

DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-6-37-43

К. В. Розов*Новосибирский государственный педагогический университет;**Гимназия № 4, г. Новосибирск, Россия***Б. А. Шрайнер***Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия*

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ТЕХНОЛОГИЯМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА*

Аннотация

В настоящее время технологии искусственного интеллекта являются одними из перспективных и стремительно развивающихся цифровых технологий, оказывающих существенное влияние на экономику страны и многие сферы деятельности человека. Это обуславливает необходимость в информировании населения еще со школы о возможностях технологий искусственного интеллекта и в осуществлении соответствующей профессиональной ориентации школьников для подготовки востребованных специалистов. На уровне общего образования тема искусственного интеллекта пока представлена слабо, но исследования и разработки учебных материалов в этом направлении активно ведутся. В статье представлены опыт и результаты дистанционного обучения школьников технологиям искусственного интеллекта в асинхронном формате. Приведены описание и элементы содержания авторского учебного курса по искусственному интеллекту, являющегося одним из разделов большого курса «Сквозные цифровые технологии для школьников», размещенного в системе управления обучением Moodle Новосибирского государственного педагогического университета. Выявлены элементы содержания, к которым обучающиеся проявляли наибольший интерес.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках исполнения государственного задания № 073-03-2022-037 от 13.01.2022 г. по проекту «Обучение сквозным технологиям в условиях персонализации образовательных траекторий школьников».

Контактная информация

Розов Константин Владимирович,

ст. преподаватель кафедры информационных систем и цифрового образования, Институт физико-математического, информационного и технологического образования, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия; адрес: 630126, Россия, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, д. 28;

учитель информатики, гимназия № 4, г. Новосибирск, Россия; адрес: 630004, г. Новосибирск, ул. Сибирская, д. 35;

e-mail: konstantin_dubrava@mail.ru

Шрайнер Борис Александрович,

канд. психол. наук, зав. лабораторией «Технологии искусственного интеллекта», доцент кафедры информационных систем и цифрового образования, Институт физико-математического, информационного и технологического образования, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия; адрес: 630126, Россия, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, д. 28; e-mail: boris.shrayner@gmail.com

K. V. Rozov

Novosibirsk State Pedagogical University;

Gymnasium 4, Novosibirsk, Russia

B. A. Shrayner

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

DISTANCE LEARNING OF SCHOOLCHILDREN IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Abstract

Currently, artificial intelligence technologies are one of the promising and rapidly developing digital technologies that have a significant impact on the country's economy and many areas of human activity. This necessitates informing the population from school about the possibilities of artificial intelligence technologies and the implementation of appropriate vocational guidance for schoolchildren to train in-demand specialists. At the level of general education, the theme of artificial intelligence is still poorly represented, but research and development of educational materials in this direction are actively underway. The article presents the experience and results of distance learning of schoolchildren in artificial intelligence technologies in an asynchronous format. The description and elements of the content of the author's training course on artificial intelligence, which is one of the sections of the large course "End-to-end digital technologies for schoolchildren", hosted in the Moodle learning management system of Novosibirsk State Pedagogical University, are given. The elements of the content to which the students showed the greatest interest were identified. The main problems that students encountered when performing practical work are listed. The problems of distance learning of schoolchildren in artificial intelligence technologies, in particular in an asynchronous format, are outlined, and ways to solve them are proposed.

Keywords: artificial intelligence, artificial intelligence technologies, distance learning, e-learning, data analysis, machine learning, computer vision, natural language processing.

Перечислены основные проблемы, с которыми обучающиеся столкнулись при выполнении практических работ. Обозначены проблемы дистанционного обучения школьников технологиям искусственного интеллекта, в частности в асинхронном формате, и предложены пути их решения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, технологии искусственного интеллекта, дистанционное обучение, электронное обучение, анализ данных, машинное обучение, компьютерное зрение, обработка естественного языка.

1. Введение

В последнее время технологии искусственного интеллекта стали все чаще применяться в самых разнообразных сферах жизни человека и общества. На данный момент можно констатировать, что имеется высокая потребность государства и бизнеса в специалистах профессий, связанных с искусственным интеллектом. Так как системы на основе искусственного интеллекта могут использоваться практически в любой сфере жизни человека, то требуется массово информировать людей о принципах, возможностях и ограничениях таких технологий. Соответственно, имеет смысл затрагивать тему искусственного интеллекта при работе со школьниками.

Проблемам обучения школьников элементам искусственного интеллекта посвящены работы О. М. Корчажиной [1], И. В. Левченко, А. Р. Садыковой [4], Н. Н. Самылкиной, А. А. Салаховой [8], Л. Н. Ясницкого, Ф. М. Черепанова [12] и др. Исследователями пермской школы искусственного интеллекта Ф. М. Черепановым и Л. Н. Ясницким в 2011 году был представлен лабораторный практикум элективного курса для учащихся старших классов с применением авторского тренажера для конструирования и обучения искусственных нейронных сетей [2]. Содержащиеся в нем сведения и лабораторно-практические работы по-прежнему актуальны и позволяют закрепить теоретические представления об основах функционирования искусственных нейронных сетей, продемонстрировать задачи, решаемые с помощью них. Н. Н. Самылкина, А. А. Салахова в своих работах представляют учебные материалы для школьников, ориентированные преимущественно на изучение анализа данных с помощью машинного обучения, реализованного с использованием специализированных Python-библиотек и сред разработки, таких как Jupyter Notebook, входящий в состав Anaconda [8, 9]. Коллектив авторов под руководством И. В. Левченко разработал и представил в 2021 году ряд образовательных модулей для общеобразовательного курса информатики, посвященных основам искусственных нейронных сетей, компьютерному зрению, обработке естественного языка, разработке интеллектуальных компьютерных игр [3], учебные пособия и методические рекомендации по обучению искусственному интеллекту в основной школе, в частности в V—VI классах [5]. Однако данные учебные материалы не находятся в публичном доступе.

Знакомство школьников с технологиями искусственного интеллекта также осуществляют ведущие отечественные ИТ-компании совместно с вузами. Примерами крупных проектов являются «AI-ACADEMY Академия искусственного интеллекта для школьников» [13] и «Урок Цифры», предлагающий уроки по темам «Искусственный интеллект в образовании», «Нейросети и коммуникации», «Искусственный интеллект и машинное обучение» [10]. Учебные материалы, представленные на этих ресурсах, находятся в открытом доступе.

Нами были разработаны учебное пособие и практикум, направленные на знакомство школьников и студентов педагогического вуза физико-математических и информационно-технологических профилей подготовки с технологиями искусственного интеллекта, реализующими их современными Python-библиотеками и популярными в этой области инструментами и сервисами [6, 11].

На основе разработанных нами материалов был создан бесплатный дистанционный курс для школьников. Основной целью курса является популяризация тем искусственного интеллекта среди учащихся VII—X классов. Пройдя этот курс, обучающиеся смогут составить представление об основных принципах работы систем искусственного интеллекта, изучив теоретические разделы, а также попробовать свои силы в практических работах, позволяющих самостоятельно разработать свой мини-проект на основе искусственного интеллекта.

2. Содержание обучения школьников технологиям искусственного интеллекта

Наш практический опыт позволил выработать некоторую концепцию обучения школьников технологиям искусственного интеллекта, дающую им, с одной стороны, достаточные теоретические представления о сути современных технологий искусственного интеллекта, а с другой стороны, возможность получить реальный практический опыт, позволяющий в итоге разработать свой проект, основанный на применении искусственного интеллекта для решения конкретной практической задачи.

Ставилась цель познакомить учащихся средней школы с технологиями искусственного интеллекта, причем так, чтобы вне зависимости от их опыта в этом направлении они могли почерпнуть для себя что-то новое и сделать некий шаг вперед. Для новичков это возможность изучить язык программирования Python и среду разработки Jupyter Notebook, для продолжающих — опробовать функционал библиотек анализа и визуализации данных, а для более опытных — попробовать свои силы в машинном обучении, компьютерном зрении и обработке естественного языка, выполняя практические работы. В рамках этих практических работ обучающимся предлагается:

- разработать программы, решающие конкретные прикладные задачи из области применения искусственного интеллекта с использованием пошаговых инструкций;
- выполнить задания для самостоятельной работы по доработке программы;
- ответить на вопросы, требующие проведения экспериментов.

Авторский курс по искусственному интеллекту базируется на системе управления обучением Moodle Новосибирского государственного педагогического университета и размещен на сайте: <https://cifra.nspu.ru/>. Он

является одним из разделов большого курса «Сквозные цифровые технологии для школьников», включающего в себя различные темы из области цифровых технологий, такие как: большие данные, робототехника, беспроводная связь, виртуальная и дополненная реальность, искусственный интеллект, блокчейн, информационная безопасность, цифровая грамотность. Школьники, изу-

чая курс, выбирают наиболее интересные для них темы, проходят квесты и решают задачи тестов.

Курс «Искусственный интеллект» состоит из шести разделов, элементы содержания которых представлены в таблице 1.

Далее подробно рассмотрим содержание всех разделов курса.

Таблица 1

Элементы содержания разделов дистанционного курса «Искусственный интеллект»

№ раздела	Раздел	Элементы содержания раздела
1	Введение	• Сущность понятия «искусственный интеллект». • История искусственного интеллекта. • Разделы и классификация искусственного интеллекта. • Интересные онлайн-ресурсы с искусственным интеллектом
2	Язык программирования Python	• Специфика Python для изучения тем искусственного интеллекта. • Синтаксис Python. • Первая программа на Python в Anaconda. • Задачник по программированию на Python. • Задания по Python
3	Анализ данных	• Введение в анализ данных. • Установка библиотек. • Список библиотек. • Введение в Pandas. • Получение статистических данных в Pandas. • Отбор по условию в Pandas. • Удаление строк и столбцов. • Сортировка в Pandas. • Документация по Pandas. • Библиотека NumPy. • Визуализация данных. • Задачник по анализу данных
4	Машинное обучение	• Введение в машинное обучение. • Обучение с учителем. • Обучение без учителя. • Обучение с подкреплением. • Этапы разработки модели. • Проблема недообучения и переобучения. • Искусственные нейронные сети. • <i>Практическая работа 1</i> «Искусственный нейрон. Классификация». • <i>Практическая работа 2</i> «Кластеризация данных методом k-средних». • <i>Практическая работа 3</i> «Решение задачи регрессии с помощью искусственной нейронной сети»
5	Компьютерное зрение	• Введение в компьютерное зрение. • История компьютерного зрения. • Генеративно-состязательная сеть. • Сверточная нейронная сеть. • Популярные датасеты компьютерного зрения. • Библиотека OpenCV. • <i>Практическая работа 4</i> «Поиск объектов по цвету и контуру». • <i>Практическая работа 5</i> «Распознавание образов на фотографиях и видео с помощью каскадов Хаара». • <i>Практическая работа 6</i> «Обучение искусственной нейронной сети с помощью Google Teachable Machine»
6	Обработка естественного языка	• Введение в обработку естественного языка. • Мешок слов. • TF-IDF метрики. • Косинусное сходство. • <i>Практическая работа 7</i> «Предобработка текста и простая поисковая система». • <i>Практическая работа 8</i> «Распознавание и синтез речи»

Раздел 1. Введение

В разделе рассматриваются базовые теоретические сведения об искусственном интеллекте как отрасли информационных технологий. В конце раздела представлена подборка ссылок на онлайн-сервисы, функционирующие на основе технологий искусственного интеллекта, чтобы обучающиеся могли на практике, на конкретных примерах познакомиться с областями применения искусственного интеллекта, не прибегая к программированию.

Раздел 2. Язык программирования Python

Раздел направлен на знакомство обучающихся с Python как с языком, популярным и эффективным для разработок в области искусственного интеллекта. Рассматриваются среда разработки Jupyter Notebook, входящая в пакет приложений и библиотек для анализа данных и машинного обучения Anaconda, и облачный сервис Google Colab; изучаются основы программирования на языке Python; представлены задачи для формирования базовых навыков программирования на этом языке. Обучающиеся решают задачи и прикрепляют скрипты на Python (файлы с расширением .py) либо ноутбуки (файлы с расширением .ipynb) к заданию для проверки преподавателем. Планируется подключение модуля редактирования, запуска, тестирования и автоматической проверки программного кода.

Раздел 3. Анализ данных

В данном разделе рассматриваются ключевые понятия науки о данных (Data Science) — одной из ключевых областей применения технологий искусственного интеллекта. Прежде чем приступить к выявлению закономерностей в данных средствами машинного обучения, данные необходимо предобработать (привести к единому формату, удалить некорректные или неважные для текущей задачи объекты или их признаки и т. д.). Для повышения эффективности анализа полученных результатов важно научиться визуализировать данные, т. е. представлять их в наглядном виде с помощью графиков и диаграмм. Предобработке и визуализации данных посвящена практическая часть раздела, знакомящая обучающихся с возможностями Python-библиотек Pandas, NumPy, Matplotlib.

Более подробно остановимся на **содержании подраздела «Визуализация данных»**. В нем описываются особенности визуализации данных на Python с помощью библиотеки Matplotlib. Отмечается важность представления данных в визуальном формате, приведены кейсы использования визуализаций для выявления корреляции между признаками, поиска выбросов и выявления на глаз особенностей распределения данных. Приведены примеры кода для визуализации результатов (построение диаграмм и графиков разных типов) с подробным описанием принципов его работы. Предлагается воспользоваться разделом примеров на сайте документации Matplotlib для выбора нужного типа визуализации и ознакомиться с примером кода для ее создания на Python.

Раздел 4. Машинное обучение

В этом разделе рассматриваются понятия «машинное обучение» (Machine Learning, ML) и «модель машинного

обучения»; кратко охарактеризованы виды машинного обучения, этапы разработки модели, а также проблемы, возникающие при обучении. Отдельным элементом содержания раздела являются искусственные нейронные сети, в рамках этого элемента раскрываются понятия «искусственный нейрон», «искусственная нейронная сеть» и «глубокое обучение» (Deep Learning, DL). Даны ссылки на онлайн-сервисы A Neural Network Playground (<https://playground.tensorflow.org/>) и Teachable Machine (<https://teachablemachine.withgoogle.com/>), в которых можно попробовать построить и обучить искусственные нейронные сети.

Практическая часть раздела включает в себя три практические работы, посвященные основным задачам, решаемым с помощью машинного обучения (с учителем/без учителя): классификации, кластеризации, регрессии. Обучающимся предлагается написать программы на языке Python с использованием библиотек NumPy, Scikit-learn, TensorFlow/Keras для решения поставленных задач, провести эксперименты и представить отчет в виде текстового файла, который должен включать в себя листинги программ, изображения, демонстрирующие результаты, и ответы на вопросы.

Более подробно рассмотрим **содержание подраздела «Проблема недообучения и переобучения»**. В нем обсуждаются проблемы недостаточно точной работы модели на тестовой выборке. Для ситуации переобучения, когда модель вместо «понимания» общих принципов решения задачи в данных их «выучила» и из-за этого дает плохой результат, предлагаются различные варианты решения. Рассматриваются варианты, связанные с увеличением количества тренировочных данных, уменьшением степеней свободы модели (например, ограничение глубины у дерева решений), а также в ситуации с обучением нейронной сети в процессе обучения предлагается отключать случайную часть нейронов на каждом шаге обучения — применять метод Dropout.

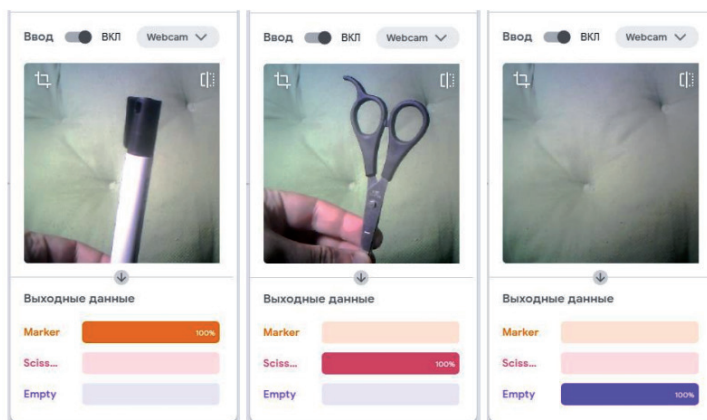
Раздел 5. Компьютерное зрение

Раздел направлен на знакомство обучающихся с основными понятиями компьютерного зрения, сферами его применения и историей.

Уделено внимание популярным датасетам изображений, в частности набору рукописных цифр MNIST, применение которого используется как материал для изучения работы сверточных нейронных сетей в углубленном курсе информатики в школе [7], и библиотеке OpenCV как одной из самых популярных, наиболее востребованных современных библиотек компьютерного зрения.

Практическая часть раздела состоит из трех практических работ, направленных на использование библиотеки OpenCV для решения задач поиска объектов на изображениях по цвету и контуру (количеству углов), обнаружения лиц, глаз, улыбок и автомобильных номеров на фотографиях и в видеороликах (или используя веб-камеру) с помощью методов «классического компьютерного зрения» (без использования искусственных нейронных сетей); создание мини-проекта «Умная корзина» с применением обученной сверточной нейронной сети (модели TensorFlow) с помощью онлайн-сервиса Teachable Machine.

Примеры работы модели:



Нажмем на кнопку **Экспорт модели**, а затем перейдем на вкладку **Tensorflow**, где выберем тип преобразования модели **Keras**. После этого нажмем на **Скачать свою модель**.

Рис. 1. Скриншот инструкции из практической работы с использованием Teachable Machine

Подробно рассмотрим **содержание практической работы 6 «Обучение искусственной нейронной сети с помощью Google Teachable Machine»**. В этой работе предлагается воспользоваться популярным онлайн-сервисом Teachable Machine, который позволяет достаточно просто создать классификатор компьютерного зрения. При этом образцы изображений для каждого класса можно как загрузить с компьютера, так и получить, сделав снимки объекта на веб-камеру в разных ракурсах. Дается подробная пошаговая инструкция по использованию данного сервиса (рис. 1). Результат обучения классификатора (модель TensorFlow) предлагается скачать и воспользоваться моделью в своем проекте на основе компьютерного зрения, применив код на Python

в среде разработки для целей распознавания объектов с видеопотока веб-камеры.

Раздел 6. Обработка естественного языка

В теоретической части раздела рассматривается понятие обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP) как направления искусственного интеллекта, приведены примеры применения систем, основанных на NLP. Особое внимание уделено этапам предобработки текстов: сегментации, токенизации, удалению стоп-слов, лемматизации/стеммингу и др. как универсальным действиям перед преобразованием текстов в наборы чисел (векторы), которые можно будет использовать для алгоритмов искусственного интеллекта.

Выберем в качестве векторизатора TF-IDF.

```
vectorizer = tfidf
```

Аналогично преобразуем корпус текстов из 3-х документов в список из 3-х векторов, где каждый элемент — число, которое показывает, насколько редко соответствующее слово из словаря уникальных слов корпуса встречается в документе.

Пример вывода полученного списка:

```
[ [0. 0. 0. 0. 0.16847523 0.28525335
  0.21694253 0. 0. 0. 0. 0.
  0.28525335 0. 0.28525335 0. 0. 0.
  0. 0. 0.21694253 0.65082758 0. 0.
  0. 0.21694253 0. 0. 0. 0.
  0.28525335 0.28525335 0. 0. 0. 0.
  0. 0. 0. 0. 0. 0.
  0. 0. ]
  [0. 0.24731855 0.24731855 0.24731855 0.14607032 0.
  0. 0. 0.24731855 0. 0.24731855 0.
  0. 0. 0. 0.24731855 0.24731855 0.
  0.24731855 0. 0. 0. 0.24731855 0.24731855
  0. 0. 0. 0.24731855 0. 0.] ]
```

Рис. 2. Скриншот фрагмента практической работы по предобработке текста и созданию простой поисковой системы

Далее рассматриваются непосредственно методы таких преобразований, а также метод определения сходства двух векторов.

Первая практическая работа в данном разделе (практическая работа 7 «Предобработка текста и простая поисковая система») позволяет обучающимся выполнить все описанные этапы преобразования текста на практике с использованием библиотек NLTK, Scikit-learn и Rymorphy2 для создания простой поисковой системы (поиска предложения в заданном тексте, похожего на предложение, введенное с клавиатуры). Вторая практическая работа (практическая работа 8 «Распознавание и синтез речи») посвящена технологиям распознавания и синтеза речи. Обучающимся предлагается создать простого голосового помощника с помощью библиотек SpeechRecognition и Pyttsx3.

Более подробно рассмотрим **практическую работу 7 «Предобработка текста и простая поисковая система»**. В этой практической работе предлагается, применяя библиотеки NLTK, на основе подготовленного текста создать поисковую систему, которая будет отвечать на простые запросы. В процессе выполнения работы обучающиеся проводят все основные манипуляции по предобработке текста, включающие в себя токенизацию, удаление стоп-слов, лемматизацию, два варианта векторизации текста («Мешок слов» и «TF-IDF») и получение результата на основе косинусного сходства (рис. 2). Далее предлагается продолжить разработку подобной системы, добавив русскоязычный корпус текста и сделав циклический ввод — от получения ответа на запрос до ввода стоп-слова.

В конце курса школьники проходят **тестирование**, где проверяются их знания по искусственному интеллекту. В случае успешного прохождения курса обучающимся выдается сертификат.

3. Опыт и результаты обучения школьников

Всего на курс записались (создали учетные записи на образовательной платформе) 252 школьника (учащиеся VII—X классов), итоговый тест завершили 196 человек, на положительную оценку — 63 человека. Обучающиеся приглашались на курс путем рассылки приглашений в образовательные организации общего образования г. Новосибирска и Новосибирской области.

В процессе обучения, которое длилось с 1 октября по 15 декабря 2021 года, школьники самостоятельно обучались на платформе курса, проходя через все его разделы, изучая теоретический материал и выполняя практические работы. В конце обучения по курсу предлагалось пройти тестирование и дать обратную связь через форму, содержащую вопросы о процессе прохождения курса, интересности отдельных разделов, а также о сложности, с которыми пришлось столкнуться обучающимся в процессе прохождения курса. По итогам тестирования (при наличии 50 % правильных ответов и более) выдавались электронные сертификаты о прохождении курса. Консультации преподавателей не проводились, учебные группы не организовывались, также не было и чата поддержки. Таким образом, *курс был полностью асинхронным*.

Статистика посещаемости по разделам представлена в таблице 2. Значения получены путем анализа стати-

стических данных образовательной платформы курса, построенного на базе LMS Moodle.

Таблица 2

Посещаемость основных разделов курса

№ п/п	Раздел	Завершили раздел, % от всех обучающихся на курсе
1	Введение	69,05
2	Язык программирования Python	64,29
3	Анализ данных	59,52
4	Машинное обучение	59,52
5	Компьютерное зрение	59,52
6	Обработка естественного языка	57,14

Видно, что обучающиеся в большинстве (57—69 %) посетили все разделы курса, ознакомились с их содержанием.

После завершения обучения с помощью формы обратной связи, позволяющей «проголосовать» за под-разделы (из общего списка), которые обучающимся были наиболее интересны, было определено, какие направления искусственного интеллекта и **практические работы в рамках каждой из тем** (которые были представлены выше в содержании обучения) **вызвали у обучающихся наибольший интерес** (в списке ниже расположены сверху вниз от наиболее интересным к наименее интересным):

1. Компьютерное зрение.
 - 1.1. Практическая работа 5 «Распознавание образов на фотографиях и видео с помощью каскадов Хаара».
 - 1.2. Практическая работа 6 «Обучение искусственной нейронной сети с помощью Google Teachable Machine».
 - 1.3. Практическая работа 4 «Поиск объектов по цвету и контуру».
2. Обработка естественного языка.
 - 2.1. Практическая работа 8 «Распознавание и синтез речи».
 - 2.2. Практическая работа 7 «Предобработка текста и простая поисковая система».
3. Машинное обучение.
 - 3.1. Практическая работа 2 «Кластеризация данных методом k-средних».
 - 3.2. Практическая работа 1 «Искусственный нейрон. Классификация».
 - 3.3. Практическая работа 3 «Решение задачи регрессии с помощью искусственной нейронной сети».

Обучающиеся выбирали, прежде всего, такие практические работы, в которых осуществлялась работа с изображениями и звуком, а не с числами и символами.

Основная сложность, с которой обучающиеся столкнулись при переходе к практике, заключалась в установке необходимых библиотек, несмотря на наличие в курсе подробной инструкции. Здесь можно отметить такие **основные проблемы**:

- не учитывались особенности конфигурации компьютера и установленной операционной системы, права доступа у отдельно взятого пользователя;
- невнимательность обучающихся при написании путей к директории с установленным Python или скачанным на компьютер библиотекам в формате .whl;
- попытки использования Python Shell вместо командной строки операционной системы для установки библиотек через менеджер pip.

При выполнении практических работ основной проблемой, указанной обучающимися, являлся недостаток опыта программирования на языке Python.

По результатам проведения курса можно выделить следующие **недостатки асинхронного формата**:

- потеря интереса и мотивации к изучению темы;
- отсутствие поддержки наставника;
- отсутствие персонализации — все получают один и тот же образовательный контент;
- сложность оценки качества обучения — на основе ответов на тестовые задания, прикрепленных файлов с кодом и отчетов о выполнении практических работ невозможно оценить реальные знания конкретного обучающегося и его практические навыки.

Для компенсации этих недостатков целесообразно:

- проводить консультации в дистанционном формате;
- оказывать поддержку в чате курса в мессенджере;
- организовывать дистанционные устные защиты практических работ.

4. Заключение

Можно констатировать, что обучение школьников технологиям искусственного интеллекта возможно в дистанционном формате при реализации массового онлайн-курса. Однако для повышения результативности обучения, на наш взгляд, оно должно осуществляться *при интеграции синхронного и асинхронного форматов*.

В рамках синхронного формата обучения в учебный курс могут быть включены вебинары по установке необходимого программного обеспечения и введению в программирование на языке Python, онлайн-конференции по защите практических работ или защите итоговых проектов (при небольшом числе участников; разделении обучающихся на группы/потоки; достаточном количестве преподавателей).

Организовывать освоение основного материала по искусственному интеллекту целесообразно *в асинхронном формате*, который позволит учитывать индивидуальный темп каждого обучающегося по изучению достаточно сложных компьютерных технологий.

Список источников

1. Корчажкина О. М. Искусственный интеллект в программе средней школы: чему учить? // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2019. № 4. С. 29–42. DOI: 10.25688/2072-9014.2019.50.4.04. EDN: VHWAQW.
2. Лабораторный практикум по ИИ. Приложение к учебно-методическому комплексу. <https://www.lbai.ru/>
3. Левченко И. В., Меренкова П. А. Формирование содержательных модулей для обучения искусственному интеллекту в основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2021. Т. 18. № 3. С. 227–237. DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-3-227-237. EDN: UOMFOA.
4. Левченко И. В., Садыкова А. Р. Системно-деятельностный подход к обучению искусственному интеллекту в основной школе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2021. Т. 18. № 2. С. 162–171. DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-2-162-171. EDN: QRADUP.
5. Левченко И. В., Садыкова А. Р., Абушкин Д. Б., Карташова Л. И., Кондратова В. А., Меренкова П. А. Методические рекомендации по обучению искусственному интеллекту в основной школе: учебно-методическое пособие. М.: Образование и Информатика, 2021. 48 с. EDN: MMKTJL.
6. Розов К. В. Технологии искусственного интеллекта на языке Python 3. 2-е изд., доп. и перераб. Новосибирск: Новосибирский государственный педагогический университет, 2021. 211 с.
7. Самылкина Н. Н., Калинин И. А. Изучение работы нейронной сети на примере распознавания рукописных цифр с использованием языка программирования Python 3.8 в углубленном курсе информатики // Информатика в школе. 2021. № 10. С. 21–29. DOI: 10.32517/2221-1993-2021-20-10-19-27. EDN: WYTCYS.
8. Самылкина Н. Н., Салахова А. А. Обучение основам искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики на уровне среднего общего образования: монография. М.: МПГУ, 2022. 242 с. DOI: 10.31862/9785426310643. EDN: BACMCW.
9. Самылкина Н. Н., Салахова А. А. Основы искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики на уровне среднего общего образования // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы. Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2022. С. 225–233. EDN: WFUYRC.
10. Урок Цифры — всероссийский образовательный проект в сфере информационных технологий. <https://урокцифры.рф>
11. Шрайнер Б. А., Розов К. В. Введение в искусственный интеллект. Новосибирск: Новосибирский государственный педагогический университет, 2021. 101 с.
12. Ясницкий Л. Н., Черепанов Ф. М. Возможности преподавания курса «Искусственный интеллект» в школе // Информатика в школе: прошлое, настоящее и будущее. Материалы Всероссийской научно-методической конференции по вопросам применения ИКТ в образовании. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2014. С. 271–273. EDN: SEGORP.
13. AI-ACADEMY Академия искусственного интеллекта для школьников. <https://ai-academy.ru/>