

XIX Научно-технический конкурс учащихся «Открытый мир. Старт в науку»
2022-2023 гг.

Проектная работа

**На тему: «Перспективы использования машинного обучения в
сельском хозяйстве»**

**Автор: Семиков Тимофей Павлович,
ФГБОУ ВО РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева
«Технологический колледж»,**

Научный руководитель работы: ассистент кафедры статистики и кибернетики
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Токарев Виктор Сергеевич

г. Москва

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В	4
СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	4
2. РАЗРАБОТКА ВЭБ-ПРИЛОЖЕНИЯ МОДЕЛИ	8
МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	13

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство – самая древняя отрасль материального производства, которая возникла примерно 4000 лет назад, когда в самых разных районах земного шара человек начал одомашнивать животных и выращивать некоторые виды растений.

Эта отрасль играет в жизни человека огромную роль. Она поставляет продукты питания, обеспечивает пищевую, легкую, кожевенно-обувную промышленность сырьём. На протяжении всей истории человечества абсолютное большинство людей было занято именно в этой отрасли хозяйственной деятельности. Да и сегодня несмотря на то, что в развитых странах сельское хозяйство, благодаря развитию науки, технологий, автоматизации, вышло на более высокий уровень и трансформировалось в агропромышленный бизнес, в подавляющем большинстве развивающихся стран значительная часть территории занята сельскохозяйственными угодьями, и от 70 до 90% населения занято именно в этой сфере.

Агробизнес в России достиг определенной зрелости, о чем свидетельствуют стабилизация уровня инвестиций в сельское хозяйство и рост конкуренции среди производителей сельхозпродукции. В АПК растет объем и качество применения современных технологий, в том числе систем сбора, хранения и обработки данных. Применяются данные со спутников, датчиков, из операционных и транзакционных систем. При этом увеличивается как объем данных, так и потребность в их качественной обработке и достоверных выводах, на которые можно полагаться, принимая решения. В результате появляется спрос на промышленные аналитические системы и, в частности, углубленную аналитику.

Кроме того, на текущем этапе развития технологий, всё большей популярностью в сельском хозяйстве пользуется машинное обучение. Создаются новые модели, которые прогнозируют самые разные показатели. Повышение урожайности, картографирование полей, роботизация сельхозтехники, интеллектуальный мониторинг посевов и культур, прогнозирование — машинное обучение превращает сельское хозяйство из интуитивной практики в систему точного управления ресурсами.

1. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Машинное обучение в сельском хозяйстве может использоваться, прежде всего, для совершения спутниковых снимков и последующего их анализа. Снимки позволяют определить ареал распространения культур и влияние климатических изменений на сельское хозяйство. Например, разработчики из Минска с помощью ML и спутников создали бесплатную карту для точного земледелия OneSoil, представленную на рисунке 1 [4]. Она содержит данные за три года (2016-2018) о 60 миллионах полей и 27 культурах в 44 странах Европы и США. Карта позволяет отслеживать, как развивались посевы на уровне регионов и стран, детально рассматривать поля и видеть, что на них растет, а также замерять NDVI (показатель здоровья растения, вычисляемый по способности к фотосинтезу) до сбора урожая [3]. Индекс NDVI и карта здоровья поля помогают понять, на каких участках поля есть неоднородность в развитии культуры.

При создании карты использовали снимки спутника Sentinel-2 программы Copernicus. Для работы с данными и статистикой — базу данных PostgreSQL с расширением PostGIS. Для визуализации — сервис Mapbox. Всего OneSoil обработали 250 ПБ информации.

Сначала изображения очистили от теней, снега, облаков, после — идентифицировали границы полей и классификации культур на моделях ML. Затем с полученными векторными картами работал девелопер.

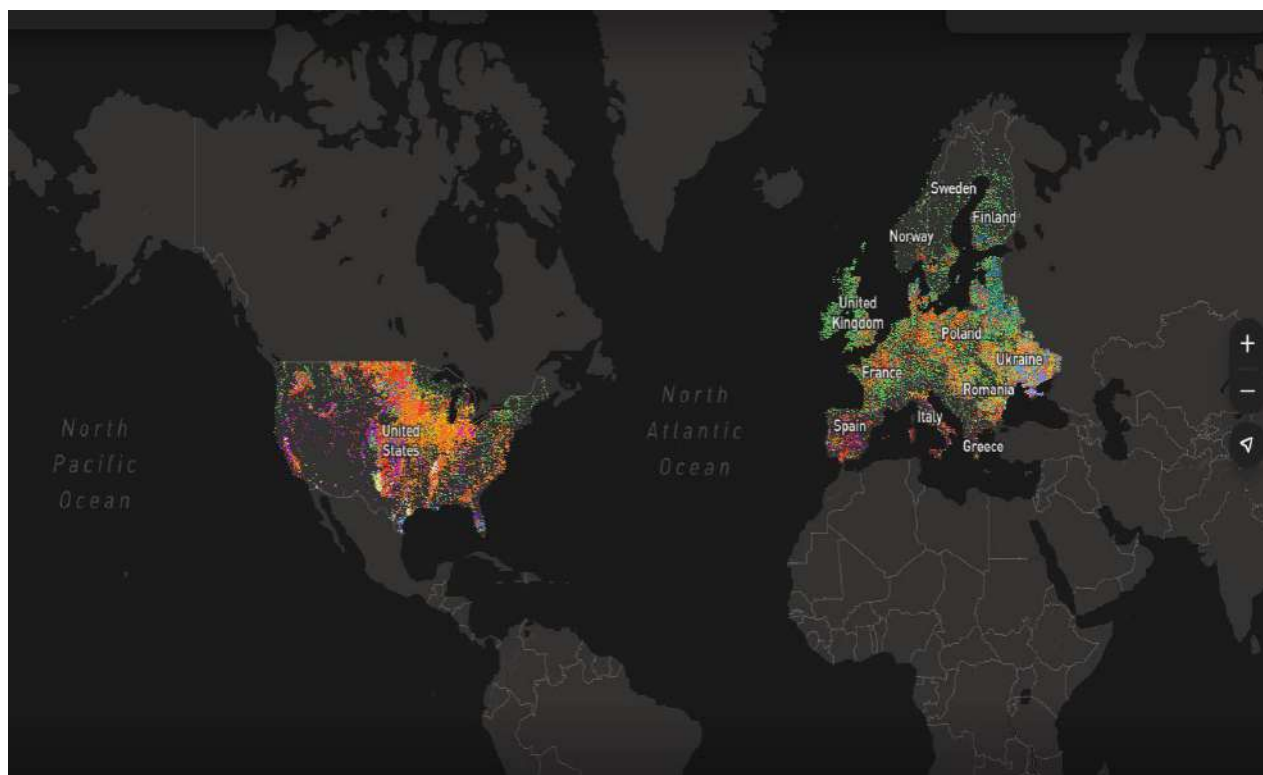


Рисунок 1 – Карта для точного земледелия OneSoil

Кроме того, машинное обучение и цифровые инструменты могут быть использованы для точного земледелия.

Координатное земледелие чаще называют точным или топоориентированным земледелием, земледелием по предписанию, точным сельским хозяйством, аккуратным сельским хозяйством [1]. Такая технология стала возможной благодаря развитию средств связи, спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС, компьютеризации и использованию навигационных и информационных технологий в области автоматизации сельскохозяйственного производства. Стержнем технологии являются специальные программы для агроменеджмента на базе геоинформационных систем (ГИС), позволяющие снимать, обрабатывать и накапливать информацию о местоположении техники и характеристиках сельскохозяйственных угодий.

Для эффективного использования данного вида агротехнологий в режиме реального времени и в будущем создается адаптированная к конкретным условиям хозяйства система поддержки принятия решений (СППР). Специализированное программное обеспечение обрабатывает поступающую от

навигационных и различных контрольных и диагностических систем информацию, создаёт и заполняет технологические карты полей, предоставляя пользователю необходимые экономические расчеты и справочную информацию [2].

Решения для полевой аналитики могут предсказать и повысить производительность каждого сантиметра поля.

Например, созданная в 2014 году израильская компания Prospera использует computer vision и deep learning (глубокое обучение), чтобы точно определить, сколько воды нужно растениям. Системы Prospera, установленные в теплицах или в поле, применяют проксимальную камеру RGB, солнечную панель, а также датчики температуры, влажности и света (излучения). Камеры следят за растениями 24/7. Когда находят проблему — отправляют фотографии и данные датчиков в облако. Затем система анализирует данные, создает сводку в приложении и информирует фермера. Он может оперативно решить проблемы ирригации, вредителей, болезней, дефицита питательных веществ. Еще одно преимущество — технология работает и для вертикальных (закрытых) ферм, которым обычно не помогают спутниковые изображения или фотографии, полученные с помощью беспилотников [5].

Следующий важный аспект, требующий внимания - роботизация сельскохозяйственной техники. Одна из ключевых задач агроботов — борьба с сорняками.

Компания Blue River Technology использует платформу машинного обучения для умной технологии опрыскивания See & Spray. Эта технология научилась отличать хлопчатник от сорняков по признакам, которые почти незаметны человеку. Она позволяет распыскивать химикаты только на сорняки, не полагаясь при этом на расстояние или цвет [6].

Нейросеть с поддержкой PyTorch анализирует каждый кадр в режиме реального времени, чтобы определить сорняки и посеы, сопоставив их местоположение. See & Spray оценивает внесенный гербицид, вносит коррективы и учится в процессе.

Для обучения ML-алгоритмов, инженеры создали набор внутренних библиотек поверх PyTorch.

Компания планирует регулярное тестирование для повышения производительности своих моделей с помощью платформы Weights & Biases, которая упрощает визуализацию моделей PyTorch во время обучения.

Роботизация агротехники связана с GPS-навигацией: для работы системам нужна высокая точность геопозиции (до сантиметра).

Таким образом, использование различных инструментов машинного обучения в сельском хозяйстве позволит товаропроизводителям существенно снизить затраты в разрезе на единицу посевной площади, а также решит проблемы ирригации, вредителей, болезней и дефицита питательных веществ в почве. Кроме того, машинное обучение в агропромышленном секторе – правильный путь к зелёной экономике.

2. РАЗРАБОТКА ВЭБ-ПРИЛОЖЕНИЯ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

При создании вэб-приложения модели машинного обучения использовались язык программирования Python, а также следующие библиотеки: Streamlit, TensorFlow.

Streamlit – это фреймворк Python с открытым исходным кодом, используемый для развертывания моделей машинного обучения в различных веб-приложениях всего в несколько строк кода.

Среди самых важных функций библиотеки Streamlit выделяют нижеизложенные:

1. Использование сценариев. Позволяет создать интерактивное веб-приложение с помощью нескольких строк кода и автоматически обновляет вэб-приложение при внесении каких-либо изменений в код. Это происходит с API, предоставляемым этим фреймворком.
2. Взаимодействие. Простота в добавлении виджетов в вэб-приложении.
3. Мгновенное развертывание. Платформа обмена Streamlit помогает легко развертывать приложения и управлять ими.

Вторая используемая в работе библиотека - TensorFlow. Это открытая программная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов, достигая качества человеческого восприятия.

Главная особенность библиотеки заключается в том, что TensorFlow предлагает несколько уровней абстракции на выбор в соответствии с потребностями. Создавать и обучать модели можно с помощью высокоуровневого API Keras можно, который упрощает начало работы с TensorFlow и машинным обучением. Для больших задач обучения машинному обучению используются API стратегии распределения для распределенного обучения на различных конфигурациях оборудования без изменения определения модели.

В работе также использовалась нейросеть EffecientNetB0, импортированная из библиотеки TensorFlow, обученная на тысячах различных изображений.

EffecientNetB0 является сверхточной нейронной сетью, которая обучена более чем на миллионе изображений из базы данных ImageNet. Сеть может классифицировать изображения в 1 000 категорий объектов, таких как клавиатура, мышь, карандаш и многие животные. В результате сеть изучила богатые представления функции для широкого спектра изображений.

Данная нейросеть полагается на AutoML и комплексное масштабирование для достижения превосходной производительности без ущерба для эффективности использования ресурсов. Платформа AutoML Mobile помогла разработать базовую сеть мобильного размера EfficientNet-B0, которая затем была улучшена с помощью метода комплексного масштабирования для получения EfficientNet от B1 до B7.

Что же касается вэб-приложения, то оно создаётся локально – только на устройстве разработчика. Кроме того, имеется потенциальная возможность загрузки данного приложения на хост вэб-приложений для использования множеством людей. Однако в виду технических сложностей, возникших в процессе реализации продукта, выполнить эту задачу не удалось.

Изучим интерфейс приложения, представленный на рисунке 2.

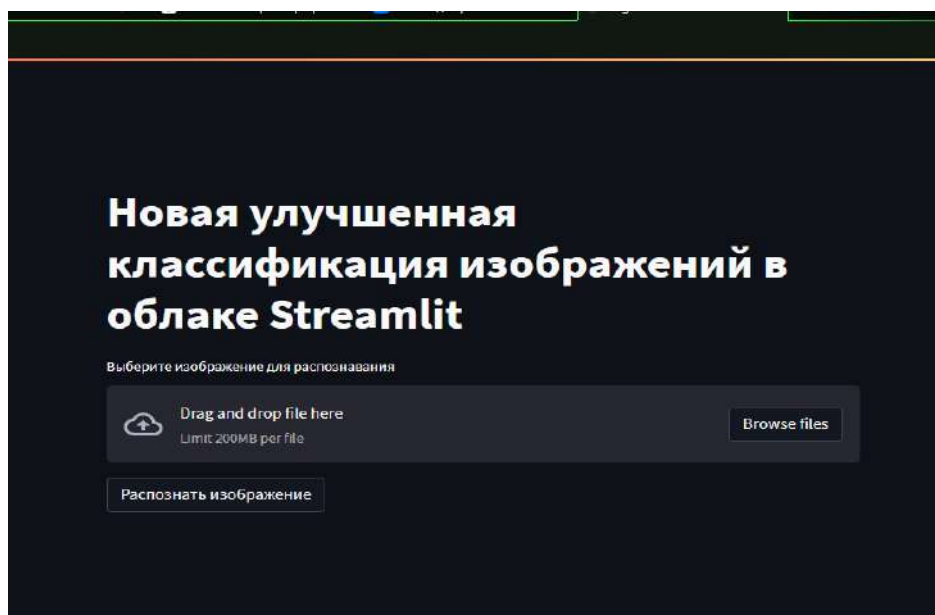


Рисунок 2 – Интерфейс вэб-приложения

Пользовательский интерфейс максимально простой и удобный: имеется область (кнопка) для загрузки файла, её описание, а также кнопка распознавания изображения.

Далее загрузим изображение, скаченное из интернета для тестирования работы приложения (рисунок 3).

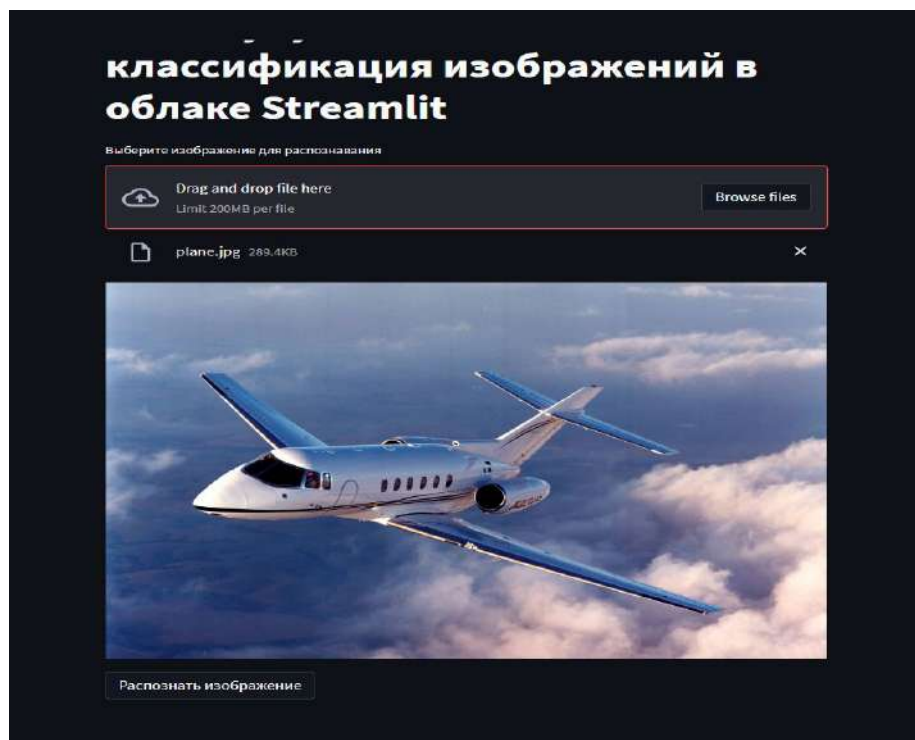


Рисунок 3 – Загрузка файла с изображением в веб-приложении

После загрузки файла с изображением нажимаем на кнопку «распознать изображение» и получаем следующие результаты:

Airliner 0,749;

Space shuttle 0,0670;

Wing 0,037.

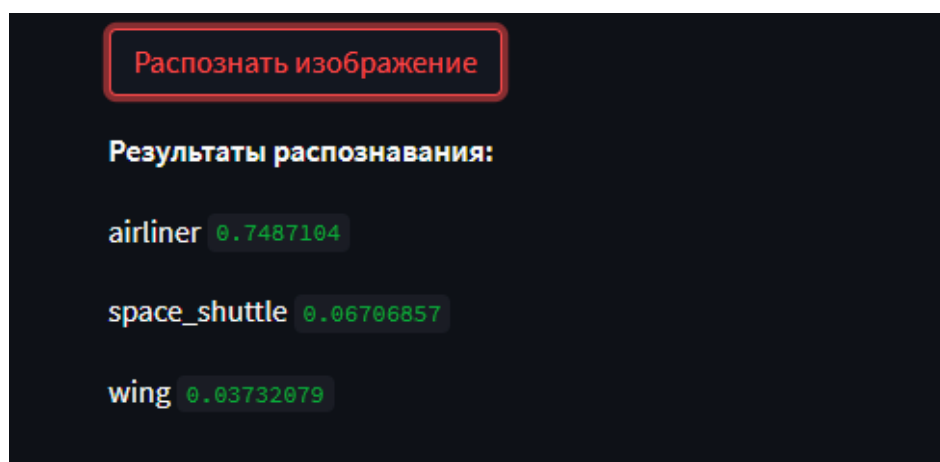


Рисунок 4 – Результаты распознавания изображения

Таким образом, мы получаем три потенциально возможных названий классов объекта, изображенных на рисунке 4: самолёт, космический шаттл и крылья. Справа от названий классов объекта видим вероятность. В нашем случае, самая высокая вероятность наблюдается рядом с классом «самолёт» (airliner), то есть, можно сказать, что приложение распознало на изображении самолёт с вероятностью 74,9%.

В данном примере для демонстрации работы взб-приложения использовалось изображение самолёта. Для использования данного приложения в сельском хозяйстве необходимо дальнейшее совершенствование и обучение нейронной сети с использованием изображений, связанных с сельским хозяйством.

В перспективе подобное приложение может быть использовано для выявления сорняков, а также определения видов вредителей или болезни растения, что, в свою очередь, поможет разрешению множества проблем в сельском хозяйстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, в данной работе был изучен зарубежный опыт использования технологии машинного обучения в аграрном секторе, а также разработана представлена модель вэб-приложения, способная распознавать объект на представленном изображении.

Несмотря на то, что разработанное в рамках данной работы вэб-приложение на текущий момент не способно решить проблемы аграрного сектора, оно имеет довольно высокий потенциал в развитии «зелёной экономики» и требует дальнейшего совершенствования.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что повышение эффективности развития сельского хозяйства и «зелёной экономики» в целом возможно с помощью использования машинного обучения. Использование и анализ спутниковых снимков, применение позволяют определить ареал распространения культур и влияние климатических изменений на сельское хозяйство.

Кроме того, машинное обучение может и должно быть использовано для точного земледелия: решения для полевой аналитики могут предсказать и повысить производительность каждого сантиметра поля.

Необходимо отметить, что использование нейросетей в сельском хозяйстве обеспечит рациональное использование воды, удобрений и химикатов для борьбы с вредителями.

Таким образом, использование различных инструментов машинного обучения в сельском хозяйстве позволит товаропроизводителям существенно снизить затраты в разрезе на единицу посевной площади, а также решит проблемы ирригации, вредителей, болезней и дефицита питательных веществ в почве. Кроме того, машинное обучение в агропромышленном секторе – правильный путь к зелёной экономике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабанов В. И., Железова С. В., Березовский Е. В., Беленков А. И., Егоров В. В. Навигационные системы в сельском хозяйстве. Координатное земледелие. Под общ. ред. проф. В. И. Балабанова. Допущено УМО по агрономическому образованию. — М.: Из-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. 143 с.
2. Якушев В. В. ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА. — СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016 год. — 364 с.
3. Leah H. Schinasi, Tarik Benmarhnia, Anneclaire J. De Roos. Modification of the association between high ambient temperature and health by urban microclimate indicators: A systematic review and meta-analysis // Environmental Research, 2018, 168 p.
4. Официальный сайт белорусской компания OneSoil. - Режим доступа: <https://blog.onesoil.ai/ru/we-created-onesoil-yield>
5. Официальный сайт израильской компании Prospera. – Режим доступа: <https://prospera.ag/solutions/>
6. Как роботы борются с вредными химикатами в сельском хозяйстве: история стартапа Blue River. – Режим доступа: <https://incrussia.ru/news/kak-roboty-boryutsya-s-vrednyh-himikatov-v-selskom-hozyajstve-istoriya-startapa-blue-river/>