

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА ПО ЦВЕТОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ОБЪЕКТА

*Спиридонова А.С.<sup>1</sup>, Бузмаков И.Д.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: spiridonova@tpu.ru*

<sup>2</sup>*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, группа 8Т92, e-mail: idb7@tpu.ru*

## Введение

В данной работе представлен анализ методов определения химического состава вещества по его цвету. Из курса общей химии известно, что при добавлении вещества в какой-либо раствор он изменяет цвет всего вещества. Это изменение цвета указывает на определенное содержание компонента и сохраняется в течение длительного времени. Полученная разница в цвете может быть преобразована в численное значение, которое обрабатывается, как аналитическая информация. При низком оптическом поглощении, регистрируется пропущенное световое излучение вещества через прозрачный датчик, который с высокой вероятностью, после обработки сигнала выдаёт верный результат.

Целью работы является изучение методов по определению химического состава вещества по его цвету; написание программного обеспечения для определения цветовых характеристик объекта.

Методы определения вещества в жидкостях очень актуальны и распространены в наше время: проверка состава воды в энергетических установках, очистка и кондиционирование воды, мониторинг окружающей среды, анализ крови на ионы лития и других металлов.

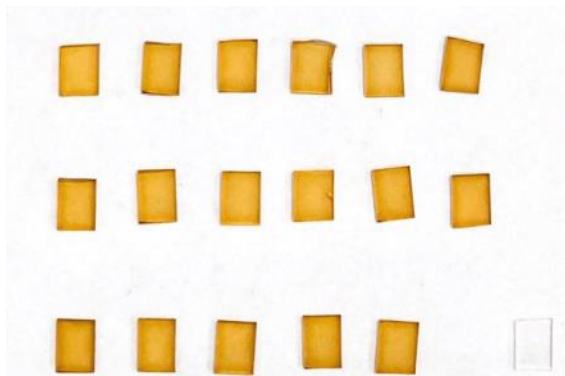
В классе оптических аналитических методов традиционно используют спектрофотометрию. В этом случае оценивают оптическую плотность растворов с последующим нахождением концентрации веществ.

Зачастую полученный оптический спектр настолько сложен, что его практически невозможно интегрировать. Кроме того, традиционные спектрофотометры нуждаются в пробоподготовке и имеют неудовлетворительные массогабаритные характеристики (более пяти килограмм), что ограничивает их применение для больших и быстрых испытаний.

## Цифровой цветометрический анализ

Цифровой цветометрический анализ – это оптический метод, в котором первичным измерительным преобразователем является оптод. Оптод – это оптическое сенсорное устройство, которое измеряет оптические характеристики вещества.

Используемые оптоды получают с помощью специальной установки при осуществлении радикальной полимеризации в виде пластинок толщиной 0,5-0,6 мм примеры оптодов приведены на рисунке 1.



*Рис. 1. Оптоды, используемые для цветометрического анализа*

Затем пластинки разделяются на части необходимого размера. После этого пластины помещаются в водный или водно-органический раствор определённой рН среды, в которой образуется окрашенный насыщенный комплекс, цвет которого находится в однозначном соответствии с содержанием

определённого компонента в образце. При цифровом описании цвета используют различные разработанные Международной комиссией по освещению стандартные цветовые модели, отличающиеся физическими способами воспроизведения цвета: RGB, HSL, XYZ и др. Проведения однокомпонентного цифрового цветометрического анализа и выбор цветовой модели подробно описано на рисунке 2. Также цифровой цветометрический анализ имеет возможность определения нескольких веществ в объекте одновременно.

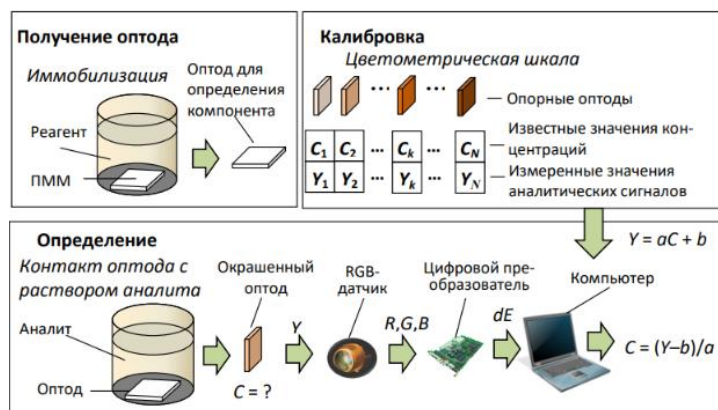


Рис. 2. Последовательность проведения однокомпонентного цифрового цветометрического анализа

### Разработка 3D модели новой установки

Для создания мобильной лаборатории была разработана 3D-модель установки (рис. 3), которая создаёт условия для качественного получения фотографии окрашенных оптодов.

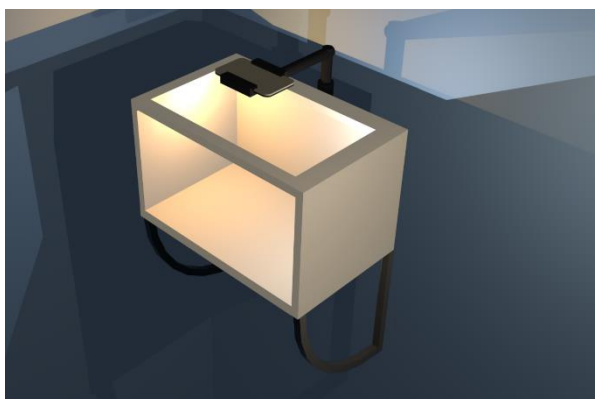


Рис. 3. 3D-модель установки

Данная установка состоит из светонепроницаемого матового белого корпуса со стенками, которые исключают попадание лишнего света, пыли или же других объектов, которые могут повлиять на качество снимка. В качестве RGB-датчика и цифрового преобразователя выступает камера смартфона. В верхней части установки расположено крепление для смартфона, позволяющее создавать фотографии без тени от смартфона. Также данная установка имеет металлическое крепление для установки в автомобиль и реализации мобильной лаборатории.

Так как эталонная шкала и измеряемые объекты находятся в данной установке при одинаковых условиях, то важным фактором является создание постоянного и равномерного освещения, которое осуществляется с помощью белых светодиодных лент, расположенных по периметру верхней крышки.

### Создание программного обеспечения

Для реализации определения вещества по цветовым характеристикам оптодов было создано десктоп приложение, которое работает по следующему алгоритму.

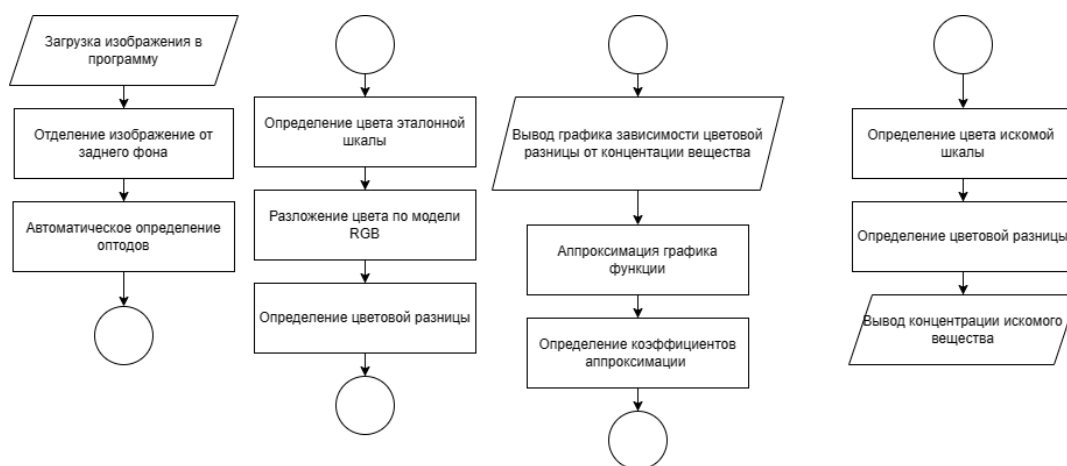


Рис. 4. Блок-схема алгоритма программы, определяющей концентрацию вещества

Из-за неоднородности окраски оптодов было принято решение брать средний цвет оптода, так как на границах изображения велико влияние качества изображения (оно может смешиваться с задним фоном), а в произвольной точке велико влияние того фактора, что оптод может окраситься неравномерно.

После написания кода, программа была протестирована на реальной окрашенных оптодах.

### Заключение

В ходе выполнения работы были получены знания о методах определения химического состава вещества, а также было написано программное обеспечение для автоматического определения концентрации вещества по его цветовым характеристикам.

Практическая ценность работы заключается в возможном повышении производительности выполняемых анализов по оценке качества промышленного сырья и продукции в самых различных отраслях, включая сельское хозяйство, пищевую и фармацевтическую промышленности. Разработанная программа может найти применение при проведении параллельного экспресс-анализа веществ.

### Список использованных источников

1. Muravyov S.V., Gavrilenko N.A., Spiridonova A.S., Silushkin S.V., Ovchinnikov P.G. Colorimetric scales for chemical analysis on the basis of transparent polymeric sensors // Journal of Physics: Conference Series. – 2010. – Vol. 238, 012051.
2. Спиридонова А.С., Силушкин С.В. Сравнение моделей цвета для цифрового цветометрического анализа с помощью оптических сенсоров // Датчики и системы, – 2015. – № 3. – С. 15-18.