

DOI: 10.32517/2221-1993-2024-23-5-64-72

В. И. Филиппов*Корпоративный университет развития образования, г. Мытищи, Московская область, Россия;
Средняя общеобразовательная школа № 22, г. Орехово-Зуево, Московская область, Россия*

ЗНАКОМСТВО УЧАЩИХСЯ V—VI КЛАССОВ С ОСНОВАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы ознакомления обучающихся с основами искусственного интеллекта в процессе организации обучения программированию во внеурочной деятельности, а также возможности, предоставляемые средой программирования PictoBlox в процессе организации обучения программированию во внеурочной деятельности учащихся пятых и sixth классов. Приведен краткий обзор данной среды программирования, рассмотрен процесс создания проектов с использованием машинного обучения и искусственного интеллекта. Приведены примеры проектов, в которых используются элементы машинного обучения и искусственного интеллекта. Материалы статьи познакомят учителей информатики и педагогов дополнительного образования с основными методическими подходами к использованию среды программирования PictoBlox в образовательном процессе и будут способствовать организации занятий внеурочной деятельности с использованием данного программного обеспечения.

Ключевые слова: машинное обучение, искусственный интеллект, внеурочная деятельность, программирование, PictoBlox.

1. Введение

В настоящее время важность подготовки в области информатики и информационных технологий обучающихся всех уровней образования не вызывает сомнений. Еще в декабре 2020 года Президент РФ В. В. Путин обратил внимание на необходимость совершенствования преподавания учебного предмета «Информатика» в общеобразовательных организациях с установлением его приоритета в учебном плане и корректировкой содержания примерных основных образовательных программ общего образования [4]. Сегодня образова-

тельные организации могут предложить обучающимся разные варианты траекторий освоения информатики и информационных технологий [1], в том числе интегрируя возможности урочной и внеурочной деятельности, основного и дополнительного образования.

Важной составляющей образования школьников в области информатики и информационных технологий является программирование. Оно развивает логическое мышление, требует навыков структурирования задачи, анализа причинно-следственных связей, а также необходимости придерживаться логических последовательностей. Эти умения помогут обучающимся лучше понимать

Контактная информация

Филиппов Владимир Ильич, канд. пед. наук,

доцент кафедры естественно-математических дисциплин, Корпоративный университет развития образования, г. Мытищи, Московская область, Россия; *адрес:* 141006, Россия, Московская область, г. Мытищи, ул. Индустриальная, д. 13;

учитель информатики, средняя общеобразовательная школа № 22, г. Орехово-Зуево, Московская область, Россия; *адрес:* 142602, Россия, Московская область, г. Орехово-Зуево, ул. Гагарина, д. 21;

e-mail: vf95@rambler.ru

V. I. Filippov

Corporate University of Education Development, Mytishchi, Moscow Region, Russia;

School 22, Orekhovo-Zuyevo, Moscow Region, Russia

INTRODUCING STUDENTS OF GRADES 5–6 TO THE BASICS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE WHEN TEACHING PROGRAMMING IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES

Abstract

The article discusses the issues of familiarizing students with the basics of artificial intelligence in the process of organizing programming training in extracurricular activities, as well as the opportunities provided by the PictoBlox programming environment in the process of organizing programming training in extracurricular activities for fifth- and sixth-grade students. A brief overview of this programming environment is given, the process of creating projects using machine learning and artificial intelligence is considered. Examples of projects that use elements of machine learning and artificial intelligence are given. The materials of the article will introduce informatics teachers and teachers of additional education to the main methodological approaches to using the PictoBlox programming environment in the educational process and will contribute to the organization of extracurricular activities using this software.

Keywords: machine learning, artificial intelligence, extracurricular activities, programming, PictoBlox.

мир вокруг себя и решать сложные проблемы не только в программировании, но и в других сферах жизни.

В программировании есть место для творчества. Ребенок может создавать свои собственные приложения, игры и веб-сайты. Это позволяет ему развивать воображение и креативность, а также учиться превращать свои мысли в конкретные результаты. В современном мире профессия программиста считается одной из самых востребованных. Программирование требует постоянного решения сложных задач и преодоления ошибок. Школьник, занимающийся программированием, научится не бояться ошибок и находить эффективные пути их исправления. Также у обучающихся развиваются навыки коммуникации. Ребенок, участвуя в коллективных проектах по программированию, учится эффективно коммуницировать, делиться идеями, адаптироваться к различным ролям в команде, участвовать в распределении задач.

Изучение программирования в рамках школьного курса информатики обеспечивает формирование у обучающихся самых общих представлений о соответствующей деятельности.

Урочную деятельность по освоению программирования целесообразно дополнять внеурочной деятельностью по следующим причинам:

- внеурочная деятельность младших школьников в области программирования будет способствовать формированию у них мотивации к освоению программирования в рамках школьной программы;
- внеурочная деятельность по программированию, организованная после знакомства учащихся с программированием в курсе информатики основной школы или параллельно с этим процессом, позволит мотивированным школьникам изучить программирование на более глубоком уровне и, возможно, определиться со своим будущим профессиональным выбором;
- именно в рамках внеурочной деятельности возможна реализация творческого потенциала программирования.

В настоящее время с развитием информационных технологий и появлением большого количества данных машинное обучение и искусственный интеллект стали одними из самых перспективных и быстроразвивающихся областей науки и технологий.

Искусственный интеллект, ИИ (англ. Artificial Intelligence, AI) — это область компьютерных наук, которая занимается созданием устройств, способных анализировать данные и принимать решения, как это делают люди. **Машинное обучение** (англ. Machine Learning, ML) — это один из разделов науки об искусственном интеллекте. Здесь используются алгоритмы для анализа данных, получения выводов или предсказаний в отношении чего-либо. Вместо того чтобы кодировать набор команд вручную, машину обучают и дают ей возможность научиться выполнять поставленную задачу самостоятельно. Таким образом, машинное обучение — это область искусственного интеллекта, которая позволяет компьютерам извлекать знания из данных и использовать их для принятия решений.

В эпоху цифровизации и глобализации сфера образования претерпевает изменения, приобретает новые

высокоинтеллектуальные оттенки, обусловленные внедрением в нее таких цифровых инструментов, как нейросети, искусственный интеллект и т. д. Образовательная система России — важная составляющая развития нашего государства, требующая к себе особого внимания для подготовки высококвалифицированных специалистов, обладающих необходимыми конкурентными преимуществами на рынке труда и готовых реализовывать свой потенциал в условиях цифровой экономики [10, 11]. Ключевая задача использования в образовательной сфере искусственного интеллекта, как и других цифровых технологий, состоит в усовершенствовании процесса обучения и создании необходимой среды, позволяющей повысить качество, эффективность и доступность образования [8].

В России разработана и утверждена указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 года № 490 Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [9]. В данном документе определены следующие основные задачи развития искусственного интеллекта [6]:

- поддержка научных исследований;
- разработка и развитие программного обеспечения, в котором используются технологии искусственного интеллекта;
- повышение доступности и качества данных;
- повышение доступности аппаратного обеспечения;
- повышение уровня обеспечения российского рынка технологий искусственного интеллекта квалифицированными кадрами;
- повышение уровня информированности населения о возможных сферах использования технологий искусственного интеллекта;
- создание системы регулирования общественных отношений, возникающих в связи с развитием и использованием технологий искусственного интеллекта.

2. Особенности образовательной платформы PictoBlox для обучения учащихся V—VI классов элементам машинного обучения и искусственного интеллекта

Для успешного применения технологий ИИ в будущем **необходимо организовать обучение учеников V—VI классов элементам машинного обучения и искусственного интеллекта**. Знакомство с ними школьников поможет ребятам в дальнейшем более глубоко освоить данные технологии, будет способствовать повышению информационных навыков обучающихся, даст им возможность развить креативные и аналитические способности, а также позволит принимать обоснованные решения на основе анализа данных. Обучение необходимо проводить в соответствии с возрастными особенностями школьников. Учащиеся должны получать доступ к знаниям постепенно — начинать с простых концепций и алгоритмов и только потом переходить к более сложным технологиям. Для наибольшей эффективности необходимо использовать методику,

основанную на играх и задачах. Это позволит ребятам учиться в интерактивной и увлекательной форме, легче осваивать новый материал.

Авторским коллективом под руководством Л. Л. Босовой в 2021 году была разработана **программа внеурочной деятельности общеинтеллектуальной направленности «Программируем, учимся и играем!»**. Данная программа построена в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми ФГОС к программам внеурочной деятельности и выраженными в целостном комплексе личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов [2]. С программой и методическими материалами, позволяющими ее реализовывать, можно познакомиться на сайте УМК «Информатика» [5].

При реализации курса «Программируем, учимся и играем!» в настоящее время мы рекомендуем использовать **образовательную платформу PictoBlox**. PictoBlox представляет собой программное обеспечение для блочного программирования на основе среды программирования Scratch 3.0 и имеет аналогичный набор функций. Она доступна для операционных систем Microsoft Windows, macOS, Linux, Android, iOS, а также позволяет работать в браузере [14]. Платформа предназначена для бесплатного использования частными лицами и в некоммерческих целях.

PictoBlox предлагает **расширенные возможности взаимодействия с оборудованием**: есть специальные расширения для создания проектов на основе интернета вещей (IoT), управления проектами Scratch с помощью

мобильного приложения через Bluetooth, программирования приводов, датчиков, модулей дисплея и многого другого.

Еще одним достоинством PictoBlox является **возможность программирования на языке Python**, который широко используется в профессиональной разработке программного обеспечения. Благодаря этому PictoBlox становится отличным инструментом для тех, кто хочет углубиться в программирование и перейти на следующий уровень.

Данная среда также является **незаменимым инструментом для работы с искусственным интеллектом**, предоставляя доступ к дополнительным модулям искусственного интеллекта (рис. 1), которые позволяют обнаруживать и классифицировать объекты как на фотографиях, так и в режиме реального времени через веб-камеру [7]. (*Обратите внимание*: без регистрации блоки искусственного интеллекта машинного обучения не работают.)

Обучающиеся получают возможность изучить технологии распознавания лиц и текста, а также распознавания речи. PictoBlox позволяет ученикам встраивать возможности искусственного интеллекта в свои проекты одним нажатием кнопки. В среде машинного обучения PictoBlox возможен импорт наборов данных и анализ сложных паттернов данных с помощью моделей машинного обучения. PictoBlox позволяет создавать 3D-среды и исследовать новые измерения творчества с помощью дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR).



Рис. 1. Перечень доступных расширений среды программирования PictoBlox

3. Создаем первые проекты с элементами машинного обучения в среде программирования PictoBlox

Рассмотрим несколько несложных примеров, демонстрирующих основные понятия и приемы машинного обучения.

Добавим в проект расширение «Машинное обучение» (рис. 2).

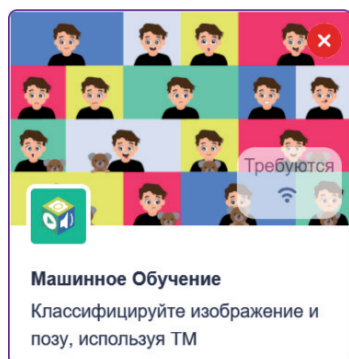


Рис. 2. Добавление расширения машинного обучения

После добавления переходим к созданию модели для обучения по фотографиям на сайте: <https://teachablemachine.withgoogle.com/train>. **Teachable Machine** — это веб-инструмент, который позволяет быстро и легко создавать модели машинного обучения для проектов без необходимости программирования. С его помощью можно обучить компьютер распознавать изображения, звуки и позы, а затем экспортировать модель для сайтов, приложений и других устройств.

Использование Teachable Machine проходит в три этапа.

Этап 1. Сбор информации.

На этом этапе пользователь группирует примеры по классам. В данном случае под *классом* понимается категория объектов, которые модель будет классифицировать. Так, если мы будем создавать модель для распознавания разных видов фруктов, то можем добавить классы для каждого вида фрукта (например, «Яблоки», «Бананы» и «Груши»). Рекомендуется подготовить заранее фотографии объектов, которые будут использоваться

при обучении модели. Для качественного обучения необходимо не менее 10 различных фотографий каждого объекта из класса. Чем больше будет фотографий, тем более качественно будет обучена модель. Следует использовать высококачественные изображения — чем выше качество изображений, тем лучше будет работать модель.

Пример с двумя классами — «Котики» и «Собачки» — приведен на рисунке 3.

Этап 2. Обучение модели.

На данном этапе пользователь может сделать дополнительные настройки создаваемой модели.

Рассмотрим подробнее настраиваемые параметры, которые необходимо учитывать перед тем, как запустить обучение:

- **Эпохи.** Эпоха означает, что модель изучила каждый пример из обучающего образца хотя бы раз. Например, если указано 50 эпох, то при обучении набор данных обрабатывается 50 раз. В целом, чем больше это значение, тем лучше модель научится прогнозировать данные. Но следует учитывать, что увеличение этого значения приведет к тому, что и времени на обучение будет затрачено гораздо больше.
- **Размер пакета** — это набор образцов, которые используются в одной итерации при обучении. Допустим, выбран пакет размером 16, а изображений 32. Это значит, все данные будут поделены на два пакета: $32 : 16 = 2$. Как только модель ознакомится с двумя пакетами, завершится одна эпоха. Обычно не требуется менять данное число, но можно провести эксперимент — изменять его и засекают время обучения.
- **Скорость обучения.** Это гиперпараметр, который используется для управления весом нейронной сети. Будьте осторожны с изменением этого числа! Даже небольшие изменения могут существенно повлиять на то, насколько эффективно учится ваша модель.

Пример окна с настройками приведен на рисунке 4.

По окончании обучения проведем проверку обученной модели. Загрузим фотографию или сделаем ее с помощью веб-камеры. Примеры тестирования модели с использованием готовой фотографии и веб-камеры приведены на рисунках 5 и 6 соответственно.

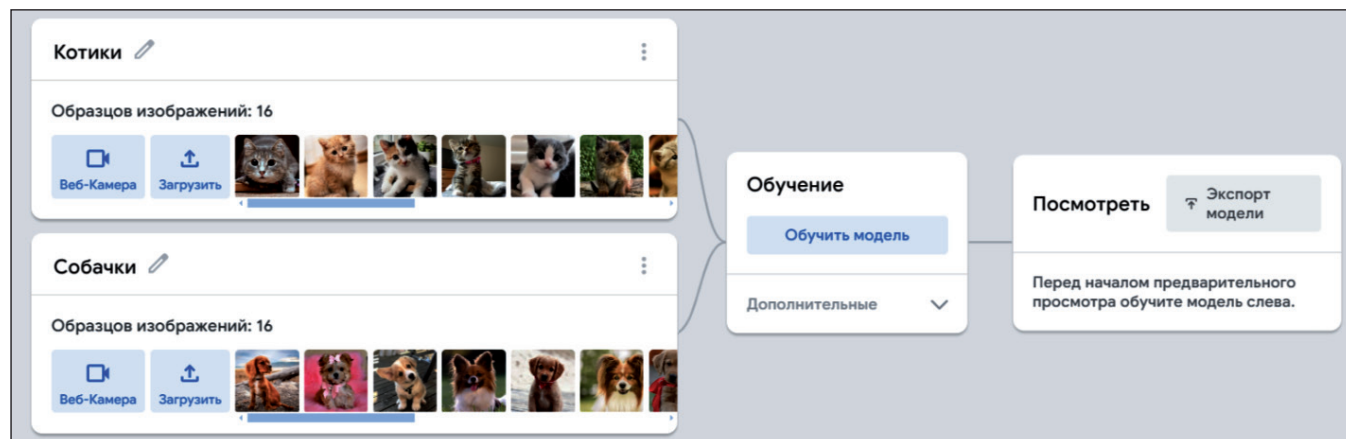


Рис. 3. Результаты первого этапа обучения модели

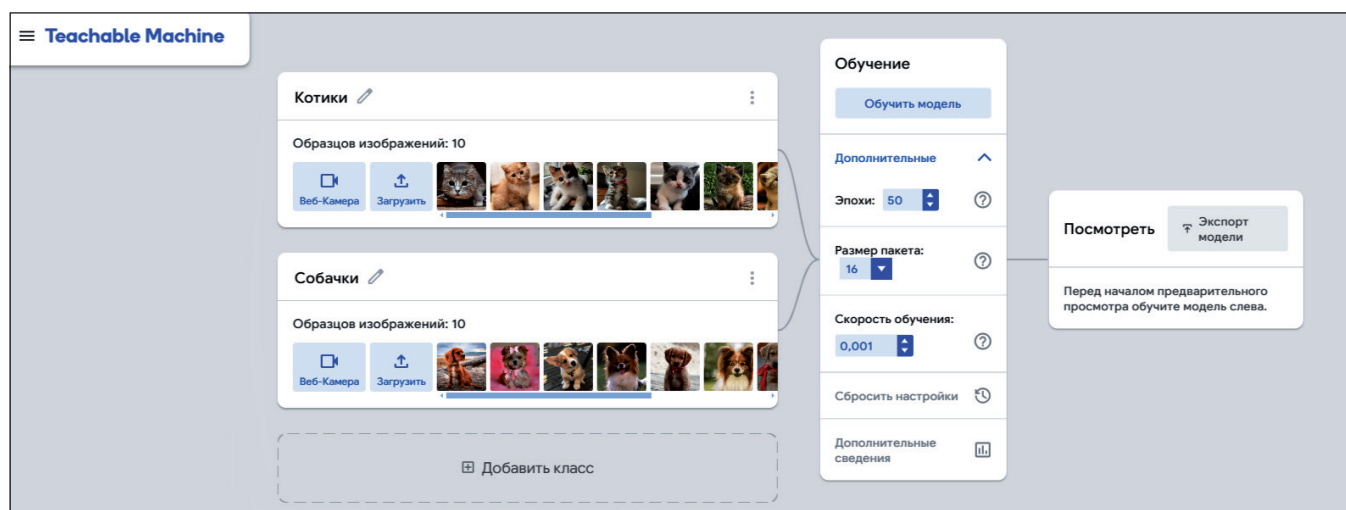


Рис. 4. Настройки второго этапа обучения модели

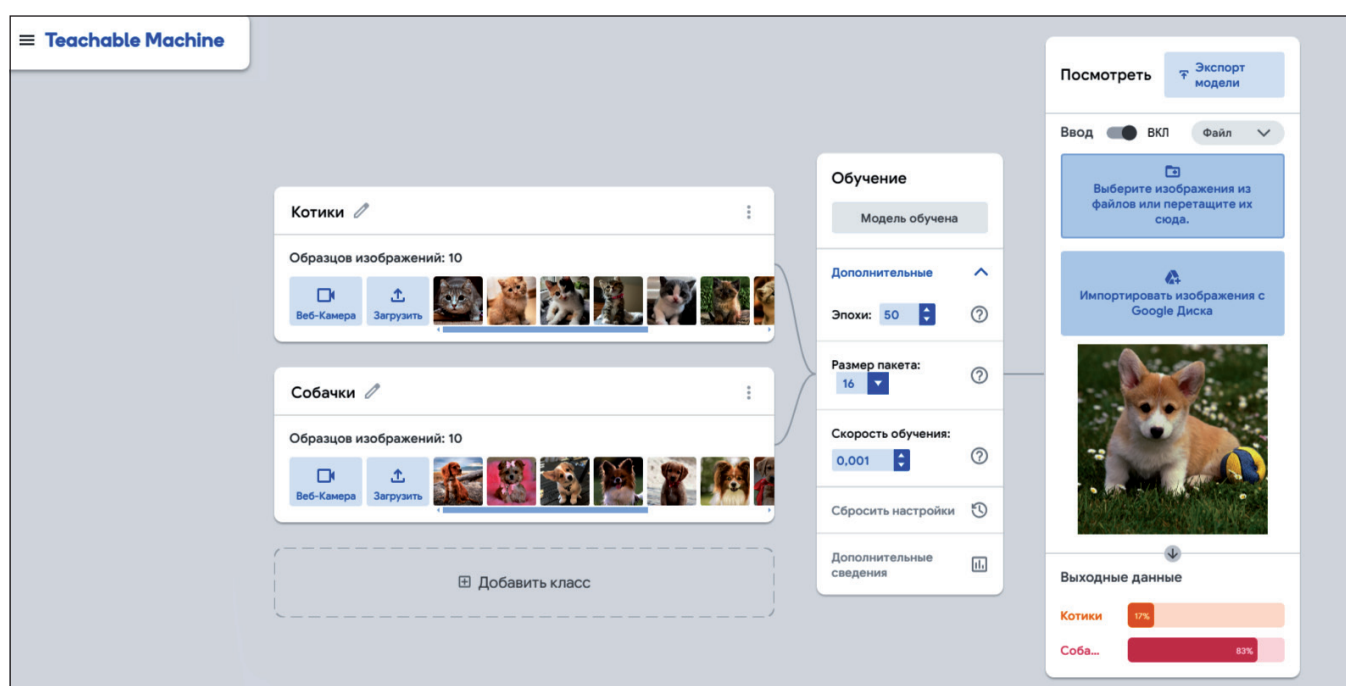


Рис. 5. Результаты тестирования модели (используется фотография из интернета)

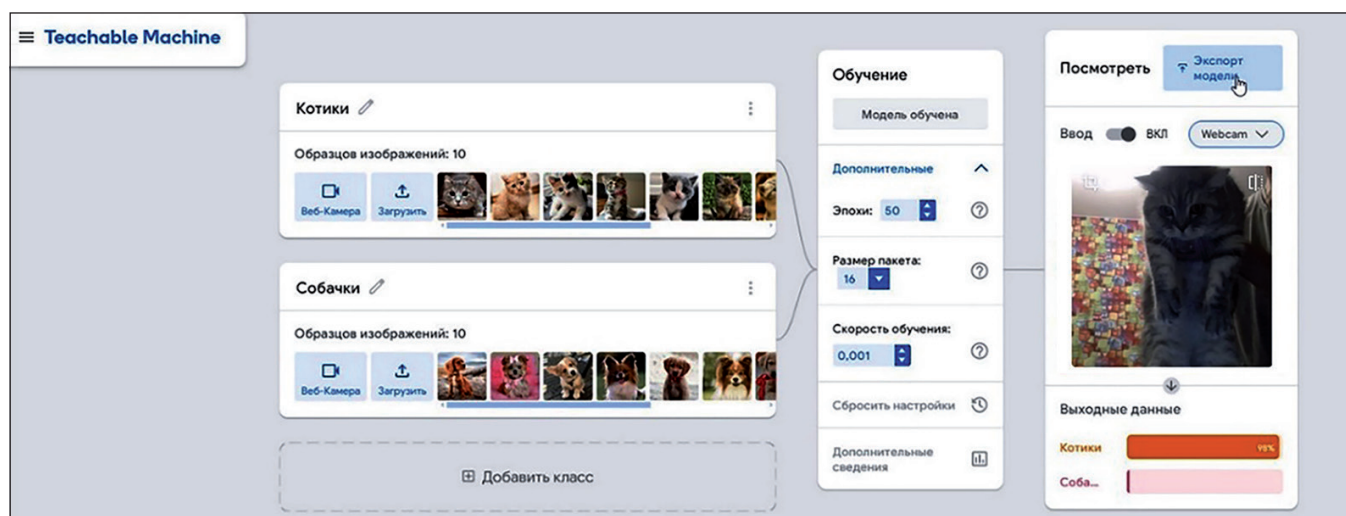


Рис. 6. Результаты тестирования модели (используется фотография с веб-камеры)

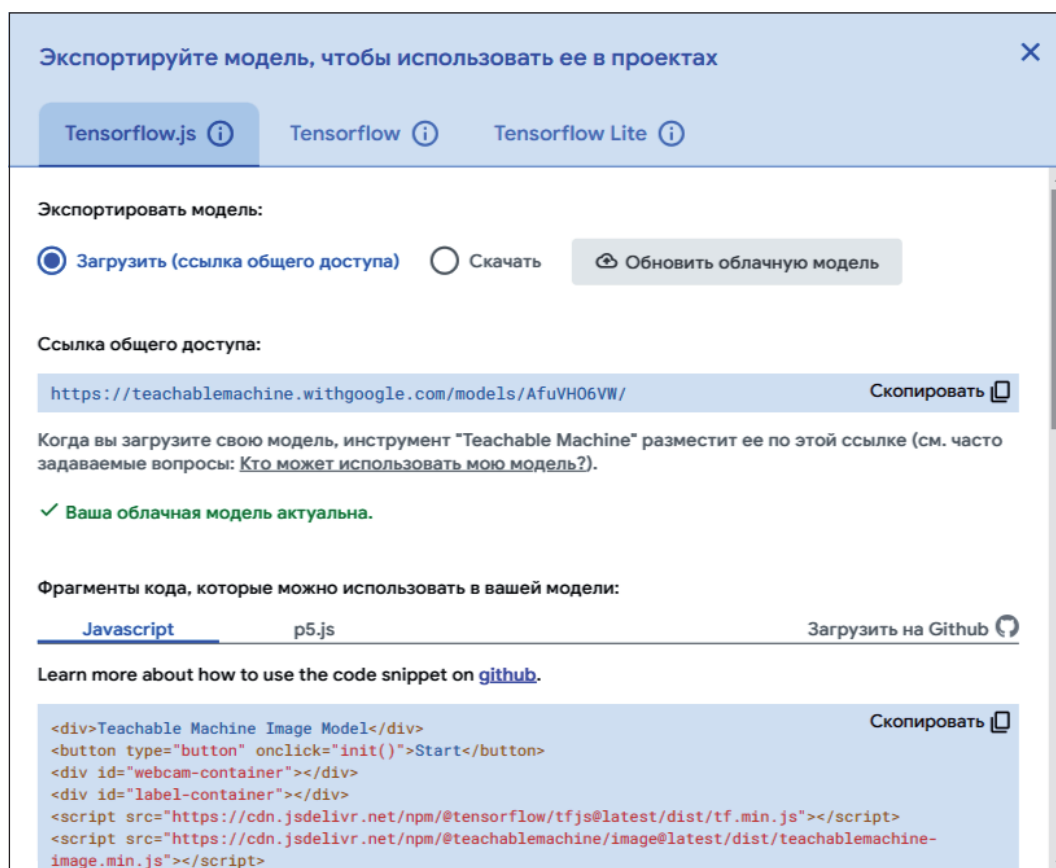


Рис. 7. Окно экспорта модели

Этап 3. Экспорт модели.

Если качество распознавания объектов устраивает — проведем экспорт модели. Экспортировать созданную модель можно на сайт или в приложение. Также ее можно скачать на компьютер в виде файла. На рисунке 7 приведен пример того, как модель размещена на сайте и как получила ссылку общего доступа для использования в PictoBlox.

Для использования созданной модели в PictoBlox переходим в расширение «Машинное обучение» и нажимаем кнопку *Загрузить модель*, в появившемся окне вставляем ссылку на модель и нажимаем кнопку *Загрузка модели* (рис. 8).

После загрузки ссылки появятся дополнительные блоки с машинным обучением (рис. 9). Теперь их можно использовать в процессе создания программ. Обратите внимание, что они зависят от того, на какие классы вы проводили обучение.

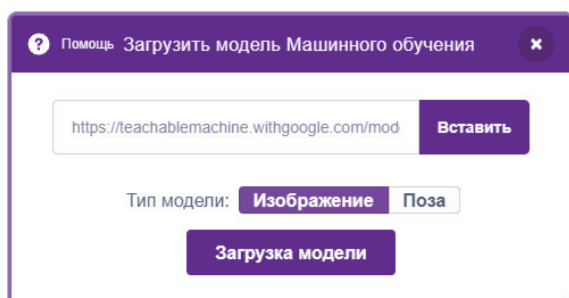


Рис. 8. Окно загрузки модели в PictoBlox

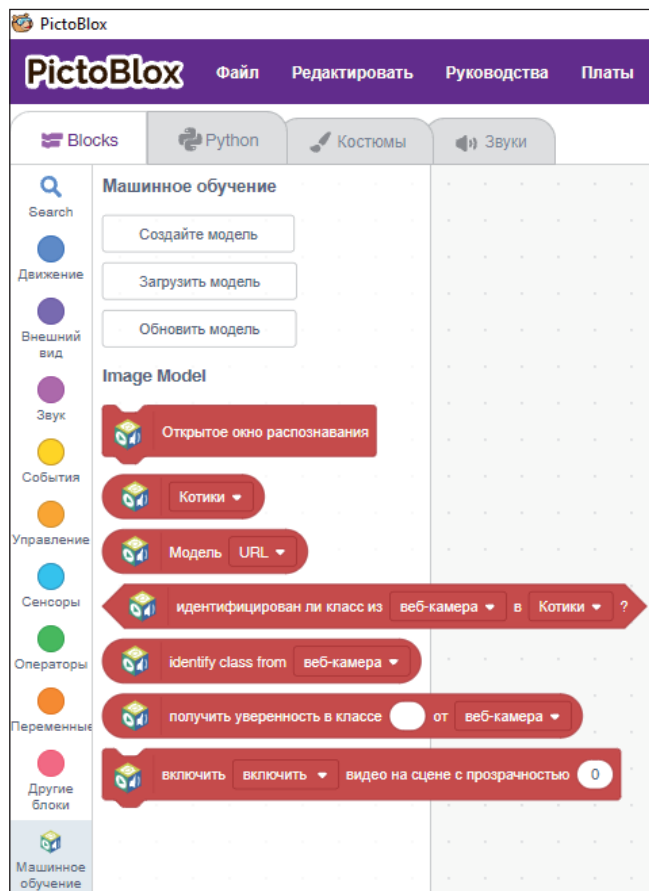


Рис. 9. Блоки машинного обучения в PictoBlox

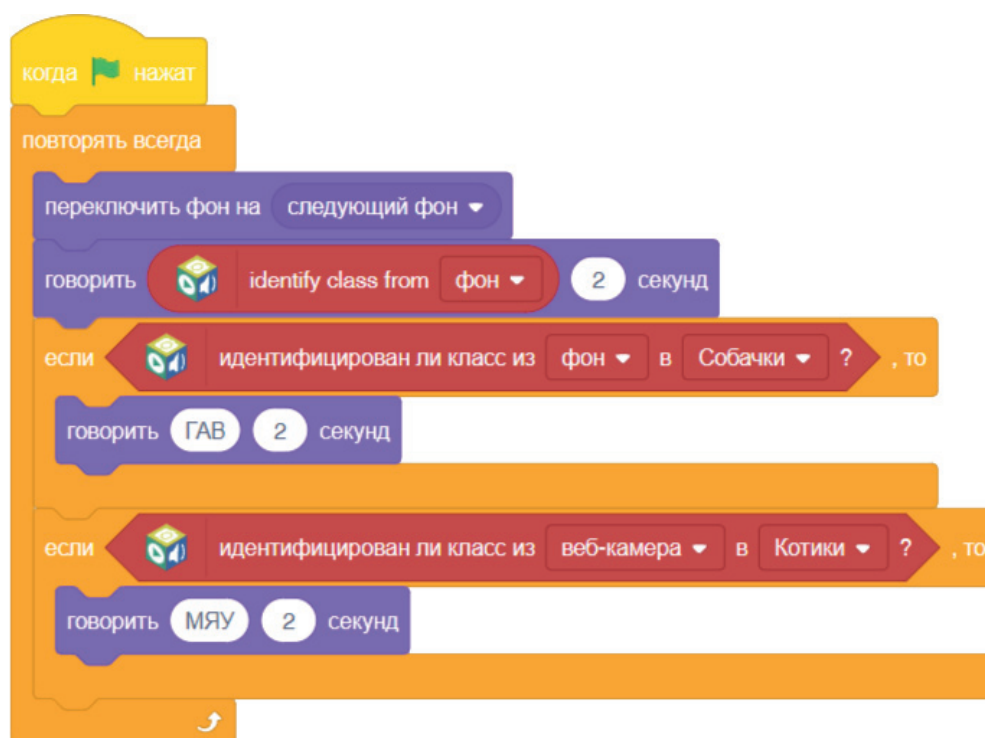


Рис. 10. Пример проекта с элементами машинного обучения в PictoBlox

На базе созданной модели создадим **проект «Кошки и собаки»** по следующему сценарию: на сцене программы при смене фона демонстрируются изображения кошек и собак. При распознавании изображения спрайт персонажа говорит «Котики» или «Собачки», после этого говорит «гав» или «мяу» (рис. 10).

Приведем примеры проектов, в которых используется машинное обучение:

- **Бабочки.** На веб-камеру компьютера демонстрируются предметы разных цветов. Спрайты бабочек окрашиваются в тот цвет, которым окрашен предмет. Предварительно необходимо создать модель, способную распознавать цвета.
- **Анимированная открытка.** На веб-камеру компьютера демонстрируются предметы разных цветов. Спрайты шаров или букв надписи окрашиваются в тот цвет, которым окрашен предмет. Предварительно необходимо создать модель, способную распознавать цвета.
- **Лабиринт.** На веб-камеру демонстрируются жесты рук — для управления движениями спрайта персонажа. Персонаж должен пройти до конца лабиринта. Предварительно необходимо создать модель, способную распознавать жесты рук.

4. Знакомство с технологией распознавания лиц в среде программирования PictoBlox

Распознавание лиц с использованием искусственного интеллекта — это технология компьютерного зрения, которая используется для идентификации человека или объекта на изображении или видео. Она использует комбинацию методов, включая глубокое обучение, алго-

ритмы компьютерного зрения и обработку изображений. Эти технологии применяются для того, чтобы система могла обнаруживать, распознавать и проверять лица на цифровых изображениях или видео. В последние несколько лет распознавание лиц привлекает пристальное внимание и было признано одним из наиболее перспективных приложений в области анализа изображений.

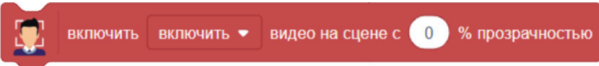
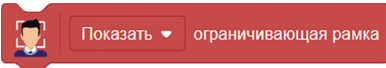
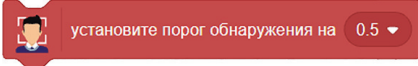
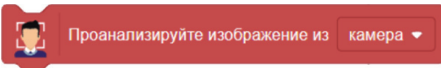
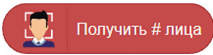
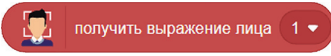
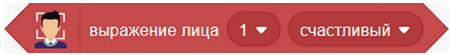
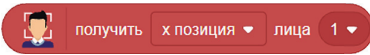
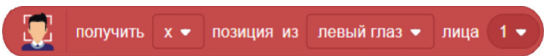
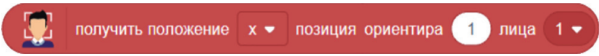
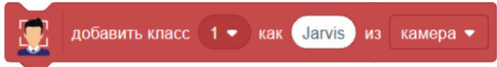
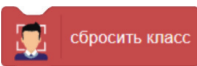
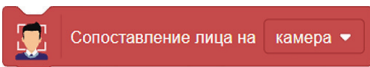
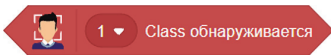
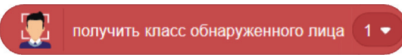
Процесс распознавания лиц состоит из нескольких этапов:

1. **Обнаружение лица.** Для этого используются нейронные сети, обученные находить лица на изображениях.
2. **Нахождение ключевых точек лица.** После того как лицо обнаружено на изображении, оно преобразуется до стандартного положения, где ключевые точки, такие как нос, глаза, рот, находятся в определенных заранее заданных участках изображения.
3. **Определение вектора лица.** На этом этапе нейросеть высчитывает для конкретного лица вектор его признаков. По сути, лицу присваивается набор чисел, полученных из его различных характеристик, которые определяет нейронная сеть.
4. **Идентификация.** На этом этапе система сравнивает полученный ранее вектор с другими векторами из базы. Чем меньше разница между числами, тем выше вероятность совпадения.

В программе PictoBlox возможно распознавание следующих эмоций: злость, отвращение, страх, счастье, грусть, удивление. В таблице приведены основные блоки расширения для распознавания лиц программы PictoBlox, позволяющего обнаруживать и распознавать человеческие лица с помощью распознавания лицевых ориентиров [12, 13].

Таблица

Описание блоков PictoBlox из расширения распознавания лиц

№ п/п	Блок	Описание блока
1	 включить видео на сцене с 0 % прозрачностью	Включает видео на сцене с помощью блока прозрачности (%); позволяет управлять трансляцией с камеры на сцене
2	 Показать ограничивающая рамка	Включает/отключает автоматическое отображение поля при распознавании лиц на сцене
3	 установите порог обнаружения на 0.5	Используется для установки порога достоверности (точности) распознавания лиц: 0 означает низкую достоверность, 1 — высокую. С помощью порогового значения можно установить уровень достоверности, необходимый для распознавания лиц
4	 Проанализируйте изображение из камера	Анализирует изображение и сохраняет информацию о лице локально; к этой информации можно получить доступ с помощью других блоков, аналогичных компьютерному зрению
5	 Получить # лица	После анализа изображений можно использовать этот блок, чтобы получить количество лиц, распознанных на изображении
6	 получить выражение лица 1	Сообщает о распознанном выражении выбранного лица. Если выбранное лицо не обнаружено, выдается сообщение NULL
7	 выражение лица 1 счастливый	Проверяет, есть ли на выбранном лице определенная эмоция или ее нет: злость, отвращение, страх, счастье, грусть, удивление. Если эмоция совпадает, то блок возвращает true; в противном случае — false
8	 получить x позиция лица 1	Сообщает следующие атрибуты лица: координату x, координату y, ширину, высоту
9	 получить x позиция из левый глаз лица 1	Сообщает о положении по осям x и y выбранной точки на выбранной грани
10	 получить положение x позиция ориентира 1 лица 1	Сообщает положение x и y выбранного ориентира (номер от 1 до 68) выбранного лица
11	 добавить класс 1 как Jarvis из камера	Позволяет пользователю добавить конкретное лицо в базу данных с камеры или сцены. Пользователь также может указать имя лица с помощью аргумента. При сохранении лицо, добавленное в базу данных, также сохраняется в файле PictoBlox
12	 сбросить класс	Удаляет все сохраненные базы данных изображений для распознавания лиц
13	 Сопоставление лица на камера	Используется для сопоставления входного изображения с камеры или видеозаписи сцены с сохраненными классами, ранее сохраненными в базе данных. Также сохраняет все данные о лицах в PictoBlox для доступа других блоков
14	 1 Class обнаруживается	Используется для проверки принадлежности входного изображения к одному из ранее определенных классов. Класс, с которым будет выполняться проверка, можно задать с помощью выпадающего меню
15	 получить класс обнаруженного лица 1	Используется для определения класса входного лица, обнаруженного в результате анализа

Можно предложить следующие идеи для проектов, демонстрирующих обучающимся возможности технологии распознавания лиц:

- **Распознай эмоцию.** Человек показывает на камеру свою эмоцию, а спрайт ее озвучивает [3].
- **Распознай, сколько лиц на фотографии.** Демонстрируется на фоне или через веб-камеру фотография с несколькими лицами. Спрайт определяет, сколько лиц на фотографии и какие у них эмоции.
- **Диалог с виртуальным другом.** Это творческий проект. В зависимости от эмоции человека происходит диалог со спрайтом.
- **Умный дом.** На первом этапе запоминается лицо. На втором этапе запрашивается изображение с веб-камеры. В зависимости от результатов распознавания дверь открывается или выдается сообщение, что доступ запрещен.

5. Заключение

Реализация курса внеурочной деятельности «Программируем, учимся и играем!» с использованием среды программирования PictoBlox будет способствовать развитию у обучающихся алгоритмического, логического и системного мышления, формированию у них творческого подхода к решению задач, культуры пользования информационными и коммуникационными технологиями, умений и навыков проектной и исследовательской деятельности, а также даст возможность обучающимся готовить и представлять цифровые проекты (игры и приложения) с элементами искусственного интеллекта на конкурсах различного уровня.

Список источников

1. Босова Л. Л. О новых подходах к изучению школьной информатики в условиях цифровой трансформации общества // Информатика в школе. 2022. № 4. С. 5–14. EDN: DKRLZV. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-4-5-14.
2. Босова Л. Л., Босова А. Ю., Филиппов В. И. «Программируем, учимся и играем!». Программа курса внеурочной деятельности для учащихся III–VI классов // Информатика в школе. 2021. № 6. С. 3–15. EDN: PPFNPU. DOI:10.32517/2221-1993-2021-20-6-3-15.
3. Дегтярева Е. В. Машинное обучение и искусственный интеллект в PictoBlox // НОВАТОР. 25 июля 2021. <https://novator.team/post/1593>
4. Конференция по искусственному интеллекту. 4 декабря 2020 года. <http://www.kremlin.ru/events/president/news/64545>
5. Методические материалы для реализации программы внеурочной деятельности «Программируем, учимся и играем!» // УМК «Информатика». Авторы Босова Л. Л., Босова А. Ю. Официальный сайт. <https://bosova.ru/metodist/authors/informatika/3/scratch.php>
6. Национальная стратегия. Искусственный интеллект Российской Федерации. <https://ai.gov.ru/national-strategy/>
7. Обиденков Ю. Н., Шевчук М. В., Костякова В. Г. Погружение в основы программирования с использованием готовых модулей машинного обучения и искусственного интеллекта // Инженерное образование в цифровом обществе. Материалы Международной научно-методической конференции (Минск, 14 марта 2024 года). В 2 ч. Мн.: Белорусский государственный университет информатики и электроники, 2024. С. 270–271. EDN: AYSYHW. https://libelddoc.bsuir.by/bitstream/123456789/55056/1/Obydenkov_Soft_immersion.pdf
8. Склярова Н. Ю., Бродовская Е. В., Огнев А. С., Лукушин В. А. Эффекты и перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в российскую систему школьного образования // Преподаватель XXI век. 2023. № 3–1. С. 146–160. EDN: EVFPXY. DOI: 10.31862/2073-9613-2023-3-146-168.
9. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>
10. Филатова О. Н., Зиновьева О. Н., Гринина М. В. Инновации в профессиональном образовании // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 77–2. С. 376–379. EDN: VBDKQR.
11. Филатова О. Н., Феофанова Т. Д., Маркова А. Д. Педагогический Кванториум как средство повышения цифровых компетенций // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. 2022. № 1 (59). С. 61–64. EDN: ZAYBQR. DOI: 10.46845/2071-5331-2022-1-59-61-64.
12. Face Detection — Blocks, Python Functions, Projects | PictoBlox Extension // STEMPedia Education — Community, Learning Resources & Courses. <https://ai.thestempedia.com/extension/face-detection/>
13. PictoBlox Documentation: Get Started with Block Coding, Python, AI Projects & More // STEMPedia Education — Community, Learning Resources & Courses. <https://ai.thestempedia.com/docs/pictoblox/>
14. PictoBlox: Learn coding and program robots online (Веб-версия программы PictoBlox). <https://pictoblox.ai>