

УДК 667-12

ПРЕДСКАЗАНИЕ УСЛОВИЙ ОКРАШИВАНИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ НАТУРАЛЬНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННОГО ЦВЕТА

Веселяева Е.В. (Лицей № 226), Пигулевская А.Д. (Лицей № 226), Ряховская С.А. (Лицей № 226)

Научный руководитель – магистрант 2 года Дубровский И.С (ИТМО)

Введение. Использование искусственных красителей для ткани связано с рядом проблем, включая влияние на здоровье человека, возможность вызывать аллергии, гиперактивность и другие поведенческие проблемы, пагубное влияние процесса их производства на окружающую среду. Поэтому применение натуральных красителей становится все более востребованным. Однако на данный момент окрашивание ткани натуральными красителями является непредсказуемым процессом из-за того, что на конечный цвет влияет множество параметров, таких как: время окрашивания, температура, кислотность среды или использование вспомогательных реагентов.

На данный момент для решения задач предсказания результатов многих химических процессов активно используются различные алгоритмы искусственного интеллекта. Такие продвинутое алгоритмы как нейронные сети использовались для предсказания окрашивания тканей натуральными красителями для одинарных [1] и бинарных систем [2]. Однако, несмотря на актуальность области окрашивания тканей натуральными красителями, большинство существующих разработок в данной области имеют ряд недостатков. А именно:

- Ограниченный набор данных и рассмотрение только одинарных или бинарных систем, что значительно ограничивает область применения этих методов.
- Отсутствие открытого кода и/или данных. Также не существует сервиса, который можно было бы использовать по результатам данных работ. Это значительно ограничивает вклад таких работ в область и не позволяет валидировать или воспроизвести результаты.
- Отсутствие исследований влияния большинства факторов на результат окрашивания, а также влияния добавок, таких как соли металлов.

Основная часть. Данные проблемы решаются благодаря созданию системы, которая позволит пользователю задать желаемый цвет и получить рецепт окрашивания ткани, с помощью которого можно его получить. Для ее создания сначала были проведены эксперименты по окрашиванию хлопчатобумажных тканей при различных условиях, а именно: концентрация растворов, время окрашивания, изменение pH и наличие или отсутствие различных добавок, таких как соли меди, железа или танины, которые часто используются для изменения цветового диапазона окрашивания. Для окрашивания были использованы следующие натуральные красители: марена красильная (красный цвет), куркума (желтый цвет), бузина черная (черный цвет). Полученные после окрашивания цвета тканей сканировались с помощью специального оборудования (колориметра). После проведения достаточного количества экспериментов проводилась разработка предсказательной системы с помощью языка Python, которая с помощью алгоритмов искусственного интеллекта предсказывает условия окрашивания на основе желаемого цвета в формате RGB. На данный момент были созданы системы на основе алгоритмов Random Forest [3] и XGBoost [4]. Были получены следующие метрики: для Random Forest $R^2 = 0.79$, RMSE = 10.68, для XGBoost $R^2 = 0.82$, RMSE = 8.87. Полученные нами метрики на тестовой выборке свидетельствуют о высокой точности предсказаний. Далее планируется создание цифрового сервиса.

Выводы. Были проведены эксперименты по окрашиванию тканей натуральными красителями при различных условиях. Цвет всех полученных образцов тканей был переведен в цифровой формат и на основе полученных данных был создан датасет, содержащий 248 образцов. Итоговые метрики для предсказания условий окрашивания для заданного цвета хлопчатобумажной ткани достигали 0.82.

Список использованных источников:

1. Vadood, Morteza, and Aminoddin Haji. "A hybrid artificial intelligence model to predict the color coordinates of polyester fabric dyed with madder natural dye." *Expert Systems with Applications* 193 (2022): 116514.
2. Haji, Aminoddin, and Morteza Vadood. "Prediction of Color Coordinates of Cotton Fabric Dyed with Binary Mixtures of Madder and Weld Natural Dyes Using Artificial Intelligence." *Fibers and Polymers* (2023): 1-11.
3. Pedregosa, Fabian, et al. "Scikit-learn: Machine learning in Python." *the Journal of machine Learning research* 12 (2011): 2825-2830.
4. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 785–794). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>