

Департамент информатизации Тюменской области
Государственное автономное учреждение дополнительного образования Тюменской
области «Региональный информационно-образовательный центр»

СОГЛАСОВАНО

Директор
Департамента информатизации
Тюменской области



М.В. Рудзевич
«21» сентября 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор
ГАУ ДО ТО «РИО-Центр»



Т.А. Беляева
«21» сентября 2020 г.



УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
«Нейронные сети и глубокое обучение»

Трудоемкость программы - 144 академических часа

Форма обучения - очная

Режим занятий – 2 дня в неделю по 3 академических часа в день

Начальные навыки – знание общеобразовательной программы по математике за 9 классов, начальные знания, умения и навыки в одном из языков программирования

Цель обучения: формирование у учащихся необходимых знаний для осуществления деятельности по разработке и прикладному применению нейросетевых методов, умений и навыков создания нейросетевой систем средствами языка Python для последующей профессиональной деятельности в различных предметных областях.

Настоящий курс направлен на решение следующих **задач**:

- освоение знаний об основных существующих нейросетевых архитектурах;
- знакомство с перспективных разработках в сфере искусственного интеллекта и, в частности, искусственных нейронных сетей;
- знакомство с основными платформами для разработки, обучения и функционирования искусственных нейронных сетей;
- приобретение навыков анализа и структурирования массивов данных, определения методов их упорядочения и обработки в соответствии с поставленной задачей, в том числе, с использованием искусственных нейронных сетей;
- формирование самостоятельности и творческого подхода к решению задач с использованием средств современной вычислительной техники;
- знакомство с информацией об основных разработках искусственных нейронных сетей глубокого обучения как перспективного направления развития современных технологий искусственного интеллекта.

ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Курс «Нейронные сети и глубокое обучение» ориентирован на обучающихся, освоивших курс средней общеобразовательной школы на уровне не менее 9 классов. Основной контингент обучающихся – ученики 10 – 11 классов средней общеобразовательной школы.

Для успешного обучения требуются следующие начальные знания, умения и навыки:

- знание математики на уровне не ниже 9 класса средней общеобразовательной школы;
- начальные знания, умения и навыки в одном из языков программирования.

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения учебной программы обучающийся должен освоить следующие компетенции:

- понимание социальной значимости разработок в области нейросетевых технологий, обладание высокой мотивацией к занятию проектной деятельностью в изучаемой сфере;
- способность выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств (программной, аппаратной или программно-аппаратной реализации) для решения поставленной задачи;
- способность разрабатывать информационные системы базовой сложности, задействующие модели глубокого обучения.
- эффективное участие в работе проектной команды по созданию информационных систем.

Прошедшие обучение будут:

ЗНАТЬ:

- основные существующие нейросетевые архитектуры и особенности их

использования для решения практических задач обработки информации;

- об основных платформах для разработки, обучения и функционирования искусственных нейронных сетей;

- о перспективных разработках в сфере искусственного интеллекта и, в частности, искусственных нейронных сетей;

- о разработках в области искусственных нейронных сетей глубокого обучения как перспективного направления развития современных технологий искусственного интеллекта;

- основы организации работы над проектами создания интеллектуальной информационной системы с использованием технологий искусственных нейронных сетей;

УМЕТЬ:

- самостоятельно ставить и формулировать прикладные и исследовательские цели и задачи, разбивать решение задачи на подзадачи;

- анализировать исходные данные и определять методы моделирования, нейросетевые архитектуры, применимые для решения поставленных задач обработки информации;

- корректировать свои действия, вносить изменения в программу и отлаживать её в соответствии с изменяющимися условиями;

- составить и записать алгоритм для конкретного исполнителя;

- разрабатывать и использовать нейросетевые модели, оценивать числовые параметры моделируемых объектов и процессов,

- интерпретировать результаты моделирования реальных процессов, анализировать готовые модели на предмет соответствия реальному объекту или процессу;

- создавать нейросетевые системы в среде Python;

- организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками в процессе проектной и учебно-исследовательской деятельности;

ВЛАДЕТЬ НАВЫКАМИ:

- написания грамотного и красивого кода,

- анализа кода, как своего, так и чужого;

- разработки программ в выбранной среде программирования, включая тестирование и отладку программ;

- работы с информацией: нахождения, оценки и использования информации из различных источников, необходимой для решения профессиональных задач (в том числе, на основе системного подхода).

- командной работы в ходе реализации проекта разработки программного обеспечения и создания интеллектуальных информационных систем.

СТРУКТУРА И ТРУДОЕМКОСТЬ

Общая трудоемкость курса составляет 144 академических часа, из них 100 – практические занятия.

Курс имеет модульную структуру и состоит из 5 связанных модулей. Составной частью учебных модулей является теоретический материал, который обучающимся необходимо освоить, и практикум в рамках каждой темы для выработки и тренировки умений и навыков. По итогам каждого модуля предполагается оценка его освоения учащимися.

По окончании курса результат обучения оценивается в форме итогового тестирования и индивидуального задания по предложенной теме.

Учащимися в течение периода обучения выполняется индивидуальный учебный проект, результат выполнения которого представляется по окончании курса.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Тема	Лекции	Практические занятия	Итого часов по теме
	Введение. Почему сегодня важно стать специалистом по искусственному интеллекту и нейротехнологиям?	2		2
МОДУЛЬ 1. Введение в нейронные сети				
1.1.	Перцептрон	1	2	3
1.2.	Обратное распространение ошибки	1	2	3
1.3.	Решение задач регрессии с помощью нейронных сетей	1	3	4
1.4.	Решение задач классификации с помощью нейронных сетей	1	3	4
1.5.	Устранение проблем обучения нейросетей	1	3	4
Итого		7	11	18
МОДУЛЬ 2. Нейронные сети глубокого обучения				
2.1.	Аппаратные средства для разработки, обучения и функционирования нейросетей	2		2
2.2.	Обзор библиотек для работы с нейросетями глубокого обучения: Tensorflow	2	1	3
2.3.	Обзор библиотек для работы с нейросетями глубокого обучения: PyTorch	2	1	3
Итого		6	2	8
МОДУЛЬ 3. Регрессия и временные ряды				
3.1.	Подготовка и преобразование данных для решения задач регрессии	1	2	3
3.2.	Логическая регрессия	1	2	3
3.3.	Временные ряды	1	2	3
Итого		3	6	9
МОДУЛЬ 4. Работа с изображениями				
4.1.	Сверточные (конволюционные) нейронные сети.	1	1	2
4.2.	Подготовка обучающих данных для работы с изображениями	1	4	5
4.3.	Классификация изображений	1	7	8
4.4.	Сегментация изображений	1	9	10
Итого		4	19	25
МОДУЛЬ 5. Обработка естественного языка				
5.1.	Рекуррентные нейронные сети: LSTM, GRU	2	1	3
5.2.	Обработка естественного языка	2	1	3

№	Тема	Лекции	Практические занятия	Итого часов по теме
5.3.	Разработка вопросно-ответной системы	2	4	6
5.4.	Механизм внимания в нейронных сетях. Attention. Self-Attention	1	1	2
5.5.	Разработка системы машинного перевода	3	8	11
5.6.	Реализованные нейросети глубокого обучения сложной структуры	2	2	4
5.7.	Разработка системы поиска ответа	2	6	8
Итого		14	23	37
МОДУЛЬ 6. Обработка аудио				
6.1.	Обработка аудиосигналов	4	8	12
6.2.	Автокодировщики	2	8	10
Итого		6	16	22
МОДУЛЬ 7. Итоговый проект				
7.1.	Работа над итоговым проектом		23	23
Итого			23	23
ВСЕГО		44	100	144

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Введение. Почему сегодня важно стать специалистом по искусственному интеллекту и нейротехнологиям?

Искусственный интеллект, глубокое обучение и нейросетевые технологии – соотношение понятий. Современное состояние и перспективы развития нейротехнологий. Основные направления использования нейротехнологий и востребованность профессионалов в сфере искусственного интеллекта. Этические вопросы разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта.

Ключевые компетенции специалиста в сфере глубокого обучения и нейросетевых технологий, задачи курса «Основы нейросетевых технологий».

МОДУЛЬ 1. Введение в нейронные сети

Тема 1.1. Перцептрон

Что такое нейронная сеть. Принцип ее работы. Написание простейшей нейронной сети.

Тема 1.2. Обратное распространение ошибки

Понятие обратного распространения ошибки. Функции потерь.

Тема 1.3. Решение задач регрессии с помощью нейронных сетей

Решение задачи регрессии с помощью нейронных сетей. Сравнение результатов с результатами классического машинного обучения.

Тема 1.4. Решение задач классификации с помощью нейронных сетей

Решение задачи классификации с помощью нейронных сетей на примере распознавания рукописных цифр.

Тема 1.5. Проблемы обучения нейронных сетей и методы их устранения

Проблемы переобучения и недообучения нейронной сети. Способы их устранения.

МОДУЛЬ 2. Нейронные сети глубокого обучения

Тема 2.1. Аппаратные средства для разработки, обучения и функционирования нейросетей

Процессорные решения, графические решения. Обзор платформ для работы с нейросетями (Microsoft ML Azure, IBM Power AI, NVidia Digits, Sony Neural Network Console).

Тема 2.2. Обзор библиотек для работы с нейросетями глубокого обучения: Tensorflow

Граф нейросети в Tensorflow. Переменные. Тензоры операций. Процесс обучения нейронной сети в Tensorflow. Запуск сессии. Процесс вычислений, оптимизатор. Синтаксис Tensorflow.

Тема 2.3. Обзор библиотек для работы с нейросетями глубокого обучения: PyTorch

Основы PyTorch. Вычислительный динамический граф. Аналоги некоторых операций Tensorflow. Автоматическое дифференцирование, градиенты. Класс для нейронной сети, перегружаемые методы. Тренировка. Тестирование. Преимущества и недостатки по сравнению с Tensorflow.

МОДУЛЬ 3. Регрессия и временные ряды

Тема 3.1. Подготовка и преобразование данных для решения задач регрессии. Способы нормализации данных. Восстановление после нормализации.

Тема 3.2. Логическая регрессия

Понятие логической регрессии. Реализация логической регрессии с помощью нейросетей.

Тема 3.3. Временные ряды

Понятие временных рядов и сфер их применения. Создание модели и ее метрики.

МОДУЛЬ 4. Работа с изображениями

Тема 4.1. Сверточные (конволюционные) нейронные сети.

Конволюционный слой. Слой подвыборки. Полносвязный слой. Разреженные взаимодействия. Разделение параметров. Эквивариантность представления. Каналы. Подвыборка.

Тема 4.2. Подготовка обучающих данных для работы с изображениями.

Поиск данных для обучения. Разметка изображений. Сервисы для разметки изображений.

Тема 4.3. Классификация изображений

Построение архитектуры для классификации изображений. Выбор оптимизатора и функции активации. Запуск обучения на тренировочной части набора данных. Проверка точности обученной модели на тестовой части набора данных.

Тема 4.4. Сегментация

Построение архитектуры для сегментации изображений. Выбор оптимизатора и функции активации. Запуск обучения на тренировочной части набора данных. Проверка точности обученной модели на тестовой части набора данных.

МОДУЛЬ 5. Обработка естественного языка

Тема 5.1. Рекуррентные нейронные сети: LSTM, GRU

Понятие и архитектура рекуррентных нейронных сетей. Строение ячейки рекуррентной нейронной сети. Структура LSTM – догой краткосрочной памяти. GRU.

Функции рекуррентных сетей в Tensorflow. Простая рекуррентная сеть. Двухнаправленная рекуррентная сеть. Динамическая рекуррентная сеть.

Тема 5.2. Разработка вопросно-ответной системы: инфраструктурные классы и методы тренировки, граф модели сети и обучение

Определение инфраструктурных классов и методов тренировки нейронных сетей. Граф модели сети, проведение обучения сети.

Тема 5.3. Обработка естественного языка

Понятия и задачи обработки естественного языка (NLP, NLU). Этапы (классы задач) обработки естественного языка: морфология, синтаксис, семантика, прагматика.

Распределённые представления слов: Word2Vec, Fasttext. Модели GloVe (global vectors) и TF-IDF (term frequency – inverse document frequency).

Нейросетевые вопросно-ответные и диалоговые системы. Модели BERT и GPT-2.

Тема 5.4. Разработка вопросно-ответной системы: дополнительные классы признаков и реализация в графе, мультиклассовость обучения

Установление дополнительных классов признаков слов и выражений в вопросно-ответных системах и реализация в графе. Мультиклассовость обучения.

Тема 5.5. Механизм внимания в нейронных сетях. Attention. Self-Attention

Принципы моделирования сетей с вниманием (Attention). Способы реализации механизма внимания в нейросетевых системах, вектор внимания. Технология seq2seq, (идея двух рекуррентных сетей – кодировщика и декодировщика). Собственное, или внутреннее, внимание (Self-Attention).

Тема 5.6. Разработка системы машинного перевода

Разработка базовой модели seq2seq, реализация механизма внимания.

Тема 5.7. Реализованные нейросети глубокого обучения сложной структуры

AlexNet (многослойная конволюция). VGG-16 (узел распознавания). ResNet-50 (остаточные соединения). R-Net (применение технологии внимания, пересчёт представления слова).

Тема 5.8. Разработка системы поиска ответа

Базовая модель Document Reader. Балансировка классов и подвыборка. Рализация механизма внимания.

МОДУЛЬ 6. Обработка аудио

Тема 6.1. Обработка аудио

Признаки аудио. Извлечение и анализ признаков для поставленных задач.

Тема 6.2. Автокодировщики

Знакомство с понятием автокодировщиков. Создание модели для генерации аудио.

МОДУЛЬ 7. Итоговый проект

Тема 7.1. Работа над итоговым проектом

Выбор метода решения поставленной проблемы. Поиск базы для обучения. Выбор архитектуры модели и ее обучение. Улучшение модели, для получения лучших результатов. Подготовка к презентации и защите проекта.

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Учебный курс «Нейронные сети и глубокое обучение» подразумевает два основных типа занятий – лекционные и практические (семинарские). Также может практиковаться смешанная форма проведения занятий, когда излагаемый лекционный материал сопровождается использованием интерактивных механизмов обучения (совместное решение задач, опрос, дискуссия и пр.).

Ключевым компонентом курса в рамках организации учебного процесса логически и во времени является учебный модуль. Каждый модуль охватывает отдельную завершённую тематику и при необходимости может преподаваться отдельно. Тем не менее рекомендуется соблюдать установленный порядок модулей в составе одного учебного курса для последовательного освоения материала и обеспечения постепенной подготовки учащихся, имеющих только самое общее представление о содержании модулей.

Внутри блоков разбивка по времени изучения производится учителем самостоятельно, но с учётом рекомендованного тематического плана, представленного в разделе 2.2.

Каждая тема курса начинается с постановки учебной задачи – характеристики предметной области, метода или конкретной программы, которую предстоит изучить. В случае изучения функционала программы учитель проводит демонстрацию презентации и/или функционирования самой программы, готовые работы, выполненные в ней.

Закрепление знаний проводится с помощью практики отработки умений самостоятельно решать поставленные задачи, соответствующих планируемому результату обучения. Возможны три варианта выполнения задач:

- выполнение задач вместе с учителем как элемент демонстрации методов и возможностей их решения;
- самостоятельное выполнение задач обучающимися, индивидуальное или в группе на занятии;
- самостоятельное выполнение домашних заданий, индивидуальное или в группе.

Основные задания являются обязательными для выполнения всеми обучающимися в классе. При необходимости они выполняются на компьютере с использованием среды разработки. При этом учащиеся не только формируют новые теоретические и практические знания, но и приобретают новые технологические навыки.

Методика обучения ориентирована на сочетание обучения в группе с индивидуальным подходом. Для того чтобы каждый учащийся получил наилучший результат обучения, предусмотрены индивидуальные и групповые (командные) задания для самостоятельной работы. Предполагается использование разных по уровню сложности заданий, которые носят репродуктивный и творческий характер. Количество таких заданий в работе может варьироваться. Задания, выполняемые совместно группой учащихся, кроме того, нацелены на формирование навыков командной работы.

В ходе обучения проводится промежуточное тестирование по темам для определения уровня знаний учеников. Выполнение контрольных заданий способствует активизации учебно-познавательной деятельности и ведёт к закреплению знаний, а также служит индикатором успешности образовательного процесса.

Большинство заданий курса выполняется самостоятельно, в том числе, с помощью персонального компьютера и необходимых программных средств.

При организации занятий по курсу «Нейронные сети и глубокое обучение» для достижения поставленных целей и решения поставленных задач используются формы проведения занятий с активными методами обучения:

- занятие в форме проблемно-поисковой деятельности;
- занятие с использованием межпредметных связей;
- занятие в форме мозгового штурма;

- занятие в форме частично-поисковой деятельности;
- занятия с элементами соревновательной деятельности.

Используются следующие формы и методы контроля:

- тестирование;
- устный опрос;
- самостоятельные и контрольные работы;
- участие в проектной деятельности.

Промежуточные результаты обучения по итогам освоения учащимися каждого модуля оцениваются на основе итогового тестирования и выполнения индивидуальных заданий (контрольной работы).

Итоговый контроль результатов обучения по завершении курса осуществляется в форме выполнения итогового тестирования и выполнения итогового индивидуального задания по предложенной теме. По окончании учащимся представляются результаты проектной работы учащегося, выполнявшейся в течение учебного периода.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная деятельность обучающихся в рамках курса «Нейронные сети и глубокое обучение» осуществляется в следующих формах:

1) решение задач:

- в виде формулировки и/или доказательства утверждений, математических теорем, лемм;
- расчетных задач с заданными исходными данными, ориентированных на использование одного или нескольких математических методов;
- написания или анализа программного кода для реализации предложенной задачи;

2) исследовательская деятельность:

- выполнение учебной исследовательской работы по тематике, определённой преподавателем или совместно учащимся и преподавателем-наставником;

3) проектная деятельность по разработке конкретного прикладного решения на основе нейросетевых технологий:

- индивидуальная проектная деятельность,
- работа в составе проектной команды.

Результат решения задач представляется вместе с описанием алгоритма решения и промежуточных расчетов, в случае доказательства утверждения, теорем, лемм – в виде связного текста, содержащего развернутое обоснование выводов, последовательное изложение доказательств, используемых аргументов.

Результаты проектной деятельности представляются в форме итогового отчета о выполнении проекта.

В учебном процессе могут использоваться и иные формы самостоятельной работы учащихся.