

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

УДК 535.243.25

РАЗРАБОТКА СПЕКТРАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ СОСТАВА ЭТАЛОНУ В ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКИХ ОБРАЗЦАХ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А. И. АНДРЕЕВ, С. М. КОКИН, В. А. НИКИТЕНКО
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Контроль качества веществ и материалов, используемых в технических и в бытовых целях, выявление их соответствия техническим требованиям и санитарным нормам – важная в практическом отношении задача, которая решается различными методами. Ранее [1] нами была представлена информационно-аналитическая методика получения «факсимильного» спектрального образа объекта, картины, отражающей его состав, и являющейся уникальной для каждого продукта.

Например, схема анализа жидких объектов выглядит так: на специальную кювету с пробой попеременно направляется свет разных длин волн λ , а интенсивность люминесценции регистрируется на одной, заданной длине волны λ^* . Затем процедура повторяется для другого регистрируемого значения λ^* , и так далее: в итоге накапливается целая серия спектров возбуждения люминесценции. Результаты измерений представляются или в виде плоского изображения, одной из осей координат которого сопоставляется набор λ , а второй – набор λ^* . Увеличение интенсивности сигнала на рисунке отображается изменением цвета от синего до красного (рисунок 1, а, б). Можно также построить 3D-картину, по одной из осей координат которой откладывается длина волны λ , по второй – λ^* , излучаемого образцом, а по третьей (по вертикали) – интенсивность I этого излучения (люминесценции). Пример подобной картины представлен на рисунке 1, в. Изменение цвета здесь также отражает вариации интенсивности регистрируемого сигнала.

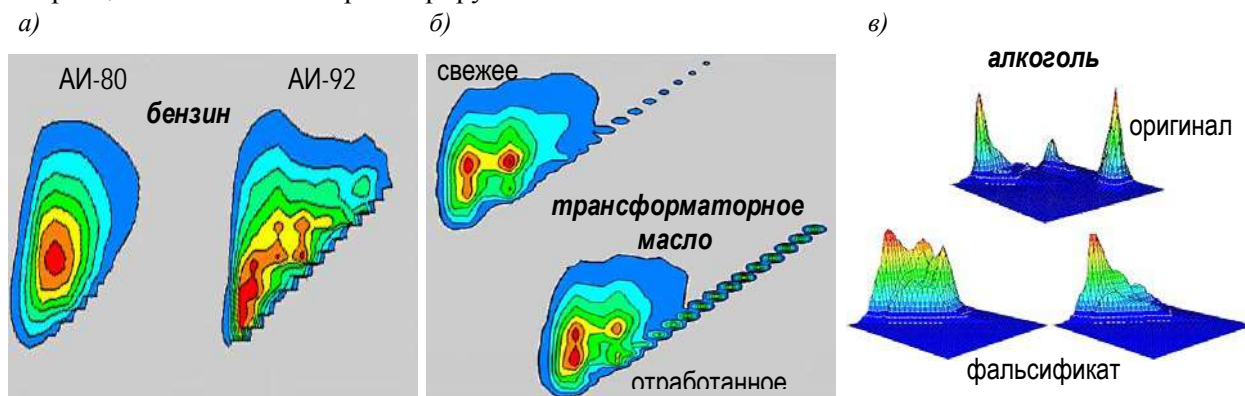


Рисунок 1 – Двумерные картины спектров проб бензина марок А-80 и А-92 (а); двумерные картины спектров свежего и отработанного трансформаторного масла (б); 3D-картина спектров оригинального образца алкоголя (вверху) и двух образцов фальсификата (внизу) (в)

Описанное представление результатов измерений является достаточно наглядным, однако количественное сравнение их с теми, которые соответствуют эталонному продукту, провести не просто: внешне картины способны различаться довольно сильно, хотя по величине сами отклонения могут быть и невелики. Как тогда определить: можно ли считать выявленные вариации состава исследуемого образца допустимыми или нет?

Целью настоящей работы являлось нахождение такого способа представления результатов, который позволял бы оперативно количественно оценивать качество исследуемого продукта. Было предложено представлять результаты измерений в виде двумерной «карты», по взаимно перпендикулярным осям которой откладываются значения λ и λ^* , при этом каждой паре координат соответ-

стует число – нормированное отношение интенсивности I регистрируемого при данных λ и λ^* сигнала к интенсивности I_0 свечения при тех же длинах волн образца-эталоны.

Тестовым материалом, на котором отрабатывалась методика, являлись масла: технические (трансформаторное и используемое для заливки в колёсные буксы), и пищевые (подсолнечное и оливковое). Своевременное выявление этапа, когда масло исчерпало свой ресурс, позволяет, с одной стороны, экономить на затратах, связанных с его приобретением, и, с другой стороны, снизить объём отходов, связанных с его (возможно) преждевременной заменой (подобная задача актуальна, в том числе, и для предприятий железнодорожного транспорта).

Для отображения отличий в интенсивности по каждой из ячеек итоговой таблицы были опробованы три варианта. Первый – уже упоминавшееся отображение количественных данных ячеек в виде цветовой гаммы. При совпадении спектров сравниваемых образцов вся карта окрашивается равномерно в один цвет, например, зелёный; при отличии I от I_0 на карте появляются области, цвет которых по мере увеличения отношения I/I_0 плавно переходит от зелёного к жёлтому и далее к красному. Появление красных пятен на карте говорит о неидентичности образцов.

Но «цветное» представление результатов не всегда удобно для количественной оценки, в связи с чем цветовая кодировка была заменена на другую – в виде градаций серого цвета. Если разница не превышает 5 %, область на «карте» имеет белый цвет, далее с шагом 10 % области-ячейки темнеют. Различию в 100 % соответствует черный цвет. Такой способ представления результатов легко воспринимается наглядно.

Третий вариант – «экви»-линии, соединяющие ячейки с одинаковыми отличиями по интенсивности сигнала.

Второй и третий варианты представления результатов представлены на рисунке 2, на котором отображены результаты измерений спектров возбуждения подсолнечного и оливкового масел.

Картина, получаемая при неоднократном измерении спектров одного и того же сорта масла, – однотонное белое поле: это, в частности, говорит о том, что ошибка измерений не превышает 5 %. В демонстрируемом на рисунке 2 случае (сравнение подсолнечного и оливкового масел) разница спектров весьма существенна: спутать такие образцы просто невозможно.

Для графического представления результатов написана соответствующая программа [2].

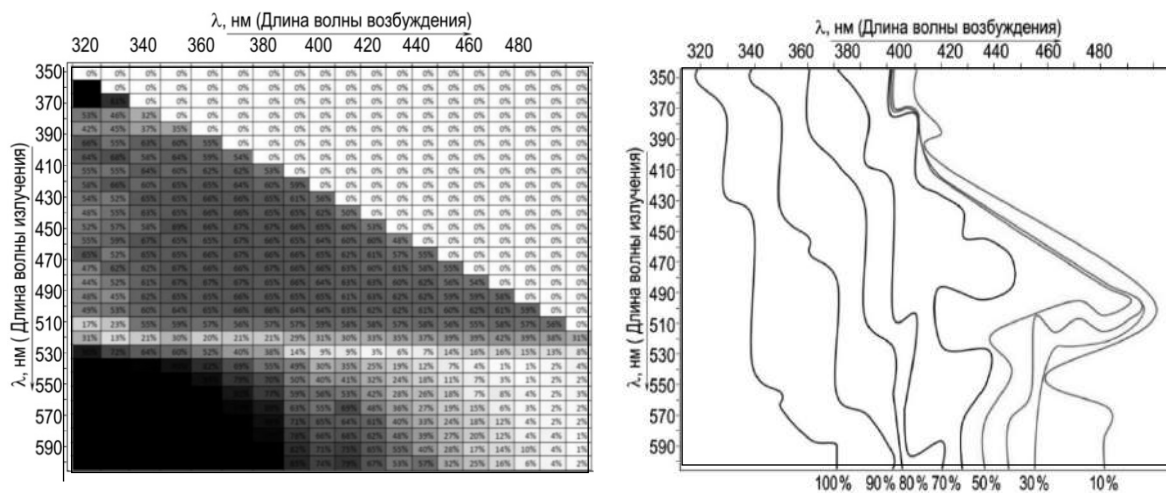


Рисунок 2 – Представление результатов измерений в виде карты с градациями серого цвета и в виде «экви»-линий. Сравниваются спектры люминесценции подсолнечного («образец») и оливкового («эталон») масел: неоднотонность картины по цвету говорит о разной природе образцов.

Понятно, что для уверенного выявления некачественных образцов требуется изначально создать библиотеку эталонов, с которыми должно проводиться сравнение. Но при этом то, какой продукт считать безусловным эталоном – вопрос, решать который необходимо отдельно в каждом конкретном случае.

Список литературы

- 1 Вакуленко, С. П. Контроль качества товаров в мультимодальных перевозках / С. П. Вакуленко, В. А. Никитенко, В. В. Некрасов // Мир транспорта. – № 5. – 2010 – С. 34–39.
- 2 Волосова, Н. К. Обработка результатов измерения спектров возбуждения юминесценции в процессе контроля соответствия состава продукта эталону / Н. К. Волосова, С. А. Гафарова, С. М. Кокин // Актуальные проблемы естествознания и образования в условиях современного мира : сб. материалов XXIV Междунар. конф. – Саратов : Изд-во «Техно-Декор», 2016. – С. 16–19.