



DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-2-49-57

Е. В. Карманова, П. И. Медведева*Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия*

ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ СТАРШИХ КЛАССОВ К РЕШЕНИЮ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ДАННЫХ

Аннотация

Статья посвящена вопросам подготовки школьников старших классов к олимпиадам по основам искусственного интеллекта. Представлен анализ существующих российских и зарубежных олимпиад по искусственному интеллекту для школьников. Описаны основные технологии искусственного интеллекта. Определено место интеллектуального анализа данных как одного из базовых разделов науки о данных и важного фундаментального навыка для реализации задач в сфере искусственного интеллекта. Выделены особенности реализации подобных олимпиад, определены трудности, с которыми могут столкнуться участники при выполнении олимпиадных заданий. В качестве решения проблемы эффективной подготовки школьников к участию в олимпиадах по искусственному интеллекту предложено создание образовательных модулей.

Описаны структура и содержание образовательного модуля для подготовки школьников старших классов к олимпиаде «Путь к успеху» (секция «Основы искусственного интеллекта»), проводимой на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. Представлен разбор творческого задания для подготовки к заключительному туру олимпиады. Задание связано с применением методов интеллектуального анализа данных, в ходе его выполнения школьники исследовали набор данных — комментарии интернет-пользователей об иностранном сериале на предмет определения их отношения к главным героям сериала, выявления стран, где сериал оказался самым популярным и обсуждаемым.

Результаты отборочного тура олимпиады показали следующее: школьники, прошедшие обучение в рамках образовательного модуля, смогли пройти в финал олимпиады, остальные школьники не смогли преодолеть пороговое значение отборочного тестирования. В статье отмечено, что подготовка к современным олимпиадам по любым предметным областям является важным

Контактная информация

Карманова Екатерина Владимировна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры бизнес-информатики и информационных технологий, Институт энергетики и автоматизированных систем, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия; *адрес:* 455000, Россия, г. Магнитогорск, пр-т Ленина, д. 38; *e-mail:* ev.karmanova@magtu.ru

Медведева Полина Игоревна, студентка 5-го курса кафедры бизнес-информатики и информационных технологий, Институт энергетики и автоматизированных систем, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия; *адрес:* 455000, Россия, г. Магнитогорск, пр-т Ленина, д. 38; *e-mail:* aireekie@mail.ru

E. V. Karmanova, P. I. Medvedeva

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

PREPARATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS FOR SOLVING TASKS OF THE DATA MINING OLYMPIADS

Abstract

The article describes the preparation of high school students for the Olympiads on the basics of artificial intelligence. An analysis of existing Russian and foreign competitions in artificial intelligence for schoolchildren is presented. The main technologies of artificial intelligence are described. The place of data mining is determined as one of the basic sections of data science and an important fundamental skill for the implementation of tasks in the field of artificial intelligence. The features of the implementation of such Olympiads are highlighted, the difficulties that participants may encounter when performing Olympiad tasks are identified. As a solution to the problem, it is proposed to create educational modules for preparing for Olympiads in artificial intelligence.

The structure and content of the educational module for preparing high school students for the Olympiad "The Way to Success" (section "Fundamentals of Artificial Intelligence"), held on the basis of Nosov Magnitogorsk State Technical University. An analysis of the creative task for preparing for the final round of the Olympiad is presented. The task is associated with the use of data mining methods, in the course of its implementation, the students examined a data set — comments of Internet users about a foreign series in order to determine their attitude towards the main characters of the series, to identify countries where the series turned out to be the most popular and discussed.

The results of the qualifying round of the Olympiad showed the following: the schoolchildren who completed the training within the framework of the educational module were able to get into the final of the Olympiad, the rest of the schoolchildren could not overcome the threshold value of the qualifying testing. The article notes that preparation for modern Olympiads in any subject area is an important factor for passing to the final. However, teachers of informatics and mathematics are not yet ready to help schoolchildren solve Olympiad problems in artificial intelligence, it is important that such educational tracks are provided for the participants by the organizers of the Olympiads.

Keywords: preparation for Olympiad, artificial intelligence, data mining, schoolchildren, educational modules.

фактором для прохождения в финал. Однако учителя информатики и математики еще не готовы помогать школьникам решать олимпиадные задачи по искусственному интеллекту, поэтому важно, чтобы подобные образовательные треки предоставляли для участников организаторы олимпиад.

Ключевые слова: подготовка к олимпиаде, искусственный интеллект, интеллектуальный анализ данных, школьники, образовательные модули.

1. Введение

Предметная олимпиада — устоявшаяся форма интеллектуальных состязаний школьников в конкретной области науки. Это хорошая возможность как для учащихся показать свои теоретические знания и практические умения, так и для организаторов выявить одаренных детей и привлечь их к дальнейшему изучению дисциплины. При решении олимпиадных задач школьники демонстрируют и развивают аналитическое и системное мышление, творческие способности [1, 4]. Несмотря на то что олимпиады — это далеко не инновационная форма мероприятий, с появлением новых технологий и ростом интереса к ним тематика олимпиад постоянно расширяется.

В настоящее время одной из актуальных и быстро развивающихся областей информатики является **искусственный интеллект (ИИ)**. Спрос на технологии искусственного интеллекта растет, что влечет за собой потребность в соответствующих квалифицированных кадрах. В связи с этим в настоящее время остро встал вопрос более качественного предпрофессионального обучения в области искусственного интеллекта [2]. Планируются изменения в программах среднего образования по информатике и математике, разрабатываются новые профили по искусственному интеллекту в программах высшего образования и уже осуществляется набор на эти профили [10]. Для привлечения талантливой молодежи, для демонстрации возможностей интеллектуальных технологий и анализа данных ведущие вузы, а также крупные ИТ-компании проводят олимпиады по искусственному интеллекту [17]. Особенностью данных олимпиад является новизна для школьников не только инструментов для выполнения заданий, но и самих технологий, методов решения задач, связанных с искусственным интеллектом.

Технологии искусственного интеллекта включают такие технологии, как: интеллектуальный анализ данных, алгоритмы поиска, методы извлечения, представления и обработки знаний, обработка естественного языка, эволюционные алгоритмы, нейросетевые модели и др. [15]. И если создание поисковых алгоритмов и экспертных систем, обработка естественного языка, эволюционные алгоритмы — это сложные области искусственного интеллекта, требующие большого объема теоретических знаний и практических умений, то применение методов интеллектуального анализа данных — это фундаментальный навык для вхождения в область искусственного интеллекта [12, 16].

Интеллектуальный анализ данных включает в себя:

- постановку задачи;
- подготовку данных;
- непосредственно изучение данных;
- построение, исследование и проверку моделей решения поставленной задачи;
- визуализацию.

2. Интеллектуальный анализ данных как метапредметный навык

Интеллектуальный анализ данных (data mining) — это анализ данных и поиск в них скрытых закономерностей, что помогает в принятии решений относительно поставленной задачи. Результатом обобщения накопленных сведений и информации являются знания [18]. Существует и такое общепринятое определение: интеллектуальный анализ данных — это получение неявной, новой и потенциально полезной информации из данных [9].

Процесс анализа данных проходит практически через все изучаемые школьные дисциплины и охватывает большое количество методов из разных областей науки. Для данного процесса необходимо применять такие методы научного познания, как анализ, синтез, индукция, сравнение, абстрагирование и др. Этапы интеллектуального анализа данных представлены на рисунке 1.

Интеллектуальный анализ данных подразумевает **межпредметные связи**, позволяющие продемонстрировать прикладной характер учебных предметов, **таких предметных областей, как:**

- Информатика:
 - Основы логики.
 - Виды алгоритмов.
 - Структуры данных.
 - Высокоуровневый язык программирования (например, Python).
- Математика, прикладная математика:
 - Теория множеств.
 - Алгебра логики.
 - Линейная алгебра.
 - Основы теории вероятности, статистика.
 - Численные методы.
- Области применения задач интеллектуального анализа:
 - Экономика (например, анализ экономических показателей — влияние спроса и предложения на ценообразование).
 - Литература (например, задачи NLP (от *англ.* natural language processing — обработка естественного языка).
 - Обществознание (например, анализ социальных явлений) и др.

В результате решения задач интеллектуального анализа данных у школьников **формируются понимание прикладного значения изучаемых учебных дисциплин, а также следующие метаумения [7]:**

- навыки обработки информации (анализ, синтез, интерпретация, оценка, аргументирование);
- критическое мышление;
- творческое мышление;
- навыки постановки вопроса, формулирования гипотез, определения цели, планирования, контроля, анализа результатов своей деятельности.

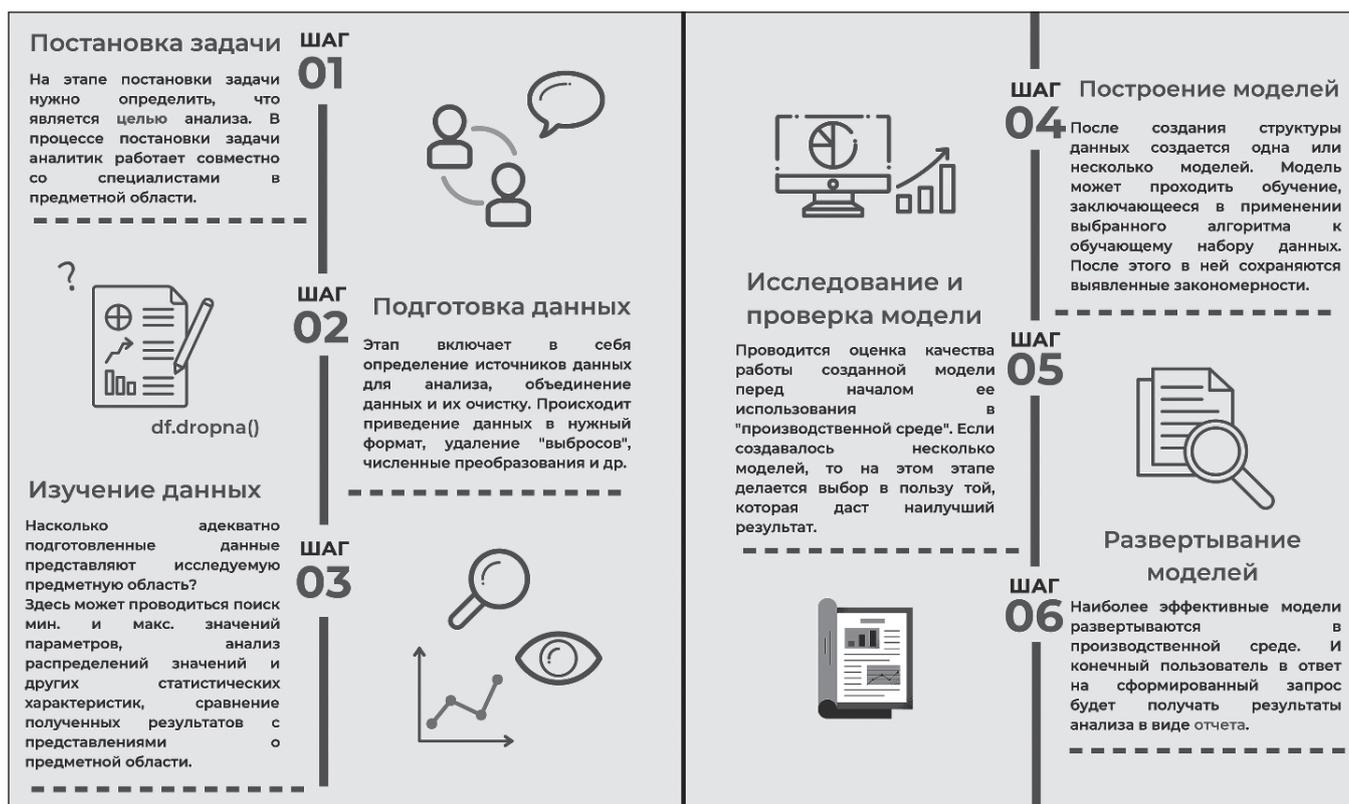


Рис. 1. Этапы интеллектуального анализа данных

3. Подходы к подготовке школьников к олимпиадам по основам искусственного интеллекта

В России, в отличие от других стран (например, в школах Китая с 2019 года введены уроки по обучению искусственному интеллекту [8]), изучение интеллектуальных технологий пока не является частью учебного процесса в школе. Поэтому основная проблема современного российского олимпиадного движения в данной области — это отсутствие школьников, подготовленных к участию в таких мероприятиях.

Стоит отметить, что соответствующая подготовка — это проблема и для учителей информатики и математики, которым, в свою очередь, необходимо повышать уровень своих компетенций в области преподавания основ искусственного интеллекта [6]. Сегодня уже реализуются программы повышения квалификации учителей в данном направлении, например, в рамках программы Intel «Skills for Innovation» («Навыки для инноваций») осуществляется подготовка педагогов к применению знаний в области искусственного интеллекта [13]. Однако данная работа только начинает проводиться, в то время как современная школа уже столкнулась с проблемой преподавания востребованной инновационной технологии, в том числе с отсутствием соответствующим образом подготовленных педагогических кадров. В то же время на сегодняшний день существует целый ряд олимпиад, связанных с искусственным интеллектом, где современные школьники могли бы продемонстрировать свои таланты.

Решением указанной проблемы может стать *разработка образовательных курсов для подготовки школь-*

ников к олимпиадам по искусственному интеллекту непосредственно организаторами таких олимпиад. Необходимость в организации качественной подготовки школьников к участию в олимпиадном движении подчеркивается в работах разных авторов (см., например, [5, 11, 14]). А Л. Д. Азиева в своей статье [3] указывает на необходимость установления обязательных связей между школой и вузами при организации олимпиадного движения.

На сегодняшний день существует несколько крупных олимпиад для школьников по основам искусственного интеллекта, большинство из которых предоставляют образовательные курсы для подготовки к участию в них. Описание данных олимпиад представлено в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, подготовительные курсы существуют не у каждой олимпиады, в основном такие курсы создают для крупнейших олимпиад с высоким уровнем сложности заданий, подготовка к которым должна осуществляться не менее полугода.

4. Структура и содержание образовательного модуля для подготовки к олимпиаде «Путь к успеху», секция «Основы искусственного интеллекта»

Существующие олимпиады по основам искусственного интеллекта сконцентрированы на высокоуровневом программировании, и только в одном подготовительном курсе (табл. 1, п. 3) уделено внимание анализу данных, несмотря на важность реализации данного этапа в лю-

Олимпиады для школьников по искусственному интеллекту

№ п/п	Олимпиада	Организаторы	Количество этапов олимпиады
1	Олимпиада Innopolis Open — IOAI	Университет Иннополис, Русская школа программирования, Центр развития социальной рекламы и социальных коммуникаций «Социальный медиатор», Фонд президентских грантов	Три этапа: два отборочных этапа и финал. В каждом этапе по 3–4 задания
2	Всероссийская олимпиада школьников по искусственному интеллекту «AI.on()»	ООО «Брейн Девелопмент», Ассоциация «Нейрообразование» и др.	Два этапа
3	Олимпиада Кружкового движения Национальной технологической инициативы и Академии искусственного интеллекта для школьников (совместный профиль)	Благотворительный фонд Сбербанка «Вклад в будущее»	Три этапа: 1) предметные туры по математике и информатике; 2) создание модели машинного обучения; 3) индивидуальные предметные туры по математике и информатике, а также решение профильной задачи в командах из двух человек
4	Международный конкурс по искусственному интеллекту для детей	ПАО «Сбербанк», Ассоциация «Альянс в сфере искусственного интеллекта»	Три этапа: 1) квалификационный; 2) командный; 3) финал
5	Всероссийская олимпиада по искусственному интеллекту для обучающихся общеобразовательных организаций	Министерство просвещения Российской Федерации	Три этапа: 1) отборочный; 2) основной; 3) заключительный
6	Всероссийская междисциплинарная олимпиада «Национальная технологическая олимпиада», профиль «Искусственный интеллект»	Московский политехнический университет, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, благотворительный фонд Сбербанка «Вклад в будущее» и др.	Три этапа: 1) отборочный; 2) основной; 3) финал
7	World Artificial Intelligence Competition for Youth (WAICY)()	Организации из более 30 стран	Один этап — создание программы-робота, программы — художественной работы (с концепцией применения ИИ)
8	Signate (Japan)	Министерство экономики, торговли и промышленности Японии и Японская правительственная организация NEDO	Один этап, состоящий из создания участниками своей модели с применением ИИ, решающей олимпиадную задачу

Таблица 1

Наличие подготовительного курса к олимпиаде	Содержание подготовительного курса
Да, доступен только после регистрации (https://ioai.innopolis.ru/)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое искусственный интеллект. 2. Решение задач поиском. 3. Эвристика как алгоритм ИИ. 4. Алгоритмы локального поиска и проблем оптимизации. 5. Генетические алгоритмы. 6. Решение задач с помощью логики. 7. Решение задач на примерах (обучение). 8. Регрессия и классификация
Нет	—
Да (https://ml.ai-academy.ru/)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение. 2. Основы Python. 3. Анализ данных. 4. Машинное обучение. 5. Проект. 6. Заключение.
Нет, но доступны бесплатные лекции и вебинары (после регистрации на https://aiijc.com/ru/)	Лекции по основам Python, основам машинного обучения и др.
Нет, только вебинары (https://olimp.edsoo.ru/)	Вебинары по разбору типовых заданий, заданий заключительного тура
Да, их несколько: курс от Академии искусственного интеллекта для школьников (https://ai-academy.ru/), курс НТО на Stepik (https://stepik.org/course/1233/promo)	<p>Курс на Stepik «Введение в обработку естественного языка»:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Введение. 2. Морфология. 3. Обработка языка в задачах информационного поиска. 4. Автоматическое реферирование. 5. Синтаксис. 6. Анализ тональности. 7. Извлечение информации. 8. Вопросно-ответный поиск. 9. Лексическая семантика. 10. Машинный перевод
Да (https://edu.readyai.org/courses/aime/)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение в ИИ. 2. Восприятие ИИ. 3. Представление и рассуждение. 4. Машинное обучение. 5. Взаимодействие человека и ИИ. 6. Влияние на общество. 7. Примечания
Да (https://quest.signate.jp/courses)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение в ИИ. 2. Работа с Python (кейс-задание: улучшение экологических характеристик автомобиля). Введение в глубокое обучение. 3. Классификация изображений с помощью глубокого обучения. 4. PyTorch Додзё (два кейс-задания: предсказание цены акций и выявление дефектов литейных изделий)

бых задачах, связанных с разработкой интеллектуальных приложений.

Как уже было указано ранее, интеллектуальный анализ данных — это фундаментальный навык для вхождения в область искусственного интеллекта. Поэтому при проектировании заданий секции «Основы искусственного интеллекта» олимпиады для школьников «Путь к успеху», проводимой на базе Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова, в качестве тематики заданий по основам искусственного интеллекта нами был взят интеллектуальный анализ данных. Для подготовки школьников к участию в данной секции был создан **образовательный модуль**, состоящий из двух разделов: подготовка к отборочному туру олимпиады и подготовка к заключительному туру олимпиады (рис. 2).

В разделе для подготовки к отборочному туру:

- размещен теоретический материал по основным понятиям технологии искусственного интеллекта;
- описаны этапы, методы, инструменты интеллектуального анализа данных;
- рассмотрены задачи машинного и глубокого обучения.

На рисунке 3 представлен пример раздела с теоретическим материалом образовательного модуля. Для наглядности и повышения качества усвоения школьниками материала большинство разделов оформлены с использованием средств инфографики.

Также в данном разделе размещен демонстрационный тест, позволяющий проверить уровень освоения предложенного материала, готовность школьников к тестированию в отборочном туре.

В разделе для подготовки к заключительному туру представлен разбор творческого задания, анало-

Подготовка к отборочному туру

1. Сущность технологий ИИ
2. Этапы проведения интеллектуального анализа
3. Задачи машинного обучения
4. Искусственные нейронные сети
5. Инструменты для работы с данными и кодом

Демотест

Желаем удачи в отборочном туре!

Пройти тест отборочного тура

Подготовка к заключительному туру

Здесь мы подготовили разбор задания, аналогичного творческому заданию заключительного тура. Рекомендуем вам создать свой собственный Jupyter Notebook и последовательно отработать все этапы задания. Так у вас будет больше понимания в интеллектуальном анализе, в частности, визуализации данных, и, кроме того, вы сможете запомнить часто используемые команды Python.

Разбор задания для заключительного тура

Рис. 2. Образовательный модуль

гичного (в части использования методов и инструментов интеллектуального анализа данных) финальному заданию олимпиады.

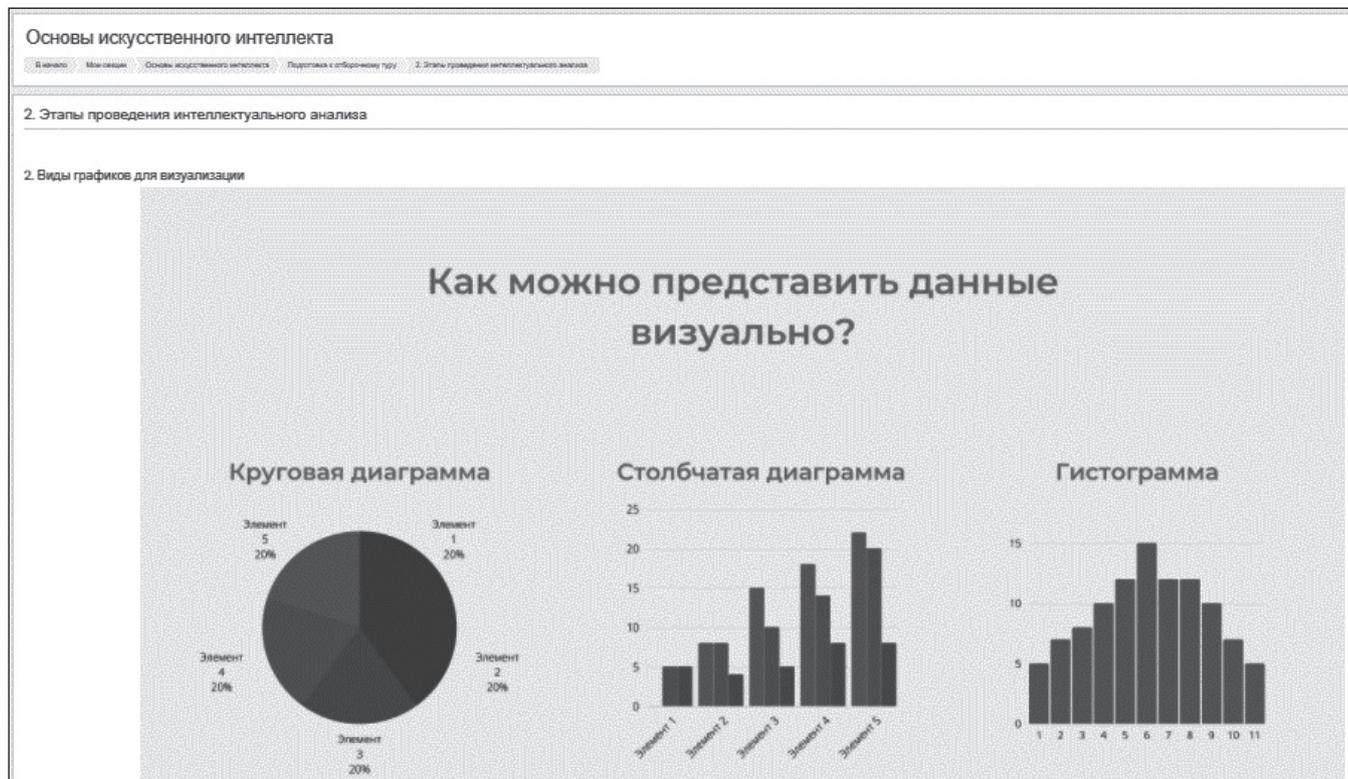


Рис. 3. Пример представления теоретического материала в образовательном модуле

В качестве исходных данных школьникам предложен уже подготовленный, очищенный датасет (набор данных), представляющий собой комментарии пользователей разных стран о сериале «Squid Game» в социальной сети Twitter.

Цели исследования — анализ восприятия интернет-пользователями данного сериала. Необходимо было узнать:

- кто из комментаторов сериала самый активный;
- каково географическое местоположение авторов комментариев;
- кто из персонажей данного сериала оказался наиболее обсуждаемым;
- существуют ли среди представленных твитов «ретвитнутые».

В качестве сервиса для проведения исследования был предложен Google Colaboratory, в качестве языка программирования — Python.

При выполнении задания описаны возможности следующих библиотек для обработки и визуализации данных:

- Pandas (обработка, манипуляция и анализ данных);
- csv (работа с файлами с расширением «.csv»);
- multiprocessing (реализация локального либо удаленного параллелизма при обработке данных);
- folium (построение географических карт);
- геору (получение названия страны по координатам местности).

Также рассмотрены возможности онлайн-сервиса flourish для интерактивной визуализации данных.

Школьникам предложены полный разбор задания и ссылка на готовый проект в Jupiter Notebook, размещенный в сервисе Google Colaboratory (<https://colab.research.google.com/github/aodC2>).

Пример выполнения задания в Jupiter Notebook представлен на рисунке 4.

В ходе исследования были получены интересные данные по восприятию героев сериала пользователями. Также учащиеся смогли узнать, в каких странах данный сериал оказался самым популярным и обсуждаемым.

Выполнение данного задания позволило не только познакомить школьников с инструментами и методами интеллектуального анализа данных, но и продемонстрировать его возможности при решении социально значимых проблем.

5. Результаты исследования

Отборочный тур олимпиады по основам искусственного интеллекта «Путь к успеху» для школьников проводился с 1 декабря 2021 года по 1 февраля 2022 года в виде онлайн-тестирования. На олимпиаду зарегистрировались 108 человек, из них завершили отборочное тестирование 65. География участников: Магнитогорск, Смоленск, Рыбинск, Костанай.

Результаты отборочного тестирования представлены на рисунке 5. На диаграмме представлено распределение участников, близкое к нормальному распределению, что говорит об удачно построенном отборочном тесте: он позволил выявить школьников с очень низкими и очень высокими знаниями в области искусственного

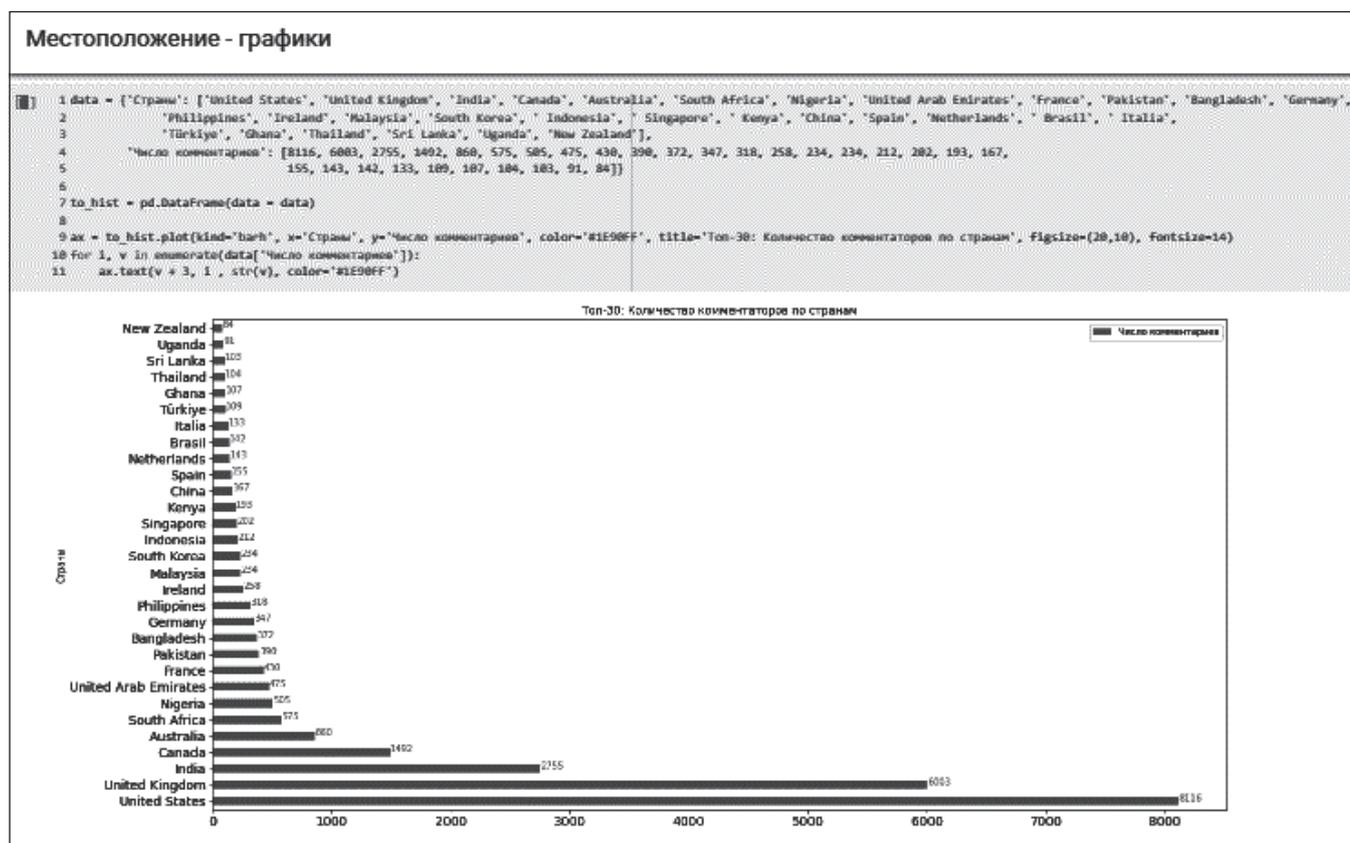


Рис. 4. Вид решения одной из задач творческого задания для подготовки к финальному туру олимпиады

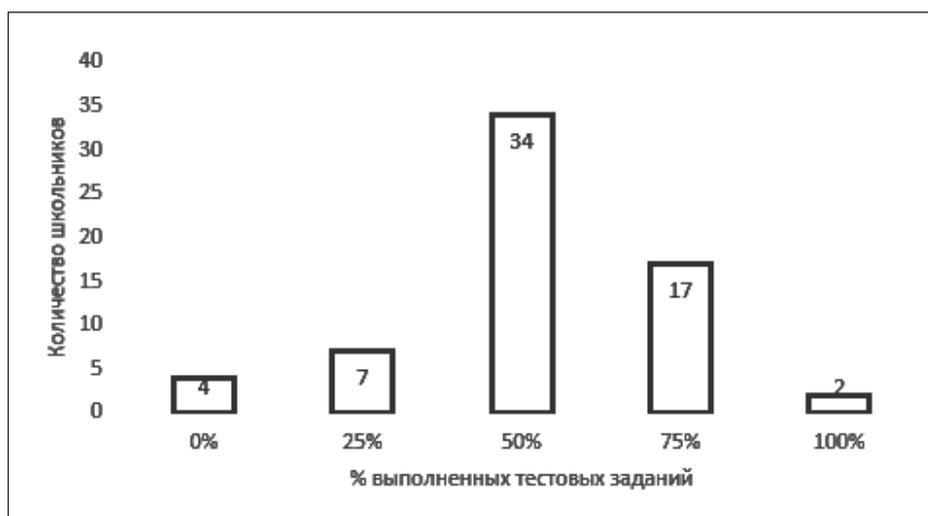


Рис. 5. Результаты отборочного тестирования

интеллекта; также большая часть школьников находится в центре распределения.

Далее нами был проведен анализ журнала логов платформы «Путь к успеху» образовательного модуля, где для школьников был размещен теоретический материал и демонстрационный тест для подготовки к отборочному тестированию. Статистика обращений представлена в таблице 2.

Результаты анализа показали, что школьники, которые обращались к данному модулю, смогли выполнить задания отборочного тура более чем на 50 %; только один человек не использовал материалы модуля и смог получить оценку выше 75 % за отборочный тест; все остальные находились во втором квартиле (до 50 %) по результатам тестирования.

Также результаты анализа продемонстрировали следующее:

- для школьников старших классов технологии искусственного интеллекта — это незнакомая и сложная тема;
- без соответствующей дополнительной подготовки современный школьник не сможет пройти отборочные туры олимпиад данной тематики;
- несмотря на возможность качественнее подготовиться к выполнению отборочного тести-

рования за счет прохождения образовательного модуля, только 15 % от всех зарегистрированных на олимпиаду школьников воспользовались этой возможностью — это означает, что многие не заинтересованы в победе и, скорее всего, зарегистрировались по указанию учителя.

6. Заключение

Необходимость развития технологий искусственного интеллекта в России заявлена на законодательном уровне в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и федерального проекта «Искусственный интеллект». С целью привлечения талантливой молодежи, ее знакомства с возможностями интеллектуальных технологий вузы и крупные ИТ-компании проводят олимпиады по искусственному интеллекту. Однако задания в данных олимпиадах имеют высокий уровень сложности для школьников, которые в большинстве случаев слышали об искусственном интеллекте только из средств массовой информации, им неизвестны ни инструменты для выполнения заданий, ни используемые методы решения задач. В связи с этим в программы школьного образования планируется включать изучение интеллектуальных технологий. Но на сегодняшний день организаторы олимпиад сталкиваются с проблемой неготовности школьников и учителей к участию в таких мероприятиях. В качестве решения проблемы разрабатываются образовательные модули, курсы для подготовки школьников к олимпиадам по основам искусственного интеллекта, которые позволяют не только познакомить с данной технологией, обучить методам и инструментам интеллектуального анализа данных, но и выявить уже на этапе подготовки уровень мотивированности и интереса школьников к изучению данной области информатики.

Список источников

1. Авдеюк О. А., Дружинина Л. В., Лемешкина И. Г. Проблемы и методы их решения при подготовке школьников к участию в олимпиадах по информатике // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 4. С. 60–64.

Таблица 2

Количество человек, изучавших подготовительный модуль

Раздел	Кол-во человек, изучивших раздел
1. Сущность технологий ИИ	26
2. Этапы проведения интеллектуального анализа	19
3. Задачи машинного обучения	18
4. Искусственные нейронные сети	17
5. Инструменты для работы с данными и кодом	16

2. *Авершина М. В.* Искусственный интеллект в современном образовании // Академическая публицистика. 2021. № 5. С. 483–488.
3. *Азиева Л. Д.* Методика подготовки школьников к олимпиаде по информатике // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 3 (70). С. 315–316.
4. *Аллаяров З. А.* Подготовка школьников к участию в олимпиадах, конкурсах в образовательной организации // Педагогический журнал Башкортостана. 2018. № 4 (77). С. 48–55.
5. *Беляев С. Н., Лалетин Н. В.* Подготовка школьников к олимпиадам по информатике с использованием веб-сайта // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. 2010. № 3. С. 18–22.
6. *Босова Л. Л., Самылкина Н. Н.* Современная информатика: от робототехники до искусственного интеллекта // Информатика в школе. 2018. № 8 (141). С. 2–5.
7. *Братчиков И. Л., Сазонова Н. В.* Об использовании задач двойного назначения в олимпиадах по информатике // Компьютерные инструменты в образовании. 2011. № 6. С. 26–32.
8. В КНР появился первый школьный учебник по основам искусственного интеллекта // РИА Новости. 28.04.2018. <https://ria.ru/20180428/1519657500.html>
9. *Зеленков Ю. А., Анисичкина Е. А.* Динамика исследований в области интеллектуального анализа данных: тематический анализ публикаций за 20 лет // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 1. С. 30–46. DOI: 10.17323/2587-814X.2021.1.30.46
10. *Карманова Е. В.* Основные положения разработки программы бакалавриата по бизнес-информатике с профилем технологии искусственного интеллекта в бизнесе // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 78-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, 2020. С. 541.
11. *Карманова Е. В., Масленникова О. Е.* Обзор информационных ресурсов для обучения решению олимпиадных задач по информатике // Педагогика, психология, общество: от теории к практике. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2021. С. 178–179.
12. *Масленникова О. Е., Гаврилова И. В.* Основы искусственного интеллекта: учебное пособие. 3-е изд. М.: ФЛИНТА, 2019. 282 с.
13. Программа Intel «Skills for Innovation» // Мобильное электронное образование. <https://ai.mob-edu.ru/navyki-dlya-innovatsiy>
14. *Ривкин Е. Ю.* Всероссийская олимпиада школьников: проблемы и возможности // Образовательная политика. 2015. № 4 (70). С. 89–94. 01.2022.
15. *Садькова А. Р., Левченко И. В.* Искусственный интеллект как компонент инновационного содержания общего образования: анализ мирового опыта и отечественные перспективы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2020. Т. 17. № 3. С. 201–209. DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209
16. *Смирнова Л. В.* Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении теории нечетких множеств // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2017. Т. 2. С. 16–18.
17. *Amaroli N., Audrito G., Laura L.* Fostering informatics education through teams Olympiad // 30th International Olympiad in Informatics, IOI 2018. 2018. Vol. 12. P. 133–146.
18. *Mikheyenkova M. A.* On the approach to intelligent data analysis in the social sciences // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. 2020. № 4. С. 129–132.