**Дисциплина: Глубокое обучение (осенний семестр 2023-2024 уч. г.)**

**ПИ, лектор С.В. Макрушин**

**Теоретические вопросы. 1 вопрос в билете (1й вопрос – максимум 20 баллов).**

**Основы глубокого обучения**

1. Модель перцептрона. Проблема линейно неразделимых множеств и ее решение. Логика построения многослойных ИНС. Линейные слои (Linear Layers) в PyTorch.
2. Функции активации. Требования к функциям активации Популярные функции активации. Слои нелинейной активации (Non Linear Activations) в PyTorch.
3. Глубокое обучение. «Вторая весна искусственного интеллекта» и ее причины.
4. Линейное отображение. Векторно-матричное дифференцирование.
5. Проблема поиска градиента в общей логике обучения нейронной сети. Градиент функции многих переменных. Методы вычисления.
6. Кросс-валидация. Выборки train, validation, test. Проблема переобучения. Ранняя остановка.
7. Преобразование Softmax и функция потерь Cross Entropy loss.
8. Механизм обратного распространения ошибки. Принципиальная логика основного цикла обучения нейронной сети в PyTorch.  Слои функций потерь (Loss Functions) в PyTorch.
9. Дифференцируемое программирование и реализация обратного распространения ошибки. Автоматическое дифференцирование в PyTorch. Пример и применение в обучении ИНС.
10. Стохастический градиентный спуск. Батчи обучающей выборки.
11. Адаптивные методы градиентного спуска. Метод импульсов. Метод Нестерова.
12. Проблема инициализации весов при обучении ИНС. Инициализация Ксавье.
13. Гиперпараметры. Скорость обучения и размер батча.
14. Переобучение модели и регуляризация. Принцип механизма Dropout. Слои регуляризации (Dropout Layers) в PyTorch.
15. Минбатчи – причина использования. Нормализация по мини-батчам. Слои нормализации (Normalization Layers) в PyTorch.
16. Многослойные сети. Граф потока вычислений. Класс nn.Module в PyTorch: назначение, основные поля и методы.

**Cверточные нейронные сети**

1. Специфика задач машинного обучения на изображениях. Принцип работы сверточных сетей. Преимущества сверточных сетей при решении этих задач.
2. Архитектура многослойной ИНС распознавания изображений на основе сверточных сетей. Сверточные слои (Convolution Layers) и сжимающие слои (Pooling Layers) в PyTorch.
3. Приемы для глубокого обучения на небольших наборах изображений.
4. Схема работы сверточной сети. Операции свертки, пулинга, общий вид сверточной сети для решения задачи классификации изображения.

**Рекуррентные нейронные сети**

1. Рекуррентная нейронная сеть, принципы ее обучения. Сложности применения рекуррентных нейронных сетей.
2. Модуль LSTM.
3. Модуль GRU.
4. Класс torch.nn.LSTM и torch.nn.GRU в PyTorch.
5. Продвинутые RNN-архитектуры: BiLSTM, улучшенные seq2seq модели машинного перевода на основе RNN.

**Механизм внимания и модуль Transformer и BERT**

1. Механизм Attention. Пример использования Attentinon.
2. Модуль Transformer: общая архитектура Transformer, работа self-attention и multi-head attention.
3. Модуль Transformer: общая архитектура Transformer, специфика работы декодера и его увязки с энкодером, позиционное кодирование в Transformer.
4. Модель BERT.

**Автоэнкодеры и генеративные модели**

1. Векторная интерпретация весов скрытого слоя многослойного перцептрона. Задача восстановления входного сигнала после сжатия в скрытом слое ИНС.
2. Автоэнкодеры. Линейный автоэнкодер и его аналог в статистических методах. Нелинейные и глубокие автоэнкодеры. Области значений латентного пространства. Примеры интерполяции и экстраполяции на многообразиях области значений латентных пространств автоэнкодеров.
3. Задачи дискриминативных и генеративных моделей, сравнение моделей. Классификация генеративных моделей. Прикладные задачи для генеративных моделей в области компьютерного зрения.
4. Архитектура GAN: описание общей архитектуры, модели обучения и архитектур глубоких моделей в GAN. Принцип подхода к обучению в GAN на примере обучения одномерной функции распределения.
5. Модель вариационного автоэнкодера (VAE): общие и специфические цели модели, общая архитектура модели и баейсовское моделирование. Функция потерь VAE и специфика получаемых скрытых представлений.
6. Модель вариационного автоэнкодера (VAE): баейсовское моделирование, функция ошибки на основе метода максимального правдоподобия, причины построения ELBO и метод построения этой оценки.
7. Denoising diffusion models: общий принцип работы, описание прямого процесса и основные принципы описания обратного процесса.