

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОДБОРА НАИБОЛЕЕ ПОДХОДЯЩЕЙ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КУЛЬТУРЫ НА ОСНОВЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Денисов Егор Юрьевич, студент 1 курса бакалавриата Института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, degor267@mail.ru

Подлубный Владимир Юрьевич, студент 1 курса бакалавриата Института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, vovapodlubnyy@gmail.com

Гайсанов Магомед Абдурахманович, студент 1 курса бакалавриата Института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, immakedon@mail.ru

Научный руководитель – Ульянов Александр Евгеньевич, ассистент кафедры статистики и кибернетики Института экономики и управления АПК, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, aeulianckin@rgau-msha.ru

***Аннотация.** Статья посвящена созданию рекомендательной системы для выбора культур на основе физических и химических свойств почвы. Используются методы машинного обучения для повышения точности и оптимизации агропрактик.*

***Ключевые слова:** рекомендательные системы; машинное обучение; агрономия; почва.*

RECOMMENDATION SYSTEM FOR SELECTING THE MOST SUITABLE CROP FOR CULTIVATION BASED ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL USING MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES

***Denisov Egor Yurievich**, 1st year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro-Industrial Complex, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, degor267@mail.ru*

***Podlubnyy Vladimir Yurievich**, 1st year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro-Industrial Complex, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vovapodlubnyy@gmail.com*

***Gaisanov Magomed Abdurahmanovich**, 1st year undergraduate student of the Institute of Economics and Management of the Agro-Industrial Complex, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, immakedon@mail.ru*

Scientific advisor – Ulyankin Alexander Evgenievich, Assistant of the Department of Statistics and Cybernetics of the Institute of Economics and Management of the Agro-Industrial Complex, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, aeulianckin@rgau-msha.ru

Annotation. *This article discusses the development of a recommendation system for selecting crops based on soil properties. Machine learning methods are applied to improve precision and optimize agricultural practices.*

Key words: *recommendation systems; machine learning; agronomy; soil.*

Современные вызовы сельского хозяйства требуют адаптивных и высокотехнологичных решений. Потребность в увеличении продовольственной безопасности, минимизации негативного воздействия на окружающую среду и рационального использования природных ресурсов подталкивает ученых и практиков к активному внедрению цифровых технологий. Одним из наиболее перспективных направлений является использование машинного обучения (МО) для анализа данных о почве, климате и растениях.

Разработка рекомендательных систем, которые помогают фермерам выбирать подходящие культуры, основываясь на характеристиках почвы и окружающей среды, может значительно улучшить продуктивность сельскохозяйственных угодий. Такие системы используют физико-химические свойства почвы как базовые данные для предсказания оптимального выбора культур и методик их выращивания. В данной статье подробно рассмотрены теоретические и практические аспекты разработки подобных систем, преимущества, ограничения и перспективы их применения.

Почва является ключевым компонентом агроэкосистемы. Ее свойства определяют, насколько эффективно растения могут поглощать питательные вещества, удерживать влагу и противостоять стрессовым факторам.

Машинное обучение предлагает уникальные инструменты для обработки больших объемов данных, выявления скрытых закономерностей и предсказания исходов. В контексте сельского хозяйства эти технологии играют важную роль в разработке точных рекомендаций для фермеров. Процесс разработки рекомендательных систем включает следующие этапы:

Прежде всего необходимо определить сбалансированность выборки. Количество наблюдений для каждого класса должно быть примерно одинаковым (Рисунок 1).

Отмечаем, что распределение идеальное и классы сбалансированы.

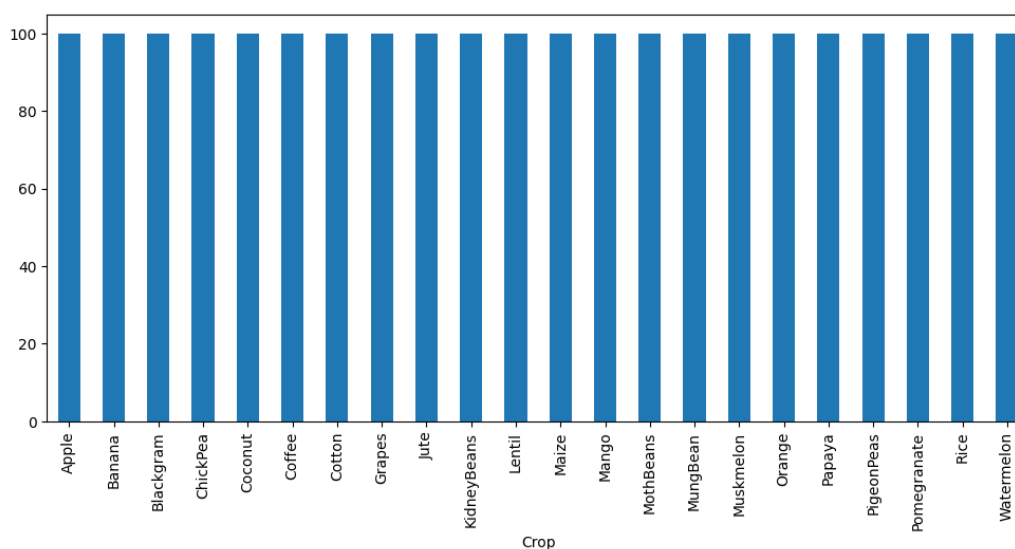


Рисунок 1 – Распределение наблюдений по классам таргета

Следующий этап – моделирование.

Для начала необходимо разбить исходные данные на обучающую и тестовую выборки, Оптимальным соотношением считается 70% на 30%. На обучающей выборке происходит процесс обучения модели машинного обучения, а на тестовой проверка и подсчет точности классификации.

Авторами было принято решение обучить несколько самых популярных моделей и выбрать из них наиболее точную (Рисунок 2):

1. Дерево решений
2. Метод опорных векторов
3. Случайный лес
4. Логистическая регрессия
5. Наивный Байесовский классификатор

	Методы МО	Точность классификации
0	Дерево решений	97.60
1	Метод опорных векторов	97.79
2	Случайный лес	88.64
3	Логистическая регрессия	88.64
4	Наивный Байесовский классификатор	99.61

Рисунок 2 – Точность алгоритмов

Для более точных результатов был произведен подсчет точности моделей с использованием кросс-валидации (Рисунок 3).

	Методы МО	Точность классификации	Точность классификации с учетом кросс-валидации
0	Дерево решений	97.60	98.82
1	Метод опорных векторов	97.79	98.50
2	Случайный лес	88.64	92.23
3	Логистическая регрессия	88.64	95.45
4	Наивный Байесовский классификатор	99.61	99.50

Рисунок 3 – Точность алгоритмов с использованием кросс-валидации

В результате получаем, что в обоих случаях самой точной моделью является Наивный Байесовский классификатор, а ее точность равна 99,6 без кросс-валидации и 99,5 с кросс-валидацией (Рисунок 4).

➡	Наивысшую точность классификации – 99.61%
	Дает модель МО – Наивный Байесовский классификатор
	Наивысшую точность классификации с учетом кросс-валидации – 99.5%
	Дает модель МО – Наивный Байесовский классификатор

Рисунок 4 – Наилучшая модель

Библиографический список:

1. Документация/ Гайд пользователя scikit-learn. –URL:https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html
2. Как выбирать алгоритмы для машинного обучения Microsoft Azure–URL:<https://habr.com/ru/companies/microsoft/articles/317512/>
3. Machine Learning & Big Data: Let's Find The Relationship Between Them.-URL:<https://habr.com/ru/articles/502896/>
4. Анализ международной практики внедрения цифровизации в агропромышленный комплекс национальных и наднациональных экономик, на примере стран с традиционно развитым сельским хозяйством : Аналитические материалы / М. Ю. Архипова, М. В. Кагирова, А. В. Уколова [и др.]. – Москва : Научный консультант, 2021. – 118 с. – ISBN 978-5-907477-35-3. – EDN MHZQYQ.
5. Уколова, А. В. Типизация личных подсобных хозяйств методом нейросетевого кластерного анализа / А. В. Уколова, Д. В. Быков // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 6. – С. 97-107. – DOI 10.32651/236-97. – EDN WIJZBS.
6. Хоружий, В. И. Разработка программного обеспечения для предиктивной аналитики в сельском хозяйстве / В. И. Хоружий, Д. В. Быков, А. В. Уколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 9. – С. 453-460. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-9-453-454. – EDN QJMUCY.