

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202100027** (13) **A2**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2021.08.31**

(51) Int. Cl. **G01N 1/00** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2021.02.01**

---

(54) **СПОСОБ КОНТРОЛЯ КОНДИЦИОННОСТИ ЖИДКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

---

(31) **2020107660**

(32) **2020.02.18**

(33) **RU**

(71) Заявитель:  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "САНКТ-  
ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ" (СПбГУ) (RU)**

(72) Изобретатель:

**Немец Валерий Михайлович,  
Конюшенко Игорь Олегович (RU)**

(74) Представитель:

**Матвеев А.А., Матвеева Т.И., Леонов  
И.Ф. (RU)**

---

(57) Изобретение относится к экспрессным измерениям в целях определения кондиционности жидких нефтепродуктов. Такой способ позволяет создать на его основе измерительную аппаратуру, предназначенную для определения кондиционности такой продукции, как жидкие моторные топлива и горюче-смазочные материалы. Заявленное изобретение предназначено для предприятий нефтеперерабатывающего, нефтехимического и химического комплексов РФ. Изобретение может быть использовано в исследованиях технологических процессов с применением абсорбционных характеристических многомерных эквидистантных спектров и может быть использовано в нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической отраслях промышленности в целях текущего контроля производства различных видов продукции предприятий нефтехимии. Кроме того, оно может быть полезным при проведении научно-исследовательских работ и разработке новой продукции в нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности. Заявленный способ может быть адаптирован на определение кондиционности и другой жидкой продукции сложного молекулярного состава (пищевые, биологические и др. жидкие объекты). При этом возможно использование спектров информационного сигнала различной физической или физико-химической природы.

---

**A2**

**202100027**

**202100027**

**A2**

**МПК: G01N 1/00; G01N 27/22**

### **Способ контроля кондиционности жидких нефтепродуктов**

Изобретение относится к измерениям в целях контроля кондиционности (возможности использования полученного нефтепродукта по его назначению) жидких нефтепродуктов. Оно может быть использовано для организации оперативного контроля технологического процесса на различных этапах переработки нефти, а также контроля кондиционности нефтепродуктов при их хранении, транспортировке и реализации. Такой способ позволяет создать на его основе автоматизированную аппаратуру, предназначенную для применения в контроле кондиционности жидких моторных топлив и горюче-смазочных материалов. Заявленное изобретение предназначено для предприятий нефтеперерабатывающего и нефтехимического комплексов РФ.

Известны способы контроля кондиционности нефтепродуктов, основанные на проведении комплекса лабораторных исследований состава образцов нефтепродуктов. Достоинством этих способов является возможность непосредственной проверки кондиционности тестируемых продуктов на соответствие требованиям пунктов ГОСТ и Технических условий. Недостатками известных способов лабораторных исследований с целью контроля показателей качества, обеспечивающих кондиционность нефтепродуктов, является большая трудоемкость лабораторных исследований и специальных испытаний, высокая стоимость реализации таких способов, их низкая оперативность и невозможность оперативного и надежного контроля качества нефтепродуктов в рабочей зоне.

Указанные выше недостатки известных способов непосредственного контроля качества в большой степени устраняются в способах опосредованного контроля, в которых проводят контроль, в частности, физических или физико-химических вторичных параметров продуктов, которые имеют устойчивые корреляционные связи с первичными контролируемыми параметрами (в отличие от способов указанных выше,

предусматривающих, измерение параметров, подлежащих строгому контролю в соответствии с требованиями ГОСТов и ТУ на соответствующие виды нефтепродуктов).

Известен способ определения кондиционности жидких нефтепродуктов [1], использование которого при оперативном измерении показателя их качества без сжигания, позволяет обеспечить технический результат в виде высокой точности измерений и обеспечения оперативной калибровки соответствующих приборов. Способ состоит в том, что выбирают несколько стандартных образцов нефтепродуктов с известными значениями определяемого показателя качества. Калибруют средства измерений путем осуществления соответствующих косвенных измерений электрофизических параметров в выбранных образцах нефтепродукта. Осуществляют такие же косвенные измерения совокупности электрофизических параметров контролируемого нефтепродукта и определяют искомый показатель качества контролируемого нефтепродукта по результатам этих косвенных измерений с использованием результатов упомянутой калибровки средств измерений. Технический результат известного способа достигается благодаря тому, что строят калибровочную модель процесса измерения путем сопоставления значений определяемого показателя качества в выбранных стандартных образцах нефтепродукта с отсчетами совокупности косвенных измеряемых электрофизических параметров, искомый показатель качества контролируемого нефтепродукта определяют по калибровочной модели с использованием формулы, указанной в патенте. К недостаткам способа относятся, во-первых, необходимость трудоемкой и достаточно сложной калибровки, а во-вторых, возможное формирование проблем с неадекватностью градуировки, что приводит к ошибкам при измерении электрофизических параметров и, следовательно, к ошибке в определении кондиционности тестируемого объекта.

Известен способ исследования многокомпонентной жидкости [2], заключающийся в том, что определенный объем исследуемой жидкости (в виде капли) располагают на жесткой подложке, выполненной с возможностью возбуждения в упомянутой капле колебаний сдвига. Возбуждают в ней колебания сдвига в ультразвуковом диапазоне частот и определяют механический импеданс капли исследуемой жидкости. Каплю сушат, а механический импеданс определяют в процессе высыхания капли, регистрируя полученную в процессе высыхания капли динамику механического импеданса, которую используют в качестве информативного параметра. Полученную динамику механического импеданса сравнивают с динамикой механического импеданса ранее исследованного эталонного образца. Упомянутая жесткая подложка является резонатором. Механический импеданс определяют по напряжению разбаланса мостовой схемы, в состав которой

входит резонатор. Сушка исследуемой жидкости в виде капли происходит под действием передачи ей тепловой энергии при температуре в диапазоне от 0 до 350°C, со скоростью нагрева от 0 до 35°C в минуту, при этом условие задания режимом температуры, вакуума и скорости воздушного потока зависит от фракционного состава анализируемой нефтехимической жидкости. Способ имеет недостатки, обусловленные методической сложностью и длительностью процедуры измерений, а также связанной с этим невысокой точностью их результатов.

Известен способ контроля кондиционности жидких нефтепродуктов [3], включающий измерение оптической плотности в ИК-диапазоне для каждой марки (вида) стандартных образцов нефтепродуктов, отличающийся тем, что дополнительно измеряют оптическую плотность стандартных образцов нефтепродуктов в видимой области оптического спектра, а также спектр возбуждаемой флюоресценции при воздействии на поверхность стандартных образцов нефтепродуктов ультрафиолетовым зондирующим излучением. Затем нормируют измеренные значения амплитуд в спектрах составляющих компонентов в ИК, видимой части оптического диапазона и возбужденной флюоресценции по максимальным амплитудным значениям в каждом из указанных спектров. Полученную совокупность относительных значений амплитуд принимают в качестве спектральных образов данной группы (вида, марки) нефтепродуктов. Формируют критериальные спектральные образы стандартных образцов известных групп (вида, марок) нефтепродуктов с номинальными значениями стандартных показателей качества и при отсутствии в них соединений малой концентрации заносят полученные критериальные спектральные образы каждой группы (вида, марки) нефтепродуктов и их идентификационные данные в базу данных. Повторяют измерение критериальных спектральных образов для стандартных образцов каждой контролируемой марки нефтепродуктов с различными значениями показателей качества и с различным содержанием соединений малой концентрации. После этого заносят полученные критериальные образы в привязке идентификационных данных группы (вида, марки) нефтепродуктов к эквивалентным значениям показателей качества и к значениям примесей в базу данных. Повторяют измерение критериальных спектральных образов стандартных образцов нефтепродуктов в нескольких точках в диапазоне температур применения данной марки нефтепродукта. Перед началом контроля показателей качества образцов известной марки нефтепродукта задают идентификационные данные известной марки нефтепродукта, измеряют спектральные образы контролируемых образцов нефтепродуктов в ИК, видимом спектре и в спектре возбужденной флюоресценции, а также определяют текущее значение температуры этого образца. Последовательно

извлекают из базы данных критериальные образы данной марки нефтепродукта для различных значений стандартных показателей качества этой марки и для различных содержаний вредных примесей при данной температуре. После этого сравнивают критериальные спектральные образы из базы данных с измеренными спектральными образами контролируемого образца при данной температуре. Выделяют критериальные спектральные образы, имеющие наибольшее совпадение, по наибольшему совпадению длин волн спектральных составляющих с максимальной амплитудой и по максимальному совпадению площадей энергетических спектров. По результатам совпадения определяют эквивалентные значения стандартных показателей качества контролируемого образца, наличие соединений малой концентрации, их вид и количество, на основании чего принимают решение о пригодности контролируемого нефтепродукта (НП) или горюче-смазочного материала (ГСМ) для применения по целевому назначению, причем калибровочные образцы известных НП или ГСМ, а также образцы контролируемых НП или ГСМ измеряют при одинаковой и неизменной плотности и давлении. Известный способ имеет существенные недостатки, в частности, сложность его реализации за счет необходимости использования набора стандартных образцов с известными содержаниями в них вредных соединений при малых концентрациях, а также необходимость совместного использования в процессе тестирования излучения в двух диапазонах спектра поглощения (ИК- и видимом), а также спектра флуоресценции, возбуждаемого излучением УФ-диапазона; недостаточно высокая точность за счет некорректности приема использования максимального совпадения спектральных образов при определении марки тестируемого образца. Кроме того, известный способ требует предварительную идентификацию образца нефтепродукта, необходимость получения первичных калибровочных соотношений при оценке качества между измеряемыми параметрами тестируемых и калибровочных образцов, предварительное измерение примесей с низкими концентрациями при оценке качества, а также проблемы применения способа при определении кондиционности нефтепродуктов в условиях технологического процесса, что в целом усложняет и удорожает известный способ.

Известен способ определения кондиционности жидких нефтепродуктов [4], наиболее близкий к заявляемому способу, принятый в качестве прототипа. Известный способ основан на воздействии на тестируемый образец оптическим излучением инфракрасного диапазона нефтепродукта и измерении с помощью ИК-спектрофотометра величины оптической плотности в заданном участке ИК-диапазона на характеристических полосах пропускания молекулярных компонентов нефтепродуктов. Принадлежность контролируемого нефтепродукта к той или иной классификационной группе (марке)

определяют на основе максимального значения обобщенного показателя через измеренные значения величины оптической плотности. После идентификации класса (марки) нефтепродукта на основе измеренных значений величины оптической плотности для характеристических полос поглощения, являющихся наиболее информативными для выбранного класса (марки) нефтепродуктов, используют априорную корреляционную зависимость между каждым показателем качества данной марки нефтепродукта и значением величины оптической плотности на каждой характеристической частоте поглощения, с помощью которых определяют эквивалентные значения стандартных показателей качества и на основе совокупности полученных результатов делают заключение о качестве контролируемого нефтепродукта.

Недостатками известного способа являются невысокая достоверность, ограниченные функциональные возможности, недостаточные быстродействие и точность, обусловленные: непосредственным использованием измерения абсолютных значений величин оптической плотности исследуемых материалов, вследствие чего достаточно большие значения абсолютных погрешностей измерения величины оптической плотности (ВОП) при небольшом количестве характеристических полос пропускания (ХПП) ИК-диапазона приводят к значительной результирующей погрешности классификации материала и оценки эквивалентных значений показателей качества вида (группы, марки) нефтепродуктов; зависимостью результатов измерений абсолютных значений ВОП на различных ХПП в ИК диапазоне от температуры контролируемых образцов и от их плотности, которые в известном способе не подлежат учету и измерению; сложностью или невозможностью определения наличия и оценки уровня содержания соединений, присутствующих в малых концентрациях, но оказывающих существенное влияние на качество контролируемых нефтепродуктов; использованием сложных корреляционных зависимостей между совокупностью измеренных абсолютных значений ВОП на ХПП в ИК диапазоне и показателями качества марок нефтепродуктов, что неизбежно ведет к существенным методическим погрешностям при определении кондиционности нефтепродуктов; большой трудоемкостью получения априорных экспериментальных данных, на которых основаны корреляционные зависимости, используемые в известном способе; необходимостью использования наборов стандартных образцов.

Заявленный способ свободен от указанных в прототипе недостатков; он имеет более высокий уровень достоверности и быстродействия, более высокие точностные характеристики измеряемых параметров, значительно меньшую трудоемкость, временные затраты, более низкую стоимость, а также более простую процедуру реализации.

Это обусловлено тем, что заявляемый способ основан на использовании абсорбционных многомерных эквидистантных спектров образцов жидких нефтепродуктов, что обеспечивает более высокие достоверность и воспроизводимость результатов измерений, их и точностные характеристики, упрощение всей системы измерений низких концентраций вредных примесей в нефтепродуктах за счет количественного подхода в определении кондиционности, и работы с многомерными спектрами за счет более полного использования информативного ресурса приборов.

Заявленный способ, как показали результаты испытаний, пригоден для создания на его основе системы автоматического контроля кондиционности жидких нефтепродуктов.

Техническим результатом заявленного способа является повышение достоверности, точности измерений и упрощение всего измерительного цикла.

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе определения кондиционности жидких нефтепродуктов, включающем отбор пробы тестируемого образца нефтепродукта, отбор проб стандартных образцов нефтепродуктов, измерение спектра оптической плотности в ИК-диапазоне в пробе образца тестируемого нефтепродукта в узких интервалах частот поглощения его типичных молекул, а также измерение спектров оптической плотности в ИК-диапазоне в пробах стандартных образцов нефтепродуктов в узких интервалах частот поглощения их типичных молекул, в соответствии с заявленным изобретением, отбирают пробы образцов двух нефтепродуктов, один образец от тестируемого нефтепродукта, другой от кондиционного нефтепродукта того же вида, что и тестируемый, измеряют абсорбционный характеристический многомерный эквидистантный спектр в пробе кондиционного образца нефтепродукта в широком интервале частот от 500 до 2400 см<sup>-1</sup>, с разрешением 1 см<sup>-1</sup> и шагом изменения частоты 0,5 см<sup>-1</sup>, после чего измеряют абсорбционный характеристический многомерный эквидистантный спектр пробы образца тестируемого нефтепродукта того же вида в том же интервале частот, с тем же спектральным разрешением и шагом изменения частоты, при той же температуре, при которой проводили измерения в пробе образца кондиционного нефтепродукта, обрабатывают результаты измерения спектров комплексным способом, включающем выбор оптимальной базовой линии спектра, отсеечение артефактов, вносимых нехарактерными примесями в процессе измерений, фильтрацию спектра по Савицкому-Голею, дифференцирование исходных спектров, снижают размерность спектров методом главных компонент, выбирают необходимое число главных компонент и анализируют коэффициент передаваемой доли суммарной дисперсии, вводят совместно результаты обработки спектров проб, как

кондиционного, так и тестируемого образцов нефтепродукта в многомерное статистическое пространство, находят преимущественное рассеяние  $\Delta S$  результатов введения спектров каждого из образцов – кондиционного и тестируемого, а также расстояние Махаланобиса  $S$  между центрами тяжести введенных множеств точек спектров кондиционного и тестируемого образцов нефтепродукта, после чего определяют кондиционность тестируемого нефтепродукта по сопоставлению величины расстояния Махаланобиса и преимущественного рассеяния введенных спектров в многомерном статистическом пространстве в соответствии с неравенствами  $(S/\Delta S) \leq m$  и  $(S/\Delta S) > m$ , где  $m$  – постоянный коэффициент, значение которого для нефтепродуктов принято равным 3, при этом, если  $(S/\Delta S) \leq m$ , тестируемый нефтепродукт кондиционен.

Технический результат заявленного способа, таким образом, достигается на основе применения для определения кондиционности жидких нефтепродуктов абсорбционных характеристических многомерных эквидистантных спектральных измерений, как обладающих более высокими точностными параметрами, во-первых, более высокой чувствительностью к вариациям состава продукции, во-вторых, и в целом более высокой информативностью, в-третьих.

Предварительно в специальных исследованиях отбирают образец кондиционного нефтепродукта соответствующего вида, отбирают его пробу и в ней многократно измеряют характеристические многомерные эквидистантные информационные сигналы в широком частотном диапазоне от 500 до 2400  $\text{см}^{-1}$  с разрешением 1  $\text{см}^{-1}$  и шагом изменения частоты 0,5  $\text{см}^{-1}$ . В дальнейшем используют эту пробу как опорную. Полученные результаты обрабатывают с применением методов многофакторной математической статистики. Результаты обработки отображают (вводят) в многомерном статистическом пространстве в виде множества распределенных информационных точек - спектров. Определяют точку центра тяжести полученного распределения в используемом многомерном статистическом пространстве и оценивают характерное рассеяние результатов измерений. Отбирают пробу образца тестируемой продукции. Осуществляют в ней все те же измерения и обработку их результатов, что и в случае опорной пробы. Результаты обработки отображают в том же многомерном статистическом пространстве, в котором отображены результаты для опорной пробы и также определяют центр тяжести распределения отображенного множества и находят характерное рассеяние ( $\Delta S$ ) результатов измерений. Находят расстояние Махаланобиса ( $S$ ) между центрами тяжести полученных множеств, а также значение произведения  $m \cdot \Delta S$  (см. фиг.), где



$m$  – постоянный коэффициент, определяемый требуемым уровнем строгости оценки качества тестируемого нефтепродукта. Сопоставляют величины  $S$  и  $m \cdot \Delta S$  в соответствии с неравенствами  $(S/\Delta S) \leq m$  и  $(S/\Delta S) > m$  и на этой основе делают заключение о кондиционности тестируемого нефтепродукта. Если  $(S/\Delta S) \leq m$ , тестируемый нефтепродукт кондиционный.

В соответствии с заявленным изобретением в условиях использования для измерений абсорбционной молекулярной спектроскопии в ИК-области, как одного из наиболее эффективных методов:

- Проводят многократные измерения характеристического, многомерного, эквидистантного абсорбционного спектра пробы кондиционного образца нефтепродукта в диапазоне частот от 500 до 1500  $\text{см}^{-1}$  с разрешением 1  $\text{см}^{-1}$  и шагом 0,5  $\text{см}^{-1}$ , который принимается в качестве опорного.
- Полученные результаты многократных измерений характеристических, многомерных, эквидистантных абсорбционных спектров обрабатывают с применением методов многофакторной математической статистики.
- Результаты обработки отображают в многомерном статистическом пространстве в виде множества распределенных информационных точек. Определяют точку центра тяжести полученного распределения в используемом многомерном статистическом пространстве.
- Отбирают пробу образца тестируемого нефтепродукта. Осуществляют в ней все те же измерения и обработку их результатов, что и в случае опорного образца.
- Результаты обработки отображают в том же многомерном статистическом пространстве, в котором отображены результаты для опорного образца и также определяют центр тяжести распределения отображенного множества.
- Находят расстояние Махаланобиса ( $S$ ) между центрами тяжести полученных множеств и значение характерного рассеяния  $\Delta S$  в пространстве точек множеств (см. фиг.).
- Сопоставляют величины  $S$  и  $m \cdot \Delta S$ , где  $m$  – постоянный коэффициент для определенной группы объектов и на этой основе делают заключение о кондиционности нефтепродукта. Если  $(S/\Delta S) \leq m$ , нефтепродукт кондиционен. Для нефтепродуктов значение  $m = 3$ .

Сущность заявленного изобретения состоит в том, что, во-первых, непосредственно сопоставляются информационно емкие параметры опорной пробы и пробы образца тестируемого нефтепродукта и, во-вторых, для измерений

используется один из наиболее информативных методов измерений молекулярно-абсорбционная спектроскопия в ИК-области с использованием характеристических многомерных измерений в эквидистантных точках спектра.

Заявленное изобретение иллюстрируется одной фигурой и тремя таблицами. На Фиг. «Схема отображения на статистической плоскости множеств распределений результатов измерений» показаны отображения на статистической плоскости (двумерное статистическое пространство) множеств распределений результатов измерений и их обработки для опорной пробы (точки) и пробы тестируемого образца (кружочки). Показаны характерное рассеяние  $\Delta S$  и расстояние Махаланобиса  $S$ .

Заявленный способ апробирован в лабораторных условиях Санкт-Петербургского государственного университета. Исследования и апробацию проводили на серийной аппаратуре. Апробация заявленного способа иллюстрируется на трех примерах, подтверждающих сущность заявленного способа и возможность его реализации. В качестве объектов исследования при апробации способа использованы фракции термической разгонки нефти, включая бензинообразующие, полученные в диапазоне температур выкипания от точки начала кипения (НК) до  $360^{\circ}\text{C}$  с шагом изменения температуры  $10^{\circ}\text{C}$ .

#### Пример.

В таблице 1 «Расстояния Махаланобиса ( $S$ ) и утроенное рассеяние результатов параллельных измерений ( $3\Delta S$ )» показаны значения расстояний Махаланобиса между каждой из фракций «НК-62», «120-130», «370-380» и другими фракциями, указанными в таблице. Соответственно этому и указаны значения утроенной величины характерного рассеяния внутри отображенных множеств. Как видно во всех случаях, приведенных в таблице 1, расстояния Махаланобиса многократно превосходят утроенное значение рассеяния отображенных спектров. Это говорит о том, что все указанные фракции (даже соседние по температуре выкипания) существенно разнятся по составу и не могут быть признаны единой продукцией. В таблице 2 «Иллюстрация надежности контроля качества продукции» показан уровень надежности в условиях, когда утроенное значение рассеяния в отображенном множестве, либо близко значению расстояния Махаланобиса, либо заметно его превосходит ( $S \leq 3\Delta S$ ). Этот результат показывает возможность надежного контроля кондиционности нефтепродуктов, роль которой исполняют фракции термической разгонки нефти, поскольку возможно измерение расстояния Махаланобиса при его значениях менее  $3\Delta S$ . Аналогичный вывод позволяет сделать и информация, представленная в таблице 3 «Расстояние Махаланобиса между синтезируемым и

реальным спектрами компаундов в пространстве шести главных компонент» в которой представлены значения расстояний Махаланобиса между центрами тяжести распределений спектров реальных и синтезированных компаундов нефтяных фракций. Представленные результаты также свидетельствуют о возможности надежного контроля кондиционности синтезированных нефтепродуктов.

Коммерческая значимость способа. Результаты апробации подтвердили, что заявленный способ определения кондиционности жидких нефтепродуктов сложного состава промышленно осуществим и полезен, поскольку его достоверность и точностные характеристики выше присущих прототипу и аналогам. Его применение не требует расхода чистых веществ, применения стандартных образцов, построения и использования калибровочных моделей, он обладает более высоким быстродействием. Используемые приборы имеют практически неограниченный ресурс. Способ в целом пригоден для создания на его основе системы автоматического контроля качества продукции или поддержания его уровня в различных отраслях, использующих в своих технологиях продукцию сложного состава (например, фракции термической разгонки нефти или их смеси). Особенностью способа является обеспечение корректного метрологического обеспечения при использовании образца кондиционного нефтепродукта в качестве опорного. Применение способа позволит сократить время определения кондиционности нефтепродуктов в несколько раз, что существенно с учетом высокой стоимости оборудования, обеспечивающего измерения, и стоимости труда высококвалифицированных работников.

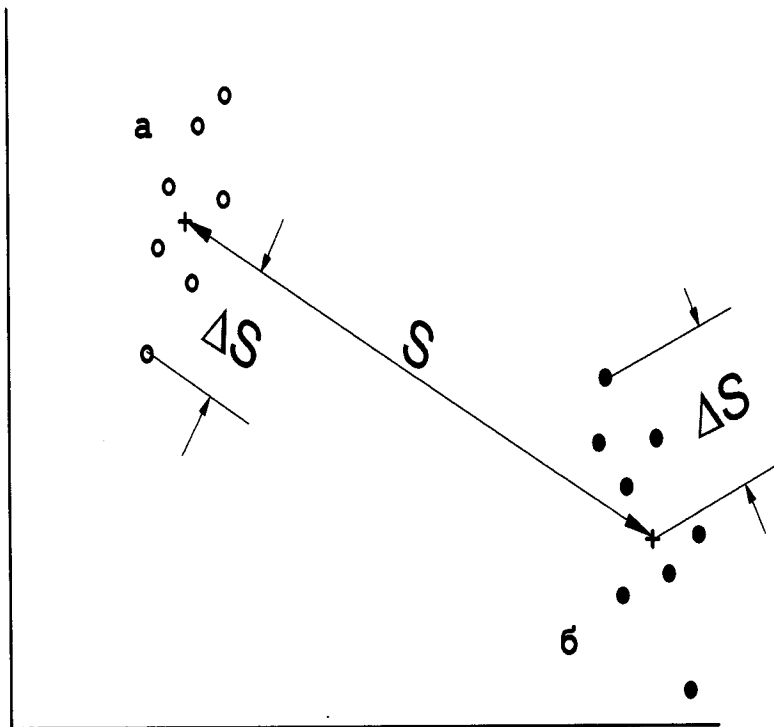
#### **Список использованной литературы:**

1. Патент РФ 2227320 МПК G01N 21/31 (2002.01);
2. Патент РФ 2627197 МПК G01N 11/16 (2016.07);
3. Патент РФ 2187092 МПК G01N 21/31 (2001.05);
4. Патент РФ 2075062 МПК G01N 21/35 (1994.11) (прототип).

### Формула изобретения

Способ определения кондиционности жидких нефтепродуктов, включающий отбор пробы тестируемого образца нефтепродукта, отбор проб стандартных образцов нефтепродуктов, измерение спектра оптической плотности в ИК-диапазоне в пробе образца тестируемого нефтепродукта в узких интервалах частот поглощения его типичных молекул, а также измерение спектров оптической плотности в ИК-диапазоне в пробах стандартных образцов нефтепродуктов в узких интервалах частот поглощения их типичных молекул, *отличающийся тем, что* отбирают пробы образцов двух нефтепродуктов, один образец от тестируемого нефтепродукта, другой от кондиционного нефтепродукта того же вида, что и тестируемый, измеряют абсорбционный характеристический многомерный эквидистантный спектр в пробе кондиционного образца нефтепродукта в широком интервале частот от 500 до 2400  $\text{см}^{-1}$ , с разрешением 1  $\text{см}^{-1}$  и шагом изменения частоты 0,5  $\text{см}^{-1}$ , после чего измеряют абсорбционный характеристический многомерный эквидистантный спектр пробы образца тестируемого нефтепродукта того же вида в том же интервале частот, с тем же спектральным разрешением и шагом изменения частоты, при той же температуре, при которой проводили измерения в пробе образца кондиционного нефтепродукта, обрабатывают результаты измерения спектров комплексным способом, включающем выбор оптимальной базовой линии спектра, отсечение артефактов, вносимых нехарактерными примесями в процессе измерений, фильтрацию спектра по Савицкому-Голею, дифференцирование исходных спектров, снижают размерность спектров методом главных компонент, выбирают необходимое число главных компонент и анализируют коэффициент передаваемой доли суммарной дисперсии, вводят совместно результаты обработки спектров проб, как кондиционного, так и тестируемого образцов нефтепродукта в многомерное статистическое пространство, находят преимущественное рассеяние  $\Delta S$  результатов введения спектров каждого из образцов – кондиционного и тестируемого, а также расстояние Махаланобиса  $S$  между центрами тяжести введенных множеств точек спектров кондиционного и тестируемого образцов нефтепродукта, после чего определяют кондиционность тестируемого нефтепродукта по сопоставлению величины расстояния Махаланобиса и преимущественного рассеяния введенных спектров в многомерном статистическом пространстве в соответствии с неравенствами  $(S/\Delta S) \leq m$  и  $(S/\Delta S) > m$ , где  $m$  – постоянный коэффициент, значение которого для нефтепродуктов принято равным 3, при этом, если  $(S/\Delta S) \leq m$ , тестируемый нефтепродукт кондиционен.

Способ контроля кондиционности жидких нефтепродуктов



Фиг.

**Приложение (Таблицы 1-3)**

Таблица 1

Расстояния Махаланобиса (S) и утроенное рассеяние результатов параллельных измерений (3ΔS)

НК-62	S	120-130	S	370-380	S	3ΔS
62-70	19,1	НК-62	148	НК-62	9611	0,057
150-160	141	150-160	16,7	140-150	8461	
220-230	218	220-230	488	210-220	5900	
300-310	945	300-310	604	290-300	5285	

Таблица 2

Иллюстрация надежности контроля качества продукции в условиях, когда  $S \leq 3\Delta S$

Число о ГК	Доля передаваемой информации (%)	Расстояние Махаланобиса S	Температура выкипания фракций (°C)	Характерное рассеяние для проб одной фракции ΔS
2	59	0,00057	280-290 и 310-320	0,017
3	77	0,0059	330-340 и 350-360	0,020
4	88	0,0070	250-260 и 280-290	0,019
5	95	0,0098	330-340 и 350-360	0,020
6	97	0,0198	330-340 и 350-360	0,020

Таблица 3

Расстояние Махаланобиса между синтезируемым и реальным спектрами компаундов в пространстве шести главных компонент

Компаунд «НК-180 <sup>0</sup> C»	0,0167
Компаунд «110-250 <sup>0</sup> C»	0,0125
Компаунд «110-325 <sup>0</sup> C»	0,0154
Экспериментальный разброс (компаунд «100-110 <sup>0</sup> C»)	0,0198