

Д. Ю. Смирнов¹, Л. А. Максименко^{1✉}

Применение систем искусственного интеллекта для подготовки обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры»

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
e-mail: maksimenko_la@mail.ru

Аннотация. Применение систем искусственного интеллекта (ИИ) и цифровых технологий анализа данных в области землеустройства и кадастров является актуальным и перспективным направлением, которое может значительно улучшить и оптимизировать процесс подготовки обучающихся в данной области. Использование ИИ позволяет автоматизировать и оптимизировать такие процессы, как обработка и анализ данных землеустройства и кадастров, структуризация информации, классификация и кластеризация географических данных, детектирование и предсказание проблем в данной сфере, а также способствовать развитию отрасли в целом. Методическое сопровождение учебного процесса по вопросам применения систем искусственного интеллекта в отдельных видах профессиональной деятельности в настоящее время еще недостаточно разработано. Авторами статьи предложена методика обучения студентов направления бакалавриата «Землеустройство и кадастры» технологиям искусственного интеллекта и их применению в практической деятельности для решения задач классификации, регрессии, кластеризации и т.д. с использованием нейросетей на платформах GoogleColab, Teachable Machine и тому подобных на основе библиотек, команд и функций языка *Python*, применяемым при написании программного кода в области ИИ.

Ключевые слова: Python, машинное обучение, Teachable Machine, GoogleColab, задачи классификации, задачи регрессии, программный код, Big Data, DataSet

D. Y. Smirnov¹, L. A. Maksimenko^{1✉}

The Use of Artificial Intelligence Systems for the Training of Students in the Field of "Land Management and Cadastre"

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: maksimenko_la@mail.ru

Abstract. The use of artificial intelligence (AI) systems and digital data analysis technologies in the field of land management and cadastre is an urgent and promising area that can significantly improve and optimize the training process of students in this field. The use of AI makes it possible to automate and optimize processes such as processing and analysis of land management and cadastre data, structuring information, classification and clustering of geographical data, mapping and predicting problems in this area, as well as contribute to the development of the industry as a whole. Methodological support of the educational process on the application of artificial intelligence systems in certain types of professional activity is currently not sufficiently developed. The authors of the article propose a methodology for teaching students of the bachelor's degree in Land Management and Cadastre to artificial intelligence technologies and their application in practice. The solution of problems of classification, regression, clustering, etc. using neural networks on GoogleColab, Teachable Machine and similar platforms based on Python libraries, commands and functions used when writing software code in the field of AI is considered.

Keywords: Python, Machine Learning, Teachable Machine, Google Colab, Classification tasks, Regression tasks, Program Code, Big Data, Data Set

Введение

В настоящее время технологии искусственного интеллекта находят широкое применение в любых отраслях знаний, а, следовательно, учебные дисциплины, связанные с обучением искусственному интеллекту, можно определить как междисциплинарные [1, 2].

Принципы классификации систем искусственного интеллекта установлены в национальном стандарте РФ ГОСТ Р 59277-2020 [3]. Классификация отражает основные характеристики системы искусственного интеллекта, определяет пути для дальнейшей стандартизации. Например, была разработана серия стандартов «Технологии искусственного интеллекта для обработки данных дистанционного зондирования Земли» [4-10]. Настоящие стандарты развивают положения ГОСТ Р 59898 применительно к оценке функциональной корректности алгоритмов искусственного интеллекта для распознавания зданий, определения типов жилых зданий, для оценки площади жилых зданий, для распознавания строящихся зданий, для определения характеристик древесно-кустарниковой растительности, для распознавания объектов дорожно-транспортной сети и типов объектов дорожно-транспортной сети на космических снимках, получаемых с космических аппаратов.

Вышеперечисленные алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) находят широкое применение в землеустройстве и кадастрах. Определение типов жилых построек может проводиться в контексте территориального планирования, использования земли и застройки; разработки и застройки городских и сельских населенных пунктов; озеленения территорий населенных пунктов, городских округов, внутригородских районов; благоустройства территорий муниципалитетов; проведения градостроительного проектирования и озеленения парков; в поддержку процесса принятия градостроительных, архитектурно-планировочных и других решений по развитию городов и населенных пунктов; получения актуальной геопространственной информации о постройках для проверки соответствия сведениям кадастрового учета, обновления адресной базы для почтовых услуг, с целью выполнения градостроительного планирования для развития территорий, а также для создания цифровых моделей городов и населенных пунктов [4–10].

Сведения из Федерального закона N 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» об объектах недвижимости являются их признаками в системах искусственного интеллекта и машинного обучения. Одно из направлений применения систем искусственного интеллекта (СИИ) является прогноз изменения кадастровой стоимости объектов недвижимости на основании динамики изменения признаков (показателей) на определенной территории. Здесь следует, что эта задача является наиболее популярной в среде разработчиков систем искусственного интеллекта и машинного обучения.

На основе имеющихся знаний и обзора литературы, можно сделать следующий краткий анализ по теме «Применение систем искусственного интеллекта для подготовки обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры»:

– исследования в области землеустройства и кадастров могут использовать системы искусственного интеллекта для повышения эффективности обучения студентов и подготовки специалистов;

– применение искусственного интеллекта может помочь в создании инновационных образовательных программ, позволяющих студентам лучше усваивать материал и развивать практические навыки в области землеустройства и кадастров;

– интеграция интеллектуальных систем анализа данных, машинного обучения и других технологий ИИ может способствовать совершенствованию методов обучения и оценки знаний в данной области.

Методы и материалы

При подготовке студентов направления бакалавриата «Землеустройство и кадастры» по учебной дисциплине «Системы искусственного интеллекта» приходится сталкиваться со сложностями, которые в предлагаемой методике обучения формализованы в виде системы ограничительных условий: во-первых, не все студенты потока обладают знаниями языков программирования или имеют опыт написания программного кода; во-вторых, выделяемое на изучение дисциплины количество учебных часов не всегда позволяет детально рассмотреть некоторые разделы СИИ; в-третьих, «непрофильность» дисциплины относительно будущей специальности снижает мотивацию отдельных студентов к ее изучению. Ограничительные условия определяют задачи, которые должны быть реализованы в рамках учебного процесса.

На первое место среди круга задач, решаемых в ходе изучения рассматриваемой дисциплины, следует поставить формирование у студентов знаний об основных направлениях применения систем искусственного интеллекта и типах проблем, решаемых в настоящее время с использованием искусственных нейросетей (классификация объектов и их образов, прогнозирование показателей на основе построения линейной и нелинейной регрессии, кластеризация несистематизированной совокупности объектов и т.д.). Данная задача тесно увязана с другой практической задачей изучения систем искусственного интеллекта, а именно: демонстрация конкретных примеров решения проблем в области их будущей специальности, решаемых с помощью СИИ. Еще одной задачей, решаемой в процессе в ходе обучения студентов системам искусственного интеллекта, является ознакомление с базовыми библиотеками, модулями и функциями Python, используемыми при написании программного кода в области ИИ. Библиотеки расширяют базовый функционал Python и помогают решать задачи без написания программного кода с нуля. Они представляют собой набор подпрограмм или объектов, связанных решением конкретной задачи.

Немаловажная задача – это обучение студентов основам написания программного кода на языке Python, позволяющего решать такие задачи в области

ИИ, как классификация или кластеризация объектов, прогнозирование значений показателей, создание интеллектуального чат-бота и т. д.

Для решения перечисленных задач и достижения установленного результата предлагается использовать метод обучения «от простого к сложному». Суть данного метода заключается в том, что все учебные материалы, в первую очередь лабораторные задания, должны быть поданы в логической последовательности с соблюдением принципа преемственности. Конкретными проявлениями данного метода применительно к обучению студентов системам искусственного интеллекта являются следующие принципы построения лабораторных работ:

- последовательное усложнение интерфейса, с которым сталкиваются студенты при выполнении лабораторных работ;
- усложнение программного кода, применяемого в лабораторных работах;
- усложнение задач, решаемых студентами в ходе лабораторных работ.

В соответствии с методом «от простого к сложному» можно выделить следующие последовательные этапы подготовки студентов в области искусственного интеллекта.

1 этап: решение задач классификации объектов с помощью нейросетей, включая подготовку датасетов с данными о классифицируемых объектах. В рамках первого этапа студенты должны выполнить лабораторные работы, связанные с ознакомлением с платформой Teachable Machine и изучением датасетов с данными для решения задач в сфере искусственного интеллекта, размещенных на сайте Kaggle. Используемые технические средства включают платформу Teachable Machine и сайт Kaggle. Цель работы – обучение студентов решению задач классификации изображений объектов с помощью нейросети. Содержание работы заключается в том, что студенты ищут на сайте Kaggle датасеты с изображением объектов (рукописные цифры, природные, искусственные объекты недвижимости), обучают нейросеть на платформе Teachable Machine и распознают новый объект (нарисованную в графическом редакторе цифру или скачанное из Интернета изображение объекта недвижимости) с помощью, обученной нейросети. Для выполнения работы студенты должны зарегистрироваться на сайте Kaggle, найти датасеты с рукописными цифрами, например, содержащий более 21 тысячи рукописных цифр от 0 до 9 датасет «Handwritten Digits 0 - 9», и скачать найденный датасет (рис. 1).

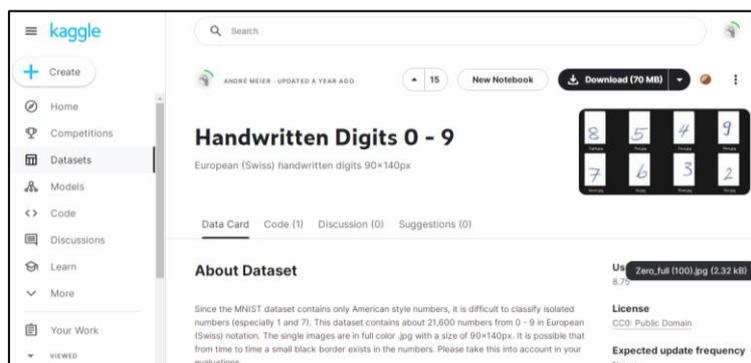


Рис. 1. Датасет «Handwritten Digits 0 - 9» на сайте Kaggle

На платформе Teachable Machine студенты должны создать новый проект, загрузить скачанные с сайта Kaggle изображения рукописных цифр и обучить нейросеть распознавать рукописные цифры (рис. 2).

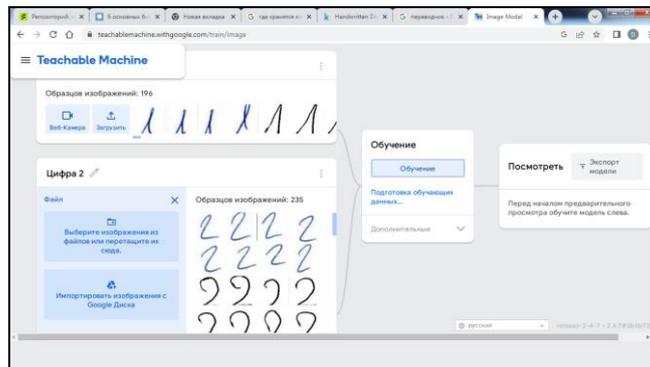


Рис. 2. Проект распознавания рукописных цифр

В любом графическом редакторе студенты должны нарисовать от руки рукописную цифру. Файл с нарисованной цифрой размещается в соответствующем поле платформы Teachable Machine. Обученная нейросеть классифицирует цифру (рис. 3).

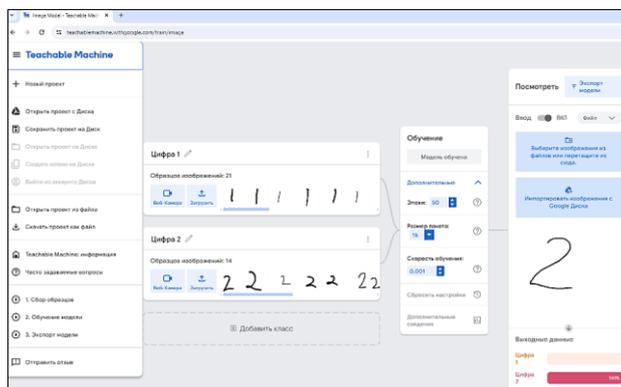


Рис. 3. Результат распознавания рукописных цифр на Teachable Machine

Аналогичный алгоритм действий студенты должны применить для классификации изображений землеустроительных объектов и объектов недвижимости. Им необходимо найти соответствующий датасет на сайте Kaggle (например, датасет «Land-Use Scene Classification»), содержащий полученные в рамках проекта Landsat спутниковые снимки зданий, бейсбольных полей, автострад и т.д.), создать новый проект на платформе Teachable Machine, загрузить изображения из скачанного датасета, обучить нейросеть классифицировать изображения объектов, оценить точность решения нейросетью задачи классификации, классифицировать с помощью обученной нейросети новый объект недвижимости. В соответствии с применяемым методом обучения «от простого к сложному» при

выполнении работы студенты решают одну из наиболее простых задач для нейросетей, а именно задачу классификации объектов, с использованием «дружелюбного» интерфейса платформы Teachable Machine, не предусматривающего написание и чтение программного кода.

Далее студенты должны научиться разбираться в заранее написанном на языке Python программном коде, предусматривающем решение задач классификации объектов с использованием подготовленных датасетов. Работа выполняется в блокнотах, создаваемых на платформе Google Colab, с использованием библиотек Python. Работа начинается с изучения библиотек Python, прежде всего, библиотеки `scikit-learn` (`sklearn`). Данная библиотека содержит один из наиболее широко используемых пакетов Python для машинного обучения и позволяет решать задачи регрессии, классификации, кластерного анализа. Библиотека `scikit-learn` содержит несколько подготовленных наборов данных, подходящих для обучения и тестирования разработанной модели. В ходе выполнения лабораторной работы студенты используют два датасета: набор данных о цветах ирисах (`sklearn.datasets.load_iris`) и набор данных о типах вина (`sklearn.datasets.load_wine`). Загруженные датасеты студенты разбивают на обучающее и тестируемое подмножества с помощью функции `sklearn.model_selection.train_test_split()`. После создания, обучающего и тестируемого массивов данных студенты должны выбрать оптимальный метод классификации. Библиотека `scikit-learn` содержит различные методы классификации (логистическая регрессия, метод k -ближайших соседей, метод опорных векторов, наивный байесовский классификатор, дерево принятия решений и т. д.). В частности, студентам рекомендуется использовать один из самых понятных алгоритмов классификации в задачах машинного обучения – метод k -ближайших соседей (k Nearest Neighbors, k NN). В соответствии с данным методом объект относится к тому классу, который является наиболее распространённым среди k соседей данного элемента, классы которых уже известны. Выбрав метод классификации, студенты должны выполнить обучение модели на обучающей выборке с использованием метода `knn.fit(train_X, train_y)`, а затем оценить качество обучения модели на тестируемой выборке `knn.predict(test_X)` (рис. 4).

```
!pip install joblib==1.1.1
!pip install scikit-learn==1.2.2
import pandas as pd
import numpy as np
import sklearn
from sklearn.datasets import load_wine
iris_dataset = load_wine()
from sklearn.model_selection import train_test_split
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
iris_dataset['data'], iris_dataset['target'], random_state=0)
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=1)
knn.fit(X_train, y_train)
y_pred = knn.predict(X_test)
print("Прогнозы для тестового набора:\n {}".format(y_pred))
print("Правильность на тестовом наборе: {:.2f}".format(knn.score(X_test, y_test)))
```

Рис. 4. Программный код по классификации объектов, описываемых в датасете

В рамках следующей лабораторной работы студенты возвращаются к решению той же задачи, с которой они сталкивались в первой лабораторной работе, а

именно: построение модели классификации (распознавания) рукописных цифр. Однако выполняют они данную работу не на платформе Teachable Machine, а на платформе Google Colab. Следовательно, студенты самостоятельно должны написать программный код, предусматривающий загрузку необходимых библиотек и модулей, загрузку подготовленного датасета `digits` из библиотеки `Scikit-Learn`, рандомизацию предикат и меток с одновременным разделением данных датасета на обучающий и тестирующий массивы в заданной пропорции, выбор алгоритма классификации, обучение модели и оценку ее точности (рис. 5).

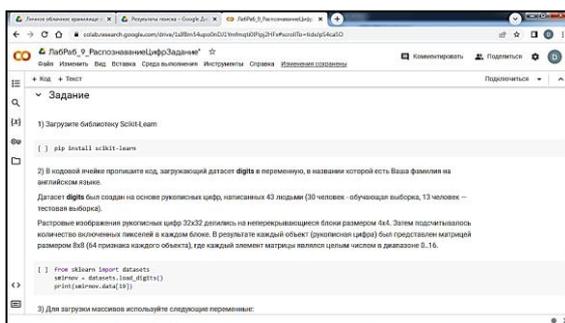


Рис. 5. Классификации рукописных цифр на платформе Google Colab

2 этап: решение задач регрессии и кластеризации. Отличительной особенностью второго этапа является демонстрация студентам возможностей использования нейросетей в сфере их будущей профессии (объекты недвижимости). В рамках второго этапа студенты должны выполнить лабораторные работы, суть которых заключается в построении модели, прогнозирующей цены на объекты недвижимости. Для выполнения данной лабораторной работы студенты должны загрузить подготовленный датасет `boston()` из библиотеки `scikit-learn`, с помощью функции `shuffle` рандомизировать его, разделить данные датасета на обучающий и тестирующий массивы в заданной пропорции 80 % на 20 %, используя функцию `len(X)`, выбрать алгоритм построения модели `SVR`, обучить модель и протестировать качество прогнозирования цен на объекты недвижимости с помощью построенной и обученной модели. При этом студенты должны построить модели с разными типами ядра `SVR` (`linear` и `rbf`) и выбрать, какая модель точнее прогнозирует цены на недвижимость (рис. 6).

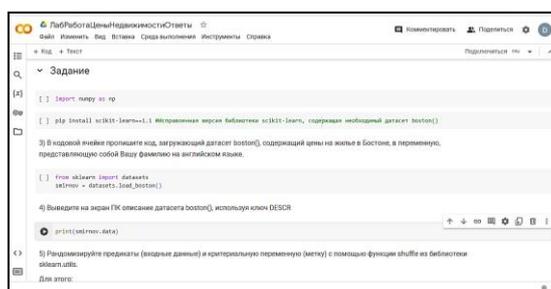
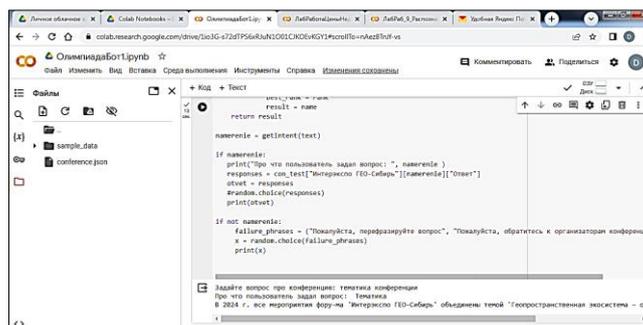


Рис. 6. Прогнозирование цен на объекты недвижимости на платформе Google Colab

Далее студенты знакомятся еще с одним типом задач, выполняемых с помощью машинного обучения, а именно: кластеризацией объектов. Задачи кластеризации относятся к задачам обучения модели «без учителя», т. е. неизвестны метки объектов и нейросеть должна сама расставить метки и разделить объекты на классы. Чтобы привязать лабораторную работу к будущей специальности студентов, они проводят кластеризацию природных и искусственных объектов.

3 этап: создание чат-бота, отвечающего на вопросы, связанные с будущей специальностью студентов, что предполагает написание студентами программного кода, который из созданного ими и загруженного в среду Google Colab файла формата json выбирает случайным образом ответы, соответствующие вопросам пользователя. В рамках данной работы студенты знакомятся с такими библиотеками Python, как Natural Language Toolkit (nltk), Модуль регулярных выражений (re), json (JavaScript Object Notation) и т. д. Также студенты с помощью редактора JSON Editor Online создают объекты в файле формата json, представляющие собой множество вариантов вопросов и ответов (ключ – значение ключа) относительно их будущей профессии. Итог – создание чат-бота, генерирующего ответы на основе объектов файла json на вопросы, связанные со специальностью студентов (рис. 7).



```
import nltk
import random
import json

def get_intent(text):
    result = name
    return result

if name_or_int:
    print("Похоже что пользователь задал вопрос: ", name_or_int)
    response = re_text["Тематика ГЕО-Сибирь"]
    output = response
    random.choice(response)
    print(output)

if not name_or_int:
    failure_phrases = ("Пожалуйста, переформулируйте вопрос", "Пожалуйста, обратитесь к организаторам конференции")
    random.choice(failure_phrases)
    print(x)
```

Задайте вопрос про конференции: тематика конференции
Про что пользователь задал вопрос: Тематика
В 2024 г. все мероприятия форума "Востокиско ГЕО-Сибирь" объединены темой "Специализированная экосистема - ос

Рис. 7. Создание чат-бота (фрагмент)

Полученная модель чат-бота имеет существенные ограничения. Данная модель достаточно требовательна к точности вопроса, задаваемого пользователем. Чат-бот дает правильные ответы только в том случае, если вопрос пользователя в значительной степени совпадает с вопросом, представленным в объектах json-файла. При этом учитывается не только совпадение символов, но и порядок их следования. Для того чтобы улучшить способность чат-бота понимать вопросы пользователя, а пользователю предоставить больше свободы в формулировках своих запросов, студенты должны создать на основе построенного чат-бота модель машинного обучения и обучить эту модель понимать намерения пользователя, исходя из объектов json-файла. Далее студенты знакомятся с таким алгоритмом машинного обучения, как метод логистической регрессии. Применительно к задаче создания чат-бота метод логистической регрессии позволяет определить вероятность, с которой вопрос пользователя (исходное значение) относится к тому или иному классу намерений (результат логистической

регрессии). Все вопросы, содержащиеся в json-файле создаваемого чат-бота, подразделяются на группы. Каждая группа вопросов относится к намерению пользователя спросить чат-бот по определенной тематике. Процесс обучения модели состоит в том, что в модель вводится вопрос (предиката) и намерение, к которому данный вопрос относится (метка). На основе введенных предикат и соответствующих им меток определяются параметры логистического уравнения и форма разделительной плоскости. При вводе нового пользовательского вопроса, отличного от содержащихся в json-файле вопросов, данный вопрос располагается определенным образом по отношению к разделительной плоскости. В зависимости от местоположения вопроса по отношению к разделительной плоскости определяется тематика интереса пользователя (его намерение). Как результат, программа дает пользователю ответ, соответствующий его намерению.

Результаты

Одним из результатов использования разработанной методики обучения бакалавров направления «Землеустройство и кадастры» системам искусственного интеллекта является их качественная подготовка для участия в тематических конкурсах и олимпиадах. Ориентиром в этом направлении может служить Всероссийская олимпиада по искусственному интеллекту [15]. Тематические конкурсы, проводимые в рамках образовательного процесса вуза также полезны, так как позволяют проверить уровень освоения дисциплины и оценить навыки работы с информационными ресурсами в профессиональной деятельности. Разработанная авторами методика проведения олимпиады «Применение систем искусственного интеллекта в исследованиях геосистем» предусматривает три этапа: отборочный, основной, заключительный этапы в соответствии с подготовленным и утверждённым Положением и Регламентом Олимпиады. При разработке положения был учтен опыт проведения Всероссийской Олимпиады среди школьников и Олимпиады по ИИ в рамках образовательной олимпиады «Я профессионал». Всероссийская олимпиада по искусственному интеллекту проходит среди учеников 8-11 классов [17]. Задания олимпиады направлены на поиск нестандартных решений в области разработки и применения интеллектуальных алгоритмов и моделей обработки больших данных. Для подготовки к соревнованию школьникам предлагают пройти тренировочный этап. Отбор состоит из задач на логику, по искусственному интеллекту и алгоритмических задач. На основном этапе участников ждут задания с более высоким уровнем сложности. Олимпиада входит в Перечень Минобрнауки России. Масштабная образовательная олимпиада нового формата «Я – профессионал» проводится для студентов разных специальностей: технических, гуманитарных и естественно-научных [16, 17]. К участию в олимпиаде приглашаются студенты бакалавриата, специалитета и магистратуры. Одно из направлений олимпиады «Искусственный интеллект».

Обсуждение

Учебная дисциплина «Системы искусственного интеллекта» введена для обязательного изучения студентами направления бакалавриата

«Землеустройство и кадастры» только в 2022 г. Как следствие, методическое обеспечение данной дисциплины находится на этапе становления и нуждается в дальнейшем совершенствовании. В первую очередь, это касается содержания лабораторных работ и последовательности их выполнения студентами.

Предложенная методика изучения дисциплины базируется на методе обучения «от простого к сложному» и имеет следующие преимущества по сравнению с ранее используемым подходом.

Во-первых, в начале обучения студенты получают представление о решаемых в области искусственного интеллекта задачах на базе «дружелюбного» интерфейса, не требующего от них знаний языка программирования или опыта чтения и написания программного кода. По мере получения студентами новых знаний на лекционных и лабораторных занятиях интерфейс и условия выполнения заданий последовательно усложняются: студенты учатся читать программный код, а, в дальнейшем, и писать его. Такой порядок выполнения лабораторных работ позволяет обеспечить достижение двух целей. В ходе лабораторной работы с простым интерфейсом Teachable Machine студенты сосредоточены на уяснении сущности задач классификации объектов, выполняемых с помощью искусственного интеллекта, а также примерах данных задач в различных сферах жизнедеятельности человека. Опираясь на полученные знания, студенты приступают к следующей цели: изучению программного кода на платформе Google Colab, позволяющего решать задачи классификации с помощью ИИ.

Во-вторых, происходит последовательное усложнение содержания задач в области искусственного интеллекта, которые студенты должны выполнить. Если в первых лабораторных работах речь идет о «классической» задаче классификации объектов, то в последней лабораторной работе студенты должны с помощью машинного обучения создать чат-бот, отвечающий на пользовательские запросы по заданной тематике. Это обеспечивает системность изучения библиотек, модулей и функций языка Python, что, в свою очередь, помогает студентам быстрее и качественнее получить знания по написанию программного кода в сфере ИИ.

В-третьих, подобранные для студентов направления бакалавриата «Землеустройство и кадастры» лабораторные работы максимально привязаны к их будущей профессии. В частности, в задачах классификации, регрессии и кластеризации студенты обрабатывают землеустроительные объекты и объекты недвижимости, а созданный ими чат-бот отвечает на вопросы, так или иначе связанные со специальностью обучающихся. Подобный выбор лабораторных работ гарантирует лучшее понимание студентами содержания работ и большую заинтересованность в их качественном выполнении, так как полученные знания студенты могут применить при изучении специализированных дисциплин, написании курсовых работ и ВКР.

Заключение

Применение разработанной для студентов направления бакалавриата «Землеустройство и кадастры» методики изучения дисциплины «Системы искусственного интеллекта» позволило существенно повысить качество обучения:

– улучшились комплексность и системность знаний студентов по изучаемой дисциплине. Ранее многие студенты откровенно признавались, что они «лишь нажимали на стрелки кодовых ячеек», до конца не понимая смысл написанного в них программного кода. Применяемая методика обеспечила осознанность действий студентов при выполнении ими лабораторных работ, улучшила понимание ими программного кода в области ИИ;

– повысилась практическая направленность изучаемой дисциплины. Процесс обучения дисциплине «Системы искусственного интеллекта» завершается получением вполне осязаемого результата: созданием чат-бота, отвечающего на вопросы пользователей по заданной тематике, связанной с будущей специальностью студентов;

– достигнута интегрируемость знаний студентов направления бакалавриата «Землеустройство и кадастры» по дисциплине «Системы искусственного интеллекта» в специализированные дисциплины, изучаемые студентами данного направления в дальнейшем. Интегрируемость знаний обеспечивается тем, что содержание лабораторных работ связано с будущей специальностью студентов: использование датасетов с данными об объектах недвижимости, json-файлов с вопросами об их профессии и т. д.

Полученные положительные результаты использования разработанной методики дают основания рекомендовать ее к применению при подготовке студентов других непрофильных специальностей по дисциплинам, связанным с изучением систем искусственного интеллекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 59895–2021. Технологии искусственного интеллекта в образовании Общие положения и терминология.

2. Распоряжение Правительства РФ от 21.12.2021 N 3759-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования» https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_404697/ (дата обращения: 05.01.2024).

3. ГОСТ Р 59277–2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта.

4. ГОСТ Р 70321.1–2022. Алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения Типовая методика проведения испытаний. – Москва : Дата введения 2023–01–01.

5. ГОСТ Р 70321.2–2022. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения типов жилых зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний. – Москва: Дата введения 2023–01–01.

6. ГОСТ Р 70321.3–2022. Алгоритмы искусственного интеллекта для оценки площади жилых зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний. – Москва : Дата введения 2023–01–01.

7. ГОСТ Р 70321.4–2022. Алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания строящихся зданий на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний. – Москва : Дата введения 2023–01–01.

8. ГОСТ Р 70321.5–2022. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения характеристик древесно-кустарниковой растительности на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения Типовая методика проведения испытаний. – Москва : Дата введения 2023–01–01.
9. ГОСТ Р 70321.6–2022. Алгоритмы искусственного интеллекта для распознавания объектов дорожно-транспортной сети на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний. – Москва : Дата введения 2023–01–01.
10. ГОСТ Р 70321.7–2022. Алгоритмы искусственного интеллекта для определения типов объектов дорожно-транспортной сети на космических снимках, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения. Типовая методика проведения испытаний. – Москва : Дата введения 2023–01–01.
11. Федеральный закон от 18.06.2001 № 78-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О землеустройстве». – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
12. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 19.10.2023) «О государственной регистрации недвижимости». – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
13. Медведева Ю. Д. Методика геоинформационного обеспечения управления объектами недвижимости населенного пункта // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 171–184.
14. Галыгина, И. В. Основы искусственного интеллекта. Лабораторный практикум / И. В. Галыгина, Л. В. Галыгина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 364 с. – ISBN 978-5-507-48767-7. – Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/362927> (дата обращения: 05.01.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
15. Всероссийская олимпиада по искусственному интеллекту 2023. – URL: <https://ai.edu.gov.ru/> (дата обращения: 05.01.2024).
16. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28.08.2023 № 823 «Об утверждении перечня олимпиад школьников и их уровней на 2023/24 учебный год» (Зарегистрирован 28.09.2023 № 75362). Номер опубликования: 0001202309290072. Дата опубликования: 29.09.2023.
17. Олимпиада «Я – профессионал». Искусственный интеллект». – URL: <https://cogmodel.mipt.ru/aiprof/> (дата обращения: 05.01.2024).

© Д. Ю. Смирнов, Л. А. Максименко, 2024