

Реабилитация спектрофотометров Specord UV VIS в практике лабораторных исследований

И.Н. Евдокимов, А.П. Лосев

Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина

Сокращение финансирования науки в годы экономических реформ негативно сказалось на материально-технической базе научно-исследовательских и научно-производственных организаций, а особенно – на приборной базе. Тем не менее, многим исследователям-практикам удается поддерживать свои лаборатории на современном уровне, реанимируя морально устаревшее, но вполне работоспособное оборудование, в частности, аппаратуру для спектрофотометрии. Спектрофотометрические опыты традиционно проводятся практически во всех нефтепромысловых лабораториях, занимающихся вопросами подбора химических реагентов, мониторинга качества продукции и экологии [1, 2].

В настоящей статье показано, как можно модернизировать спектрофотометр Specord UV VIS, осуществив сопряжение этого прибора с ЭВМ. Спектрофотометр Specord UV VIS производства фирмы «Carl Zeiss Jena» (выпускавшийся в ГДР более 30 лет назад) является достаточно распространенным в России прибором. Качество, надежность и технические характеристики прибора все еще не уступают современным аналогам, что, в принципе, позволяет использовать его в исследовательских целях и в настоящее время. Главным отличием более современных спектрофотометров является возможность вывода данных на ЭВМ с последующей их экспресс обработкой с помощью специальных пакетов программ. Однако предлагаемые на рынке в настоящее время современные дулучевые аналоги Specord UV VIS имеют стоимость порядка 15-20 тыс. долларов США, поэтому не каждая лаборатория в состоянии приобрести такой прибор. Использование же устаревшего Specord UV VIS для рутинных измерений неудобно, поскольку прибор оснащен только графическим самописцем, что приводит к значительному увеличению времени анализов, кроме того, полностью отсутствует возможность обработки данных. Тем не менее, конструкция Specord UV VIS позволяет встроить в него интерфейс для вывода данных в цифровом виде. Возможны два варианта:

- 1) подача на прецизионный потенциометр постоянного напряжения и снятие пропорционального ординате (оптической плотности) сопротивления

ограниченной ползунком части прецизионного потенциометра с помощью мостовой схемы или

- 2) подвод к концам потенциометра постоянного напряжения (до 100 В) и снятие пропорционального регистрируемой ординате напряжения компенсационным методом.

Для модернизации описываемого прибора нами был выбран первый вариант. Состав модернизированного оборудования показан на рис. 1. Для снятия сигнала 32-полюсная розетка «Нү 13» прибора была связана экранированным кабелем (3 полюса) со стандартным мультиметром. Мы использовали мультиметр Protek 506, в котором для измерения сопротивления применяется схема моста Уитстона. Устройство мультиметра содержит аналогово-дискретный преобразователь, позволяющий передавать данные на ЭВМ. Связь мультиметра с ЭВМ осуществляется с помощью интерфейсного кабеля RS-232 через линейный порт LPT2.

При сборке описанной схемы следует обратить внимание на то, что для снижения шумов и внешних помех нужно использовать только экранированный кабель. При этом электрическая схема не требует включения никаких других активных или индуктивных элементов в цепь. Определенная сложность может возникнуть и с совместимостью диапазонов измерения мультиметра и сопротивлением прецизионного потенциометра Sprecord. В зависимости от конструкции и электрической схемы прибора, к которому подключается мультиметр, следует обращать внимание на то, что в различных диапазонах измеряемого параметра характеристики регистраторов мультиметра могут отличаться.

Компьютерный интерфейс мультиметра позволяет вести запись измеренных значений с интервалом $0,5 \div 5$ с и производить запись в «txt» формате. Возможна и визуализация спектров на дисплее компьютера в реальном времени.

Некоторым неудобством описанной схемы является то, что отсчет волновых чисел производится визуально по нониусу спектрофотометра, который имеет цену деления 20 см^{-1} . Регистрация спектра на ЭВМ начинается после щелчка мыши в момент прохождения шкалой нониуса выбранного значения волнового числа. Таким образом, синхронно с прогонкой длин волн спектрофотометром, ось абсцисс на ЭВМ автоматически записывается по времени. На итоговом спектре численные значения длин волн восстанавливается по начальному и конечному значениям показаний нониуса, с учетом того, что прогонка волновых чисел спектрофотометром происходит равномерно. Для повышения точности установки волновых чисел и воспроизводимости результатов измерения должны проводиться с установкой наименьшего интервала записи значений (в нашем случае $0,5$ с).

Несмотря на отмеченные неудобства, описанный метод записи спектров (с временной разверткой по оси абсцисс) позволяет реализовать новую для прибора функцию: высокоточный фотометрический анализ кинетических (временных) процессов. Установив необходимую длину волны на спектрофотометре, можно быстро и качественно провести временные исследования неравновесных процессов в жидких средах.

Естественным результатом проведенной модернизации является регистрация данных в цифровом виде и возможность непосредственной обработки данных на ЭВМ, отсутствующая при графической записи спектров оригинальным прибором.

Пример измерения и компьютерной обработки спектров приведен на рис. 2. На рисунке представлены оптические спектры поглощения южно-тарасовской нефти (1), азнакаевской нефти (2) и гудрона Московского НПЗ (3). Слева показаны прямые результаты записи зависимостей оптической плотности D от длины волны λ . Такая форма записи спектров является стандартной во всех дорогостоящих современных спектрофотометрах. В аналитической практике более удобно другое представление спектров в виде зависимостей логарифма оптической плотности от энергии фотонов. После модернизации прибора такое преобразование спектров легко проводится с помощью любых стандартных программ обработки данных. Обработанные спектры показаны справа на рис. 2. В данном представлении на спектрах можно наблюдать характерные прямолинейные участки, которые позволяют отождествить наблюдаемые закономерности оптического поглощения с конкретными особенностями молекулярного строения нефтей и нефтепродуктов [3, 4].

Таким образом, модернизация устаревшего лабораторного оборудования может явиться экономичным средством как ускорения процесса измерений, так и повышения их точности. Модернизация спектрофотометра Specord UV VIS позволила реализовать новые для прибора функции, среди которых:

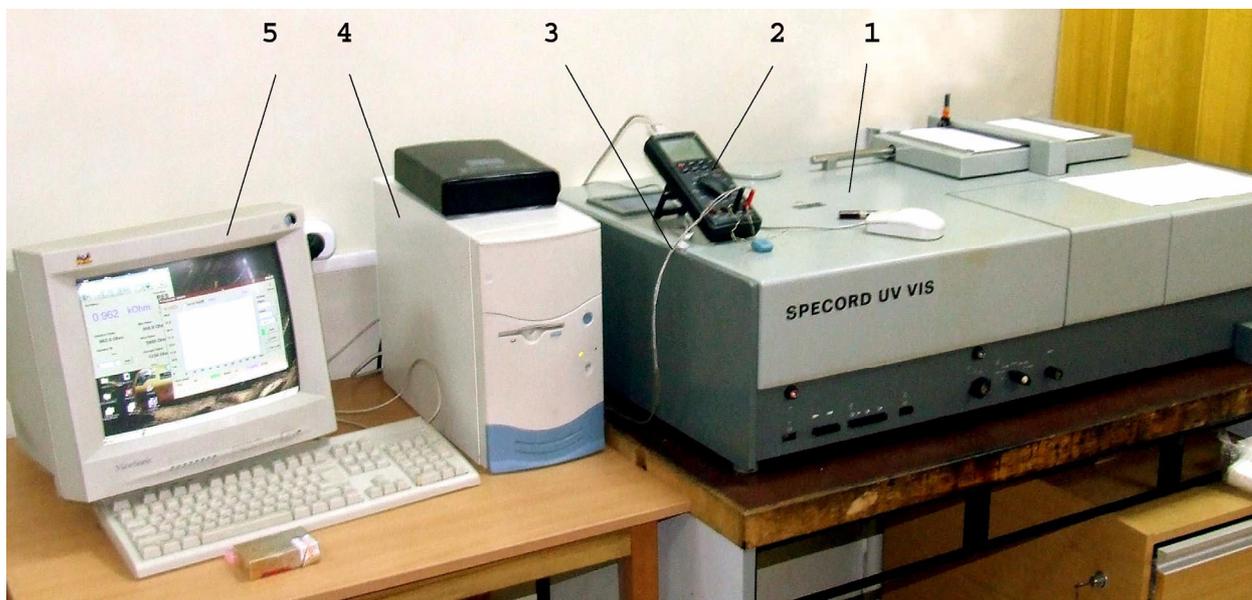
- дистанционная индикация измерений;
- синхронная визуализация и запись спектров на ЭВМ;
- высокоточный фотометрический анализ кинетических процессов в растворах;
- компьютерная экспресс обработка данных.

Литература:

1. В.В. Девликамов, И.Л. Мархасин, Г.А. Бабалян. Оптические методы контроля за разработкой нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1970. – 160 с.
2. Дж. Бранд, Г. Эглинтон. Применение спектроскопии в органической химии. – М.: Мир, 1967. – 280 с.
3. И.Н. Евдокимов, А.П. Лосев. Применимость рефрактометрических методов для анализа ассоциативных углеводородных сред // Химия и технология топлив и масел. 2007. №1. (В печати.)
4. O.C. Mullins. Structures and Dynamics of Asphaltenes. – N.Y.: Springer, 1999. – 314 p.

К статье «И.Н. Евдокимов, А.П. Лосев. Реабилитация спектрофотометров Secord UV VIS в практике лабораторных исследований»

Рис. 1. Установка для цифровой регистрации спектрофотометрических данных: 1 – спектрофотометр Secord UV VIS; 2 – мультиметр Protek; 3 – экранированный кабель; 4 – ЭВМ; 5 – дисплей.



К статье «И.Н. Евдокимов, А.П. Лосев. Реабилитация спектрофотометров Spexord UV VIS в практике лабораторных исследований»

Рис. 2. Оптические спектры поглощения южно-тарасовской нефти (1), азнакаевской нефти (2) и гудрона Московского НПЗ (3).

