**Программа учебной дисциплины «Глубинное обучение»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.

|  |  |
| --- | --- |
| Автор | Осокин А.А. |
| Число кредитов | 4 |
| Контактная работа (час.) | 46 |
| Самостоятельная работа (час.) | 106 |
| Курс | 4 |
| Формат изучения дисциплины | Без использования онлайн курса |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Целями освоения дисциплины «Глубинное обучение» являются:

* Ознакомление студентов с основными принципами применения методов, основанных на глубоких нейросетях, для решения задач машинного обучения.
* Формирование у студентов практических навыков применения и обучения глубоких нейросетей в прикладных задачах анализа данных из таких областей как компьютерное зрение, обработка текстов, и др.

Настоящая дисциплина относится к циклу дисциплин по машинному обучению и анализу данных. Пререквизитами данной дисциплины являются следующие дисциплины:

* Математический анализ
* Линейная алгебра и геометрия
* Теория вероятностей
* Алгоритмы и структуры данных
* Машинное обучение 1

# Содержание УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Введение в глубинное обучение

Нейронные сети для задачи классификации, оптимизация методом стохастического гради-ента, примеры задач.

2. Механика нейросетей и алгоритм обратного распространения ошибок

Обратное распространение ошибки как основной способ обучения нейросетей, дифферен-цирование основных операций (полносвязные слой, свёртка), автоматической дифференциро-вание сложных моделей, подходы к реализации нейросетевых библиотек (статический и дина-мический графы вычислений)

3. Основные виды нейросетей

Повышение эффективности использования параметров, операция свёрки для изображений, основные принципы построения свёрточных сетей, рекуррентные сети для обработки последо-вательностей, основные виды рекуррентных блоков и способов построения рекуррентных мо-делей.

4. Обучение и регуляризация нейросетей

Методы регуляризации нейросетей (L2, dropout, batchnorm, data augmentation и др.), методы оптимизации (SGDи его улучшения, подбор длины шага и масштаба каждого из параметров), архитектурные элементы, улучшающие обучение нейросетей (gating, skip connections).

Настоящая дисциплина относится к циклу дисциплин по машинному обучению и анализу данных.

5. Глубинное обучение для задач компьютерного зрения

Примеры построения сложных архитектур для задач компьютерного зрения: поиск объектов на изображении (object detection), сегментация изображений (image segmentation), обучение представлений и поиск изображений (representation learning and image retrieval), и др.

6. Глубинное обучение для задач обработки текстов

Представления слов (word embeddings), модели для предсказания последовательностей (se-quence-to-sequence), задачи машинного перевода и генерации подписи к изображениям.

7. Глубинное обучение для построения вероятностных моделей

Прямые вероятностные модели (NADE, PixelCNN и др.), вероятностные модели со скрыты-ми переменными (вариационный автокодировщик, VAE).

8. Непрямые способы использования нейросетей

Адаптация нейросетей к новым наборам данных (domain adaptation), противоборствующее обучение (adversarial trainings), построение примеров, на которых нейросети ошибаются (ad-versarial examples).

9. Встраивание алгоритмов в слои нейросетей

Алгоритм вывода в функции потерь на примере структурного метода опорных векторов, дифференцируемый вывод на примере гауссовского марковского поля, итерационные алгорит-мы как вычислительные графы на примере алгоритма передачи сообщений.

10. Недифференцируемые модели и глубинное обучение с подкреплением

Введение в обучение с подкреплением и основные алгоритмы (Q-learning и policy gradients), глубинное обучение с покреплением, байесовские нейросети.

# ОЦЕНИВАНИЕ

В курсе предусмотрено несколько форм контроля знания:

* Домашние задания по материалам лекций и семинаров. Задания могут состоять в дове-дении до конца решений задач с семинаров, решении теоретических задач, решении практических задач.
* Проект, связанный с реализацией метода глубинного обучения.
* Устно-письменный экзамен.

Каждое задание и проект оцениваются по 10-балльной шкале (по заданиям допускается дробная оценка). Оценки, полученный за домашние задания, складываются и делятся на максимальный балл равный 10\*число заданий.

Накопленная оценка вычисляется по формуле

О\_накопл = округление( 0.6 О\_задания + 0.4 О\_проект )

Итоговая оценка вычисляется по формуле

О\_итог = округление( 0.7 О\_накопл + 0.3 О\_экзамен )

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине: арифметический

Студенту, получившему накопленную оценку > 4, данная оценка может быть выставлена в качестве итоговой по обоюдному согласию преподавателя и студента.

# ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Примеры домашних задания

1. Разработать, запрограммировать, применить нейросетевой алгоритм распознавания рукописных символов для базы данных MNIST.

2. Разработать, запрограммировать, применить нейросетевой алгоритм синтеза руко-писных символов на основе подхода GAN. Провести оценку качества работы метода.

Примеры экзаменационных вопросов

1. Нейронные сети для задачи классификации, оптимизация методом стохастического градиента, примеры задач.

2. Механика нейросетей и алгоритм обратного распространения ошибок.

3. Принципы построения архитектур свёрточных сетей.

4. Принципы построения архитектур рекуррентных сетей.

5. Методы обучения и регуляризации нейросетей

6. Методы решения задачи поиска объектов на изображении.

7. Методы решения задачи машинного перевода

8. Методы построения глубинных вероятностных моделей

9. Методы противоборствующего обучения

10. Методы адаптации нейросетей к новым наборам данных

11. Методы построения слоев нейросетей на основе существующих алгоритмов

12. Методы глубинного обучения для задачи обучения с подкреплением

1. **РЕСУРСЫ**
   1. **Основная литература**

Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning, MIT Press, 2016.

Электронная версия учебника доступна онлайн: <http://www.deeplearningbook.org/>

Документация библиотеки pytorch: <http://pytorch.org/docs/master/>

Обучающие материалы библиотеки pytorch: <http://pytorch.org/tutorials/>

* 1. **Дополнительная литература**

Материалы курса Neural Networks из Шербрукского университета (лектор Hugo Larochelle), доступны все материалы и видеозаписи лекций: <http://info.usherbrooke.ca/hlarochelle/neural_networks/content.html>

Материалы курса CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition из Стэндфордского университета (лекторы Fei-Fei Li, Justin Johnson, Serena Yeung), все материалы курса доступны на <http://cs231n.github.io/>

Материалы курса CSC2523: Deep Learning in Computer Vision из университета Торонто (координатор курса Sanja Fidler), все материалы курса доступны на <http://www.cs.utoronto.ca/~fidler/teaching/2015/CSC2523.html>

Материалы курса CS224n: Natural Language Processing with Deep Learning из Стэндфордского университета (лекторы Chris Manning, Richard Socher), все материалы курса доступны на <http://web.stanford.edu/class/cs224n/syllabus.html>

Материалы курса Deep Reinforcement Learning and Control университета Карнеги-Меллон (лекторы Katerina Fragkiadaki, Ruslan Satakhutdinov), все материалы курса доступны на <https://katefvision.github.io/>

Материалы курса CS 294: Deep Reinforcement Learning из Калифорнийского университета в Беркли (лектор Sergey Levine), материалы курса доступны на <http://rll.berkeley.edu/deeprlcourse/>

* 1. **Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
| 1. | Библиотека pytorch | *Доступна в интернете бесплатно:*  https://pytorch.org/ |



* 1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для семинарских занятий по дисциплине оснащены компьютерами, на которых студенты выполняют задания.