

**Заключение.** В данной работе осуществлена разработка, создание рабочей программы, изготовление, отладка действующего макета подсистемы роботизированного сбора информации об уровне газов и температуры в шахте ОАО «Беларуськалий» на микроконтроллерном управлении. Устройство моделирует основные функции контролирования за различными датчиками и устройствами, входящими в периферию электронной системы. Позволяет смоделировать различные функции и задачи по исследованию штреков шахт и уровня газов и температуры.

Вся отладочная информация будет поступать на компьютер только при подключении к нему микроконтроллера через USB-интерфейс. Таким образом, устройство может работать автономно через подключенный сетевой блок питания, но в этом случае становится недоступной отладочная информация.

#### Список цитируемых источников

1. Калийные минеральные удобрения оптом [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kali.by>. — Дата доступа: 25.03.2020.
2. Петин, В. А. Практическая энциклопедия Arduino / В. А. Петин, А. А. Биняковский. — 2-е изд. — М. : ДМК Пресс, 2020. — 166 с.

УДК 004.93.12

М. Ю. Сеч, О. И. Наранович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

### РАСПОЗНАВАНИЕ РАСТЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Введение.** В Республике Беларусь разработка и применение методов и средств искусственного интеллекта ведется с 70—80 годов прошлого века. Пионером в сфере распознавания изображений, создания цифровых карт, распознавания и синтеза речи был Институт технической кибернетики АН БССР (ныне — Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси). В 2015 году на его базе создан Межведомственный исследовательский центр искусственного интеллекта. Работы в этом направлении выполняются ведущими университетами республики и рядом организаций, в числе которых MSQRD, AIMatter, Viber и EPAM. Появилось много стартапов, занимающихся машинным обучением, обработкой естественного языка, компьютерным зрением для медицины, финансового сектора, промышленности, строительства, транспорта, сельского хозяйства, туризма, экологии и других отраслей. Все это базируется на результатах работ отечественных исследователей и успехов образования в этой сфере [1].

Применение искусственных нейронных сетей (далее — ИНС) для распознавания образов является одной из многочисленных областей нейроинформатики, содержанием которой служит разработка и исследование методов решения самых разнообразных задач. Искусственные нейронные сети используются и активно применяются там, где обычные алгоритмические решения оказываются неэффективными или вовсе невозможными, например, в таких областях, как анализ и обработка сигналов, распознавание изображений, управление технологическими процессами, фильтрация шумов, робототехника, медицинская диагностика, контекстная реклама в Интернете, системы видеонаблюдения и др. [2].

Искусственные нейронные сети созданы по аналогии с биологической нейронной сетью человеческого мозга и состоят из элементов, функциональные возможности которых подобны элементарным функциям биологических нейронов, их организация соответствует анатомии человеческого мозга. Искусственные нейронные сети обладают рядом характеристик, свойственных мозгу: учатся на опыте, обобщают предыдущие и новые примеры и абстрагируют основные характеристики ряда данных.

Для внедрения искусственного интеллекта в различные отрасли под каждую решаемую задачу нужны огромные базы данных — так называемые обучающие выборки, размеченные людьми-экспертами. Это самый сложный и дорогой процесс, так как необходимо привлекать большое количество экспертов, которые будут размечать и аннотировать эти изображения. Этот процесс занимает 70—95 % стоимости в разработке нейросетевых интеллектуальных алгоритмов. Если снизить хотя бы на порядок количество необходимых примеров для обучения таких алгоритмов, то данная часть работы будет стоить в десять раз дешевле. Понятно, что тем самым мы сделаем возможным более быстрое и широкое распространение этих алгоритмов в коммерческих приложениях [3].

Целью данной работы является разработка приложения с использованием ИНС для распознавания двух видов растений.

Достижение поставленной цели требует решения следующих задач: построение и обучение ИНС на базе подготовленных материалов, создание клиент-серверного приложения с удобным пользовательским интерфейсом.

В разработанном проекте используется система распознавания объектов с учителем, которую можно разделить на две части: обучение и распознавание. В процессе обучения системы ей предъявляются различные объекты с указанием, где данный объект находится на изображении, а также к какому классу относится. Нами была использована сверточная нейронная сеть, которая может применяться для решения ряда задач прикладной биологии растений, требующих сложных аналитических и математических вычислений. Данный тип сети с высокой достоверностью и точностью зарекомендовал себя (коэффициент детерминации сравнения оценок специалиста-биолога и нейронной сети составил 0,66 и 0,91 соответственно) в обработке больших данных и различных визуальных образов принадлежности растений к определенному виду [4]. Сверточные нейронные сети имеют однонаправленную многослойную структуру, где нейроны соседних слоев связаны посредством механизма пространственной локализации.

При разработке проекта использованы языки программирования C# и JavaScript, фреймворк ASP.NET Core, библиотека для создания пользовательских интерфейсов JavaScript React, библиотека для машинного обучения TensorFlow, библиотека TensorFlow Object Detection API, среда разработки Visual Studio 2019.

**Основная часть.** Для решения поставленных задач было разработано клиент-серверное приложение, предназначенное для распознавания ростков пшеницы и рапса. Приложение предоставляет возможность пользователю распознать росток на фото при размещении и дальнейшей обработке на веб-сервере. Для этого построена ИНС, способная распознавать на изображении ростки пшеницы и рапса, основываясь на отличительных особенностях каждого растения.

Для работы приложения клиент-серверной архитектуры необходимо запустить сервер при наличии .NET CORE 3.0 и видеокарты с поддержкой NVIDIA Cuda. Сервер и клиент обращаются по протоколу HTTPS. При запуске приложения будет показан адрес и порт, по которому необходимо подключиться с помощью браузера. После успешного запуска сервера пользователь может открыть сайт по заданному адресу. Для выбора изображения необходимо нажать кнопку «Загрузить». В результате будет открыто окно с выбором изображения. После нажатия на кнопку «Найти» будет запущен процесс обработки изображения на сервере. А в это время на клиенте будет показана строка загрузки. После обработки информации на странице будет выведено итоговое изображение и информация о количестве ростков пшеницы и рапса, взошедших на площади в 1 м<sup>2</sup>. Итог локализации расположения объектов на изображении представлен на рисунке 1.

Для работы приложения необходимо установить ядро Python 3.5. Для загрузки обучающей выборки необходимо переместить все подготовленные заранее эталонные изображения пшеницы и рапса в папки, находящиеся по пути «Обучение/images/train» и «Обучение/images/test». Далее необходимо выделить ростки пшеницы и рапса на всех изображениях для обучения, обозначив их английскими названиями (“wheat” — для пшеницы, “rapeseed” — для рапса), используя созданное приложение.

Процесс обучения ИНС занимает около двадцати четырех часов. На рисунке 2 показано, как с изменением количества эпох обучения уменьшается общая погрешность распознавания растений на изображении нейронной сетью, а также разница в погрешности между эпохами.

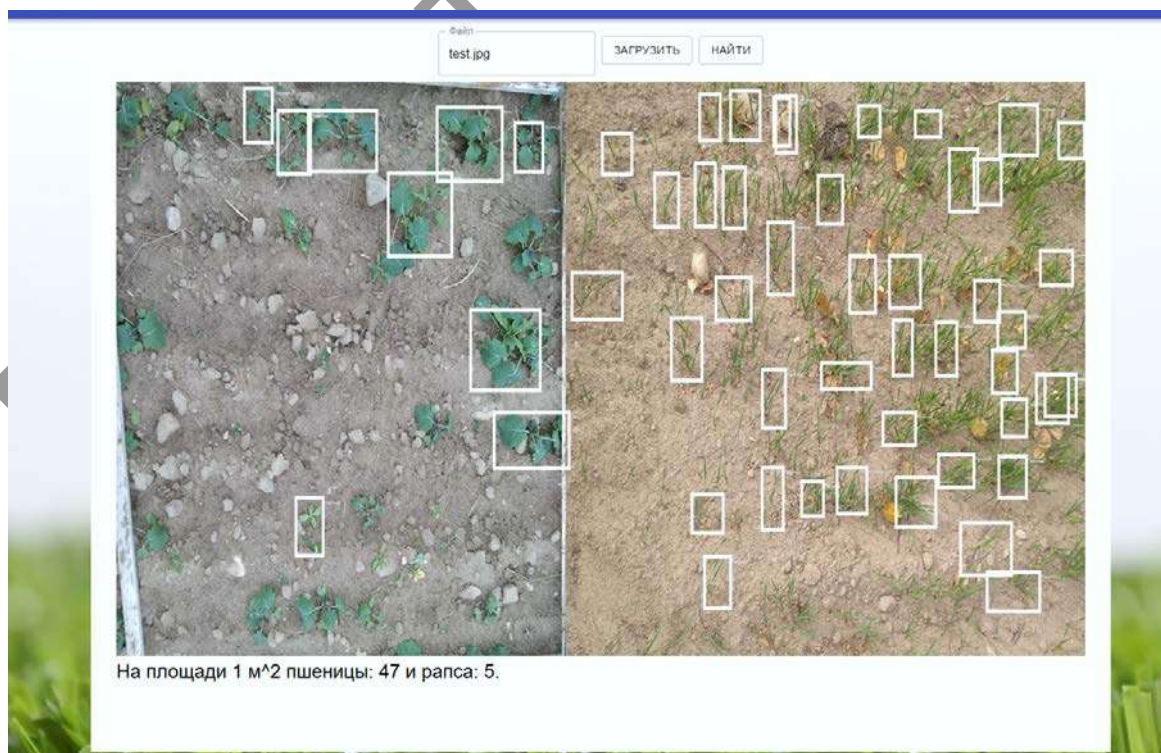


Рисунок 1 — Итог локализации объектов на изображении



Рисунок 2 — График процесса обучения нейронной сети

После того как программа закончит обучение, необходимо сохранить результат обучения в файл с нейронной сетью. Далее файл, находящийся по пути «Обучение/inference\_graph», необходимо переместить на сервер по пути “ml/”, предварительно переименовав в файл “savedModel.pb”. Теперь приложение готово к распознаванию загружаемых фотографий.

**Заключение.** Разработанное приложение позволяет находить и распознавать пшеницу и рапс на загруженном изображении, а также подсчитывать их количество. В данном проекте для защиты информации используется протокол HTTPS для связи клиента с сервером и обеспечивает конфиденциальность обмена данными между сайтом и пользовательским устройством.

Достоинствами данного проекта являются возможность обслуживания сервером одновременно нескольких пользователей и высокая достоверность распознавания ростков при отсутствии необходимости наличия высококвалифицированных специалистов.

#### Список цитируемых источников

1. Абламейко, М. Правовое регулирование взаимодействия систем искусственного интеллекта и человека / М. Абламейко, С. Абламейко // Наука и инновации. — 2020. — № 1. — С. 40—44.
2. Терехов, В. А. Нейро-сетевые системы управления : учеб. пособие для вузов / В. А. Терехов, Д. В. Ефимов, И. Ю. Тюкин. — М. : Высш. шк., 2002. — 183 с.
3. Искусственный интеллект обучит себя сам [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/articles/iskusstvennyj-intellekt-obuchit-sebja-sam-v-mire-nauki-11-2019>. — Дата доступа: 02.04.2020.
4. Бондаренко, В. Ю. Фенотипирование укореняющихся черенков декоративных растений при помощи машинного обучения / В. Ю. Бондаренко, Д. А. Пржевальская // Молодежь в науке — 2019 : тез. докл. XVI Междунар. науч. конф. молодых ученых (Минск, 14—7 окт. 2019 г.). — Минск : Беларус. навука, 2019. — С. 106—108.

УДК 004.771

Е. В. Соловей, А. Н. Брезина, Д. В. Ломако, А. А. Малышко  
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## ОБЛАЧНОЕ ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ В БУХГАЛТЕРИИ

**Введение.** Актуальность темы облачного хранения данных в бухгалтерии довольно высока. Облачные информационные технологии не так давно начали внедряться, но уже пользуются спросом. На основе наших данных есть вывод, что в Республике Беларусь государственная поддержка такой концепции отсутствует. Мы считаем, что в будущем эта проблема разрешится.