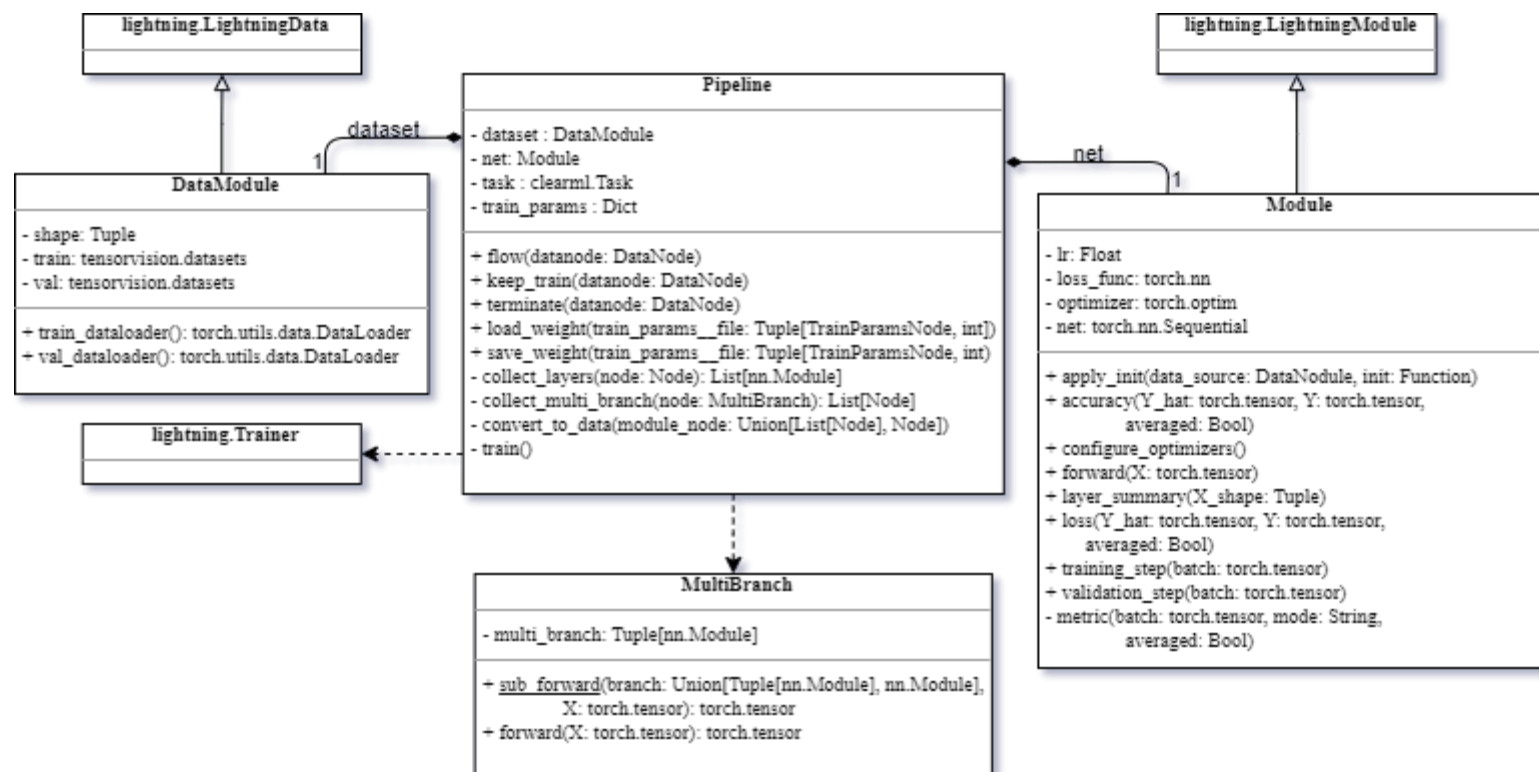
## Диаграмма ресурсных классов





# Реализация

## Диаграмма классов обучения



# Демонстрация

## Размещение датасета и связывание узлов

Файл Настройки ---Сообщения---

Датасеты

Пуск

- FashionMNIST
- Caltech101
- Caltech256
- CIFAR10
- Flowers102
- SUN397
- CarlaStereo
- CelebA
- Cityscapes
- CLEVRClassification
- CocoCaptions
- EuroSAT
- Food101
- ImageNet
- Dataset from File

Модули

Пуск

- LeNet5
- AlexNet
- VGG-11
- Conv-MLP
- NiN
- Inception
- GoogLeNet
- BN LeNet

Слоу

Пуск

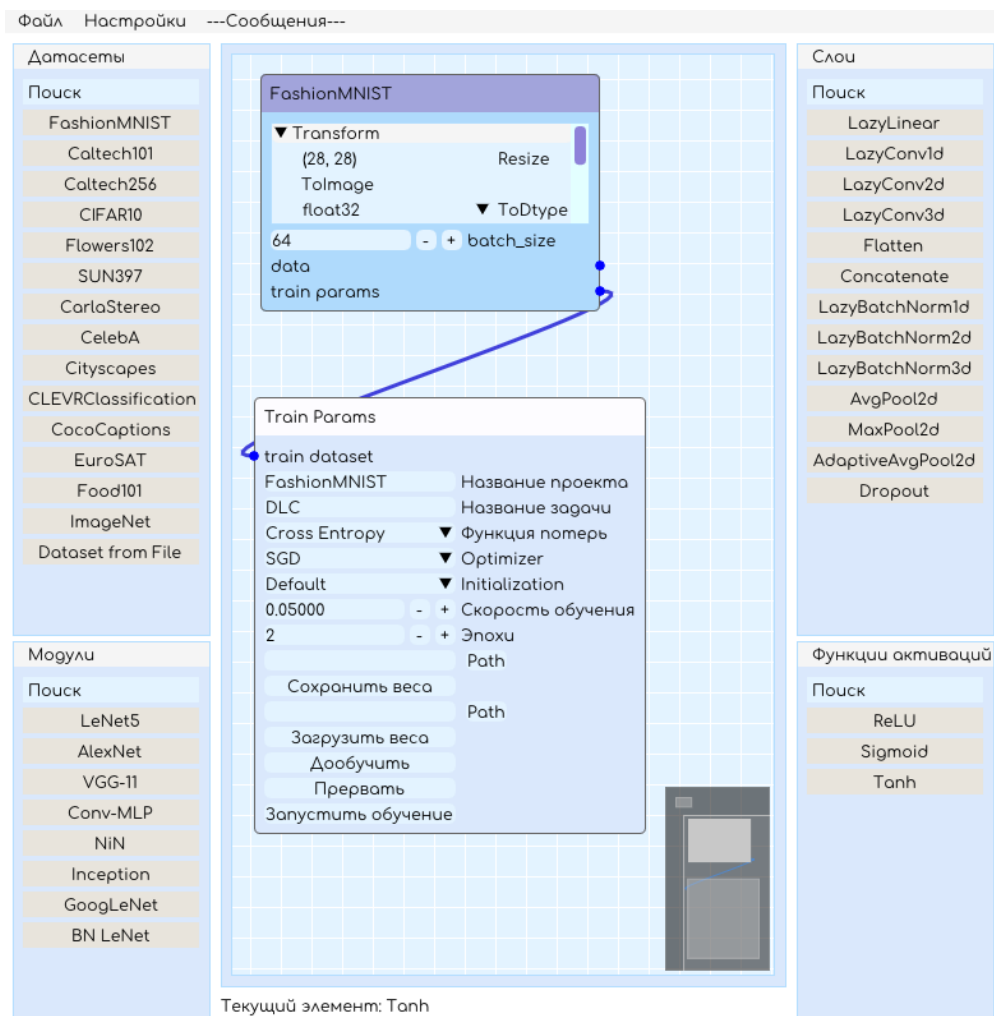
- LazyLinear
- LazyConv1d
- LazyConv2d
- LazyConv3d
- Flatten
- Concatenate
- LazyBatchNorm1d
- LazyBatchNorm2d
- LazyBatchNorm3d
- AvgPool2d
- MaxPool2d
- AdaptiveAvgPool2d
- Dropout

Функции активаций

Пуск

- ReLU
- Sigmoid
- Tanh

Текущий элемент: Tanh



Deep Learning Constructor

Файл Настройки ---Сообщения---

Датасеты

Пуск

- FashionMNIST
- Caltech101
- Caltech256
- CIFAR10
- Flowers102
- SUN397
- CarlaStereo
- CelebA
- Cityscapes
- CLEVRClassification
- CocoCaptions
- EuroSAT
- Food101
- ImageNet
- Dataset from File

Модули

Пуск

- LeNet5
- AlexNet
- VGG-11
- Conv-MLP
- NiN
- Inception
- GoogLeNet
- BN LeNet

Слоу

Пуск

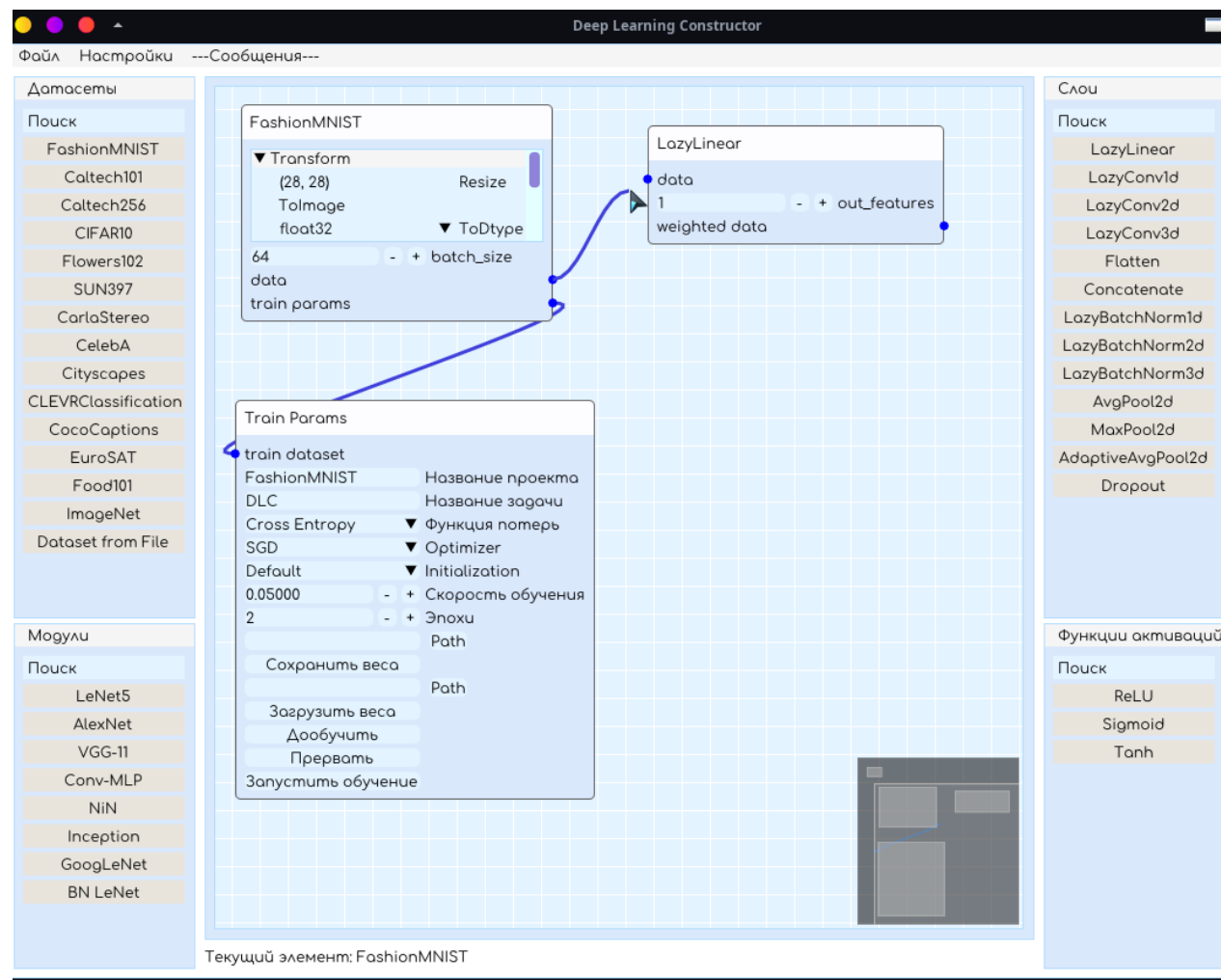
- LazyLinear
- LazyConv1d
- LazyConv2d
- LazyConv3d
- Flatten
- Concatenate
- LazyBatchNorm1d
- LazyBatchNorm2d
- LazyBatchNorm3d
- AvgPool2d
- MaxPool2d
- AdaptiveAvgPool2d
- Dropout

Функции активаций

Пуск

- ReLU
- Sigmoid
- Tanh

Текущий элемент: FashionMNIST



# Демонстрация

## Справочная информация, конфигурация архитектуры, сохранение проекта

File
Settings
---Messages---

**Датасеты**

Поиск

- FashionMNIST
- Caltech101
- Caltech256
- CIFAR10
- Flowers102
- SUN397
- CarlaStereo
- CelebA
- CIFAR100
- Flowers102
- SUN397
- CarlaStereo
- CelebA
- Cityscapes
- CLEVRClassification
- CocoCaptions
- EuroSAT
- Food101
- ImageNet
- Dataset from File

**Батчи/Пакеты/сеты/партии** - это набор объектов тренировочного датасета, который пропускается итеративно через сеть во время обучения

---

### Свёрточная нейросеть

Одна из первых свёрточных сетей, заложившая основы глубокого обучения

Открыл: Ян Лекун [LeCun et al., 1989](#), [LeCun et al., 1998b](#)

В оригинальной версии используется average pooling и сигмоидные функции активации

Данный модуль модифицирован: max-pooling и ReLU функции активации

Применяется для классификации изображений (по-умолчанию настроен на 10 классов)

#### Архитектура

Состоит из 2-х частей:

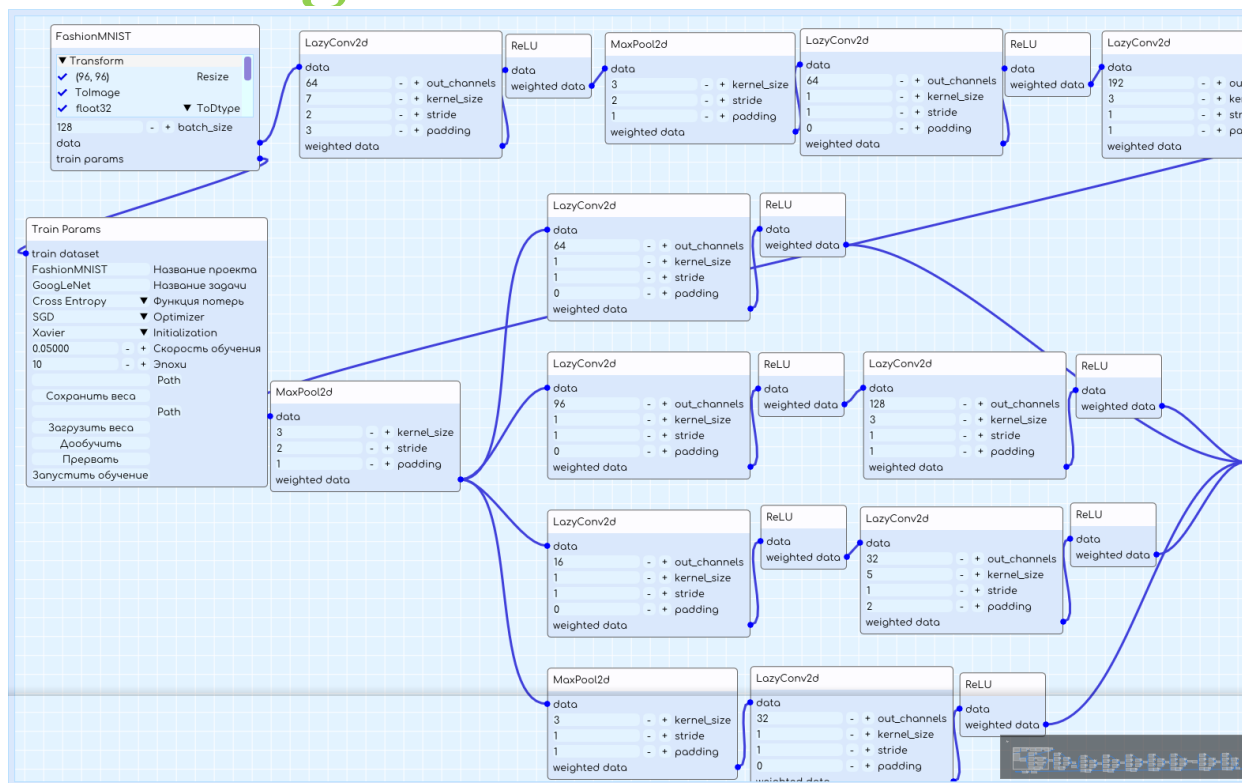
- Свёрточные слои (kernel\_size=5) с пуллингом (kernel\_size=2, stride=2)
- 3 полносвязных слоя (out\_features: 120 | 84 | 10 (кол-во классов))

Без модификаций принимает изображения размером [28, 28]

► Подробнее



# Тестирование. GoogLeNet



# Заключение

В ходе выполнения работы был разработан учебный комплекс для проектирования и обучения нейронных сетей, который позволяет повысить эффективность процесса формирования компетенций студентов в области глубокого обучения на основе типовых архитектур сверточных сетей.

Дальнейшее развитие учебного комплекса планируется в рамках магистерской диссертации.

По теме бакалаврской работы были подготовлены статьи:

- Лузинсан А.А. Прототип программного обеспечения для визуального конструирования нейронных сетей на основе принципов Blueprint // Научная сессия ТУСУР-2024: сборник избранных статей международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Принято к публикации.
- Лузинсан А.А. Автоматизация проектирования архитектур нейронных сетей // Инновационные научные исследования. Принято к публикации.