



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010116800/15, 27.04.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.04.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.04.2010

(45) Опубликовано: 27.12.2011 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2005118326 A1, 15.12.2005. SU 101375 A1, 01.01.1955. SU 1666956 A1, 30.07.1991. SU 2198401 C1, 10.02.2003. CN 101109705 A, 23.01.2008.

Адрес для переписки:

644119, г.Омск, ул. Бульвар Зеленый, 8, кв.7,
П.С.Ложникову

(72) Автор(ы):

**Епифанцев Борис Николаевич (RU),
Левитская Елена Андреевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной
ответственностью "Научно-технический
центр "КАСИБ" (RU)****(54) СПОСОБ СКРЫТОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ АЛКОГОЛЯ В КРОВИ СУБЪЕКТА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к локационной измерительной технике, биологии, применительно к определению содержания примесей в отдельных объемах воздушной среды, окружающей живой объект. Способ основан на облучении лоцируемого объема пространства импульсным сканирующим излучением, регистрации энергий отраженных от лица субъекта на опорной и измерительных длинах волн, сравнении этих энергий и принятии решения по результату сравнения о наличии или отсутствии искомого вещества в поле зрения оптической системы, причем вначале при определении направления на лоцируемый субъект генерируют излучения на длинах волн 1,2 мкм и 1,08 мкм локальных максимума и минимума отражения меланина кожи человека, проводят накопление энергий отраженных излучений на каждой длине волны, по результату сравнения которых

формируют импульс длительности пребывания лица человека в поле зрения оптической системы, затем в течение существования указанного импульса генерируют в установленном направлении импульсы оптического излучения на длинах волн поглощения паров алкоголя (измерительный) и опорный к ней, синхронно с генерируемыми импульсами суммируют энергии отраженных от лица субъекта излучений по опорному и измерительному каналам, по формируемым суммам определяют концентрацию алкоголя в выдыхаемом воздухе, при превышении которой нормативного уровня принимают решение о дальнейших действиях, а по окончании импульса нахождения лица в поле зрения оптической системы регистрируемый в этот момент уровень концентрации алкоголя считывают в базу данных. Достигается повышение надежности и эффективности оценки. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 438 131 C1

RU 2 438 131 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010116800/15, 27.04.2010**

(24) Effective date for property rights:
27.04.2010

Priority:

(22) Date of filing: **27.04.2010**

(45) Date of publication: **27.12.2011 Bull. 36**

Mail address:

**644119, g.Omsk, ul. Bul'var Zelenyj, 8, kv.7,
P.S.Lozhnikovu**

(72) Inventor(s):

**Epifantsev Boris Nikolaevich (RU),
Levitskaja Elena Andreevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvenost'ju
"Nauchno-tehnicheskij tsentr "KASIB" (RU)**

(54) **METHOD FOR SECRET REMOTE ESTIMATION OF CONTENT OF ALCOHOL IN BLOOD OF SUBJECT**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: method is based on irradiating the probed volume of space with pulsed scanning radiation, picking up the energy reflected from the face of the subject at reference and measurement wavelengths, comparing said energy values and making a decision based on the comparison results on the presence or absence of the substance of interest in the field of vision of the optical system, wherein at the beginning, when determining the direction of the probed subject, radiation is generated at wavelengths 1.2 mcm and 1.08 mcm the local reflection maximum and minimum of melanin in human skin, energy of the reflected radiation at each wavelength is accumulated, from the comparison result of which a pulse for the dwell time of the human face in the field of vision of the optical

system is generated, and then over the duration of said pulse, optical radiation pulses are generated in the established direction at alcohol vapour absorption wavelengths (measurement) and reference thereto; synchronously with the generated pulses, energy of radiation reflected from the face of the subject is summed up on the reference and measurement channels; the formed sums are used to determine concentration of alcohol in the exhaled air, and when said concentration exceeds a standard level, a decision on further action is taken, and at the end of the pulse of the presence of the face in the field of vision of the optical system, the level of alcohol concentration recorded at that moment is entered into a data base.

EFFECT: high reliability and efficiency of estimation.

3 cl, 3 dwg

RU 2 4 3 8 1 3 1 C 1

RU 2 4 3 8 1 3 1 C 1

Изобретение относится к локационной измерительной технике, биологии, а более конкретно абсорбционной спектроскопии атмосферного воздуха для дистанционного определения содержания примесей в отдельных объемах воздушной среды, окружающей живой субъект.

5 Существует необходимость решения ряда практических задач, например, по скрытой оценке степени опьянения водителя, намеревающегося совершить поездку на автомобиле, или работников, проходящих на работу через проходную, или преступников, удерживающих заложников и др. На сегодняшний день такие задачи
10 решаются при контакте с конкретным лицом, т.е. лицо знает, что его проверяют и как это делается, либо не решаются вовсе. Так, для отстранения водителя, находящегося в нетрезвом состоянии, от управления автомобилем используется так называемый алкозамок, осуществляющий блокировку системы зажигания при превышении
15 содержания алкоголя в его крови выше установленной нормы. Алкозамок снабжен сменным мундштуком и операция выдыхания воздуха в техническое устройство требует контакта с проверяемым лицом и исключает возможность ее маскировки.

Известен «Способ определения наличия этилового спирта в организме человека» (Патент RU 2198401, МПК G01N 33/48 от 22.06.2001). По данному способу исследуют
20 ликвор человека. Недостатком известного способа является длительность процедуры, контактность с исследуемым лицом, исключена скрытность проводимой операции.

Из известных технических решений наиболее близким по совокупности признаков к заявляемому объекту является «Метод и устройство для контроля транспорта»
25 (Патент WO 2005118326, МПК B60R 25/0, E05B 19/04 от 15.12.2005). По этому методу используется ключ для дистанционного управления иммобилайзером автомобиля. В состав ключа встроен прибор для определения уровня алкоголя в крови лица, подающего сигнал на запуск автомобиля. В основе способа определения концентрации алкоголя в крови лежит изменение электропроводности выдыхаемого
30 воздуха. Анализ выдыхаемого человеком воздуха происходит при помощи дыхательной трубки.

Главный недостаток известного способа - невозможность проведения скрытой оценки содержания алкоголя в крови субъекта, что накладывает дополнительные сложности на анализ результатов, так как возможна фальсификация результатов через
35 подмену лица. Другой недостаток - ограниченность расстояния, на котором возможно проводить обнаружение объекта, и неудобство функционального использования.

Задачей изобретения является устранение недостатков известного способа путем изменения способа обнаружения концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе,
40 введения дополнительных операций по обработке сигнала и формирования другой последовательности выполняемых операций. Тем самым становится возможным проведение скрытой оценки содержания алкоголя в крови субъекта, снижение ограничения на расстояние до исследуемого субъекта и осуществление перехода от пороговой операции «да - нет» к решению задач измерительного плана.

45 Суть такого перехода сводится к введению в канал обработки сигналов операции увеличения сигнал/шум за счет многократного повторения элементарных операций по обнаружению сигналов, применению операции накопления в измерительном и опорном каналах, проведению измерений только в течение времени нахождения
50 субъекта в поле зрения оптической системы, использованию других измерительной и опорной длин волн для фиксации лица субъекта в поле зрения оптической системы (настройка на меланин кожи), а также введению канала измерения содержания алкоголя в выдыхаемом воздухе и правил взаимодействия его с каналом поиска лица

субъекта.

Сущность изобретения заключается в том, что вначале устанавливается направление оптической оси на ложируемый объект (лицо субъекта). С этой целью в направлении субъекта осуществляют посылки импульсов оптического излучения на двух длинах волн, характеризующих локальные максимум и минимум отражения меланина кожи человека. Так, на длине волны $\lambda_{10}=1,08$ мкм коэффициент отражения лица почти в два раза превышает отражение на длине волны $\lambda_{1u}=1,2$ мкм независимо от национальности субъекта и имеет порядок 0,55. По сравнению с прототипом мощность зондирующих импульсов может быть уменьшена более чем на порядок.

Сопоставление принимаемых сигналов на указанных длинах волн ведется непрерывно, изменением положения оптической оси достигается выполнение базового условия $U_{\lambda_{10}}=2U_{\lambda_{1u}}-\Delta$, где $U_{\lambda_{10}}$, $U_{\lambda_{1u}}$ - амплитуды принятых и усиленных импульсов на длинах волн λ_{10} и λ_{1u} соответственно, Δ - устанавливаемая экспериментально выравнивающая добавка. Шумы в приемопередающих каналах не позволяют удерживать обозначенное условие постоянным. При сканировании фона и удержании субъекта в поле зрения оптической системы происходят сбои: субъект то фиксируется, то исчезает. Для устранения этого эффекта каждая из принимаемых последовательностей отраженных сигналов $U_{\lambda_{10}}$ и $U_{\lambda_{1u}}$ суммируется, и в соответствии с фундаментальным принципом теории борьбы с помехами отношение сигнал/помеха в благоприятном случае возрастает пропорционально \sqrt{n} , где n - число актов суммирования. Формируемые суммы сравниваются до получения устойчивого эффекта выполнения базового условия и формируют импульс длительности пребывания лица человека в поле зрения оптической системы. После этого проводится измерение концентрации содержания алкоголя в выдыхаемом субъектом воздухе в течение существования указанного импульса.

С этой целью в выбранном направлении дополнительно проводятся посылки импульсов оптического излучения на длине волны поглощения паров алкоголя и так называемой опорной к ней длине волны. Спиртовые характеристические полосы поглощения располагаются в областях $3580-3670$ см⁻¹ (свободная группа ОН, $3450-3550$ см⁻¹ (внутримолекулярные ассоциаты), $3200-3400$ см⁻¹ (межмолекулярные ассоциаты). При работе на близких расстояниях (несколько десятков метров) предпочтительнее использование диапазона $3200-3400$ см⁻¹ ($2,97-3,13$ мкм) ввиду более мощной полосы поглощения излучения и наличия в этом диапазоне «окна прозрачности» атмосферных газов, а для опорного излучения использовать длины волн $\lambda_{20}=2,8$ мкм или $\lambda_{20}=3,3$ мкм. Переход на обозначенную полосу ведет к снижению амплитуды полезных сигналов, а с учетом низкого отражения кожи в этом диапазоне (~7%) отношение сигнал/шум в измерительном канале приближается к единице. Чтобы увеличить это отношение до уровня решения задач измерительного плана, введем в каждый канал операцию накопления. Если в поле зрения системы субъект находится в течение 1 сек и период посылки импульсов 40 мксек, то число накопленных отсчетов составит 25000, и отношение сигнал/шум при некоррелированных отсчетах шума возрастет почти в 160 раз (с учетом корреляции ~ в 50 раз). Этого достаточно для решения измерительных задач.

Измерение проводят с помощью классической схемы сравнения. Сигналы на ее входе на опорной и измерительной длинах волн соответственно равны

$$U_{\lambda_0} = \kappa J_0 \exp(-\alpha \lambda_0 d), \quad U_{\lambda_u} = \kappa J_0 \exp(-\alpha_n d - \alpha'_{\lambda_u} d),$$

где коэффициент κ учитывает потери энергии в оптическом канале, усиление

электронной схемы, чувствительность приемника излучений, J_0 - плотность потока излучения посылаемых импульсов; α_{λ_0} , α_{λ_u} - коэффициенты ослабления излучений от источника до приемника излучений, α'_{λ_u} - коэффициент поглощения паров алкоголя в выдыхаемом воздухе, d - протяженность пути лучей в воздухе, содержащем пары алкоголя. Поскольку $\lambda_u \cong \lambda_0$, то $\alpha_{\lambda_u} = \alpha_{\lambda_0}$, логарифм отношения регистрируемых сигналов $\ln(U_{\lambda_u}/U_{\lambda_0}) = -\alpha'_{\lambda_u} d$.

Коэффициент поглощения связан с концентрацией газа: $\alpha'_{\lambda_u} = AC_p$, где A - коэффициент, не зависящий от концентрации газа C_p и характеризующий его поглощающие свойства. Тогда $C_p = -\ln(U_{\lambda_u}/kJ_0)/A \cdot d$.

Соотношение концентрации алкоголя в крови и альвеолярном воздухе постоянно. Оно определяется разностью плотностей сред: крови и воздуха, и составляет приблизительно 1:2200. Содержание паров алкоголя в выдыхаемом воздухе выражается в миллиграммах на 1 м^3 и с учетом отношения плотностей крови и воздуха может быть выражено в промиллях по крови. При этом 0,1 град/00 алкоголя в крови соответствует 45 мг/м^3 алкоголя в выдыхаемом воздухе и рассчитывается по формуле

$$c^* = \frac{0,1C_p}{45}.$$

В результате построения и программной реализации математической модели прохождения ИК излучения через выдыхаемый субъектом воздух и измерения концентрации алкоголя в нем с учетом влияния комплекса возмущающих факторов (расстояние до субъекта, помехи в оптическом канале, температура, влажность) получены зависимости погрешности вычислений концентрации искомого вещества от расстояния до субъекта и от количества посылаемых импульсов. Согласно полученным данным на расстоянии 0,7 м и 10000 посылаемых импульсов с частотой 40 мксек погрешность вычислений составит 0,0094 промилли. Что приемлемо для решения поставленной задачи.

Сущность изобретения поясняется нижеследующим описанием и прилагаемыми к нему чертежами, где на фиг.1 приведена блок-схема устройства, реализующего предлагаемый способ, на фиг.2 - спектральный коэффициент отражения кожи европейца и афроамериканца, на фиг.3 - график пропускания оптического излучения атмосферой в диапазоне 2,8-3,7 мкм на дальности 300 м, в таблице 1 - результаты программной реализации математической модели измерения концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе, иллюстрирующие зависимость погрешности вычислений концентрации искомого вещества от расстояния до субъекта при разном количестве подаваемых импульсов.

Устройство для реализации предложенного способа содержит три блока: блок 1, предназначенный для сканирования пространства с целью захвата субъекта для исследования, блок 2 - состоящий из излучателей оптических сигналов на разных длинах волн в направлении исследуемого пространства и приемников излучения, блок 3 - регистрирующая схема, принимающая решение о наличии субъекта в поле зрения оптической системы и оценивающая концентрацию алкоголя в крови субъекта по содержанию его паров в выдыхаемом воздухе.

Операция сканирования поля зрения оптической системы хорошо известна и воплощена во множестве приборов. Блок 2 содержит измерительный 2.1 и опорный 2.2 излучатели, варианты исполнения которых описаны в литературе: вращающиеся интерференционные фильтры перед источником с непрерывным спектром излучения,

инфракрасные диоды и др. Особенность этой пары излучателей - длины волн излучения выбираются такими, чтобы обнаружить меланин - важнейшую составляющую любой кожи человека.

5 Меланин характеризуется сложным спектром отражения. Чтобы исключить построения сложных схем идентификации твердых веществ по спектрам отражения, требуется найти на спектральных кривых точки (длины волн), на которых отражение стабильно и мало зависит от смены субъекта. Начиная с работы Jacquez J.A. (J. appl. Physiol., 1955, 8, 3) и кончая работой Пушкаревой (Методы математического моделирования в оптике биоткани. - СПб.: Гос. ун-т информационных технологий, механики и оптики, 2008, с.69), регистрируется одинаковый результат на $\lambda=1,2$ мкм и 1,4 мкм и немного флуктуирующий максимум на $\lambda=1,08$ мкм (фиг.2).

15 Предлагается использовать длины волн 1,08 и 1,2 мкм, характеризующиеся достаточным отражением и, следовательно, возможностью получения ощутимого прироста отношения сигнал/шум перед принятием решения, «есть - нет меланин».

Излучатели 2.1 и 2.2 переключаются генератором 3.1, который также перераспределяет сигнал от приемника на два канала, основным звеном каждого из которых является схема накопления (суммирование результатов отражения по каналу с $\lambda=1,08$ мкм и $\lambda=1,2$ мкм). В процессе накопления идет непрерывное сравнение выходных сигналов путем вычисления отношения напряжений $U(\lambda=1,08 \text{ мкм})/U(\lambda=1,2 \text{ мкм})$, и если оценка среднеквадратического отклонения указанного отношения становится на порядок меньше оценки его математического ожидания и если последнее попадает в заранее установленный диапазон, принимается решение «меланин в поле зрения оптического прибора».

25 Перечисленные операции выполняются схемами 3.3 и 3.2. Схема 3.2 является приемником излучений на указанных длинах волн.

Импульс «меланин» сохраняется до тех пор, пока в поле зрения прибора находится 30 лицо субъекта. Этим импульсом открываются схемы совпадений 3.4 и 3.5, и в установленном направлении с помощью последовательно переключаемых излучателей 2.4 и 2.5 субъект облучается на длинах волн 3 и 3,3 мкм (фиг.3).

35 Первая из них лежит в полосе поглощения паров алкоголя, вторая вне этой полосы. Эти излучения дважды проходят через выдыхаемый объем воздуха (в прямом и обратном направлениях) и регистрируются приемником 2.6. Схема сравнения 3.6, на которую поступают сигналы с приемника в части накопления сигналов на указанных длинах волн, аналогична схеме 3.3. Однако дальнейшая обработка накапливаемых сигналов осуществляется по приведенным выше формулам с вычислением концентрации C^* . И если она превышает установленный порог (схема 3.7), 40 принимается решение о дальнейших действиях.

Введение дополнительных по сравнению с прототипом операций с установкой последовательности их выполнения позволяет решать новые актуальные задачи. 45 Пример такой задачи - скрытая оценка степени опьянения водителя, включающего зажигание автомобиля и намеревающегося совершить поездку. Тогда решением может быть: автомобиль заводится или нет. Другой пример. Оценивается факт наличия алкоголя в выдыхаемом воздухе сотрудников, проходящих через проходную предприятия по выпуску полупроводниковых приборов. Проведение оценки степени 50 алкогольного опьянения лиц, доступных для наблюдения с места залегания группы захвата. В этом случае фиксируют также изображения исследуемого объема, изображение лоцируемого субъекта, и результат измерения концентрации алкоголя у наблюдаемого лица выводят на экран монитора оператора службы безопасности.

Наличие молекул алкоголя в воздухе помещения, в котором ведется выращивание кристаллов, исключает производство качественной продукции.

Формула изобретения

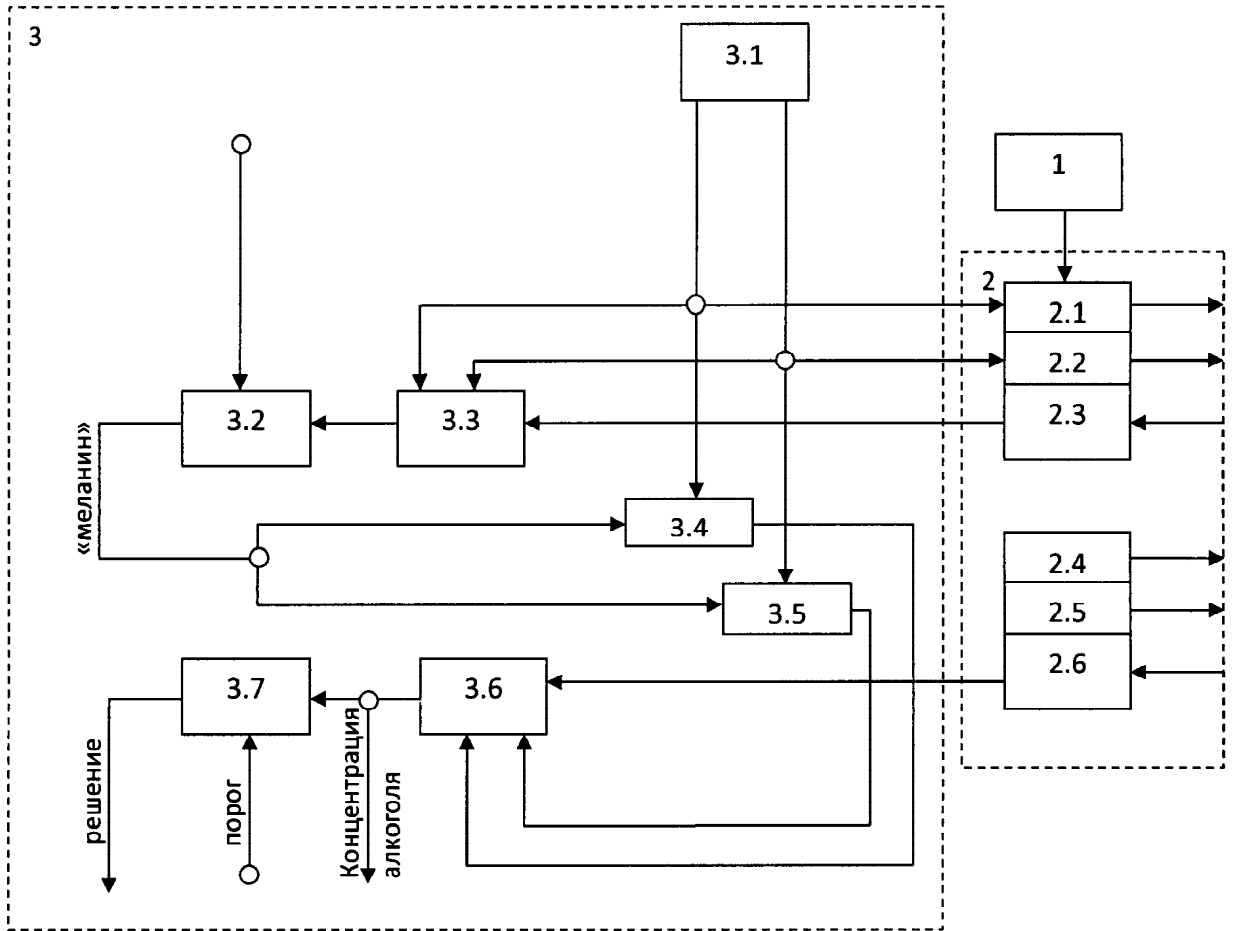
5 1. Способ скрытой дистанционной оценки содержания алкоголя в крови субъекта, основанный на облучении лоцируемого объема пространства импульсным сканирующим излучением, регистрации энергий, отраженных от лица субъекта на опорной и измерительных длинах волн, сравнении этих энергий и принятии решения
10 по результату сравнения о наличии или отсутствии искомого вещества в поле зрения оптической системы, отличающийся тем, что вначале при определении направления на лоцируемый субъект генерируют излучения на длинах волн 1,2 мкм и 1,08 мкм локальных максимума и минимума отражения меланина кожи человека, проводят накопление энергий отраженных излучений на каждой длине волны, по результату
15 сравнения которых формируют импульс длительности пребывания лица человека в поле зрения оптической системы, затем в течение существования указанного импульса генерируют в установленном направлении импульсы оптического излучения на длинах волн поглощения паров алкоголя (измерительный) и опорный к ней,
20 синхронно с генерируемыми импульсами суммируют энергии отраженных от лица субъекта излучений по опорному и измерительному каналам, по формируемым суммам определяют концентрацию алкоголя в выдыхаемом воздухе, при превышении которой нормативного уровня принимают решение о дальнейших действиях, а по окончании импульса нахождения лица в поле зрения оптической системы
25 регистрируемый в этот момент уровень концентрации алкоголя считывают в базу данных.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при оценке содержания алкоголя в выдыхаемом воздухе водителя, включающего зажигание автомобиля, импульсные
30 излучатели и приемники размещают на перепонках руля и маскируют их установкой других подобных по виду «стекляшек» по площади перепонки, а при превышении концентрации алкоголя нормативного уровня блокируют включение зажигания автомобиля.

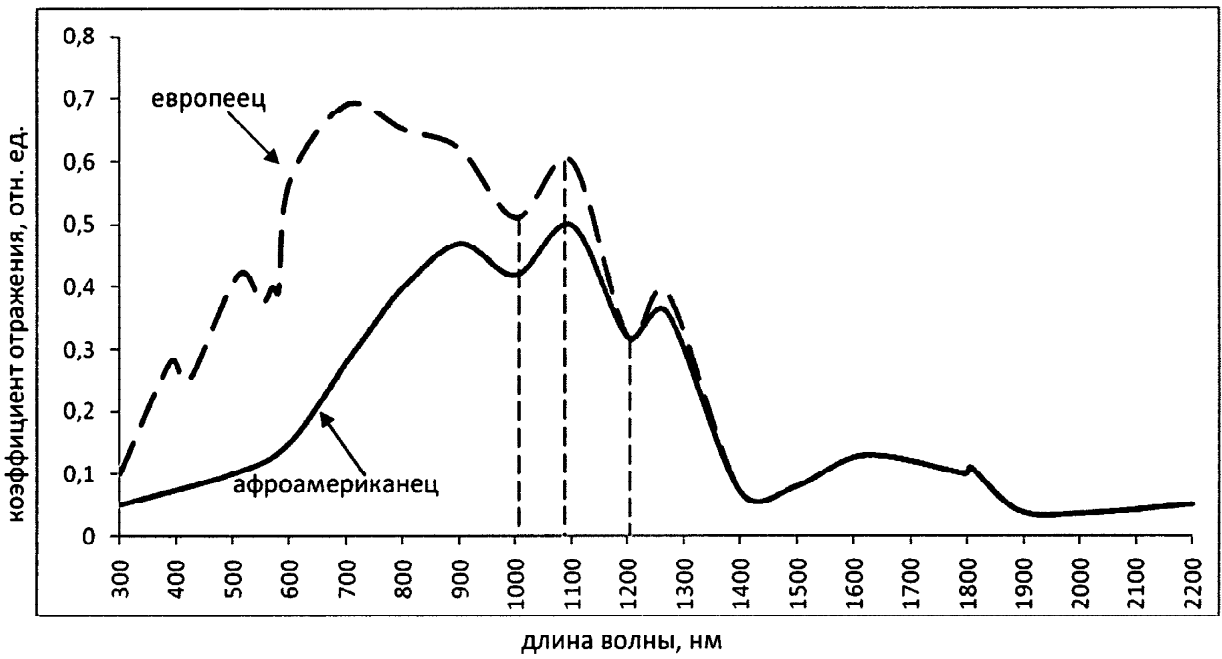
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что при оценке содержания алкоголя в
35 выдыхаемом воздухе лиц, проходящих через проходную, выступающих перед аудиторией с докладом или доступных для наблюдения с места залегания группы захвата, фиксируют также изображения исследуемого объема, изображение лоцируемого субъекта и результат измерения концентрации алкоголя у наблюдаемого
40 лица выводят на экран монитора.

45

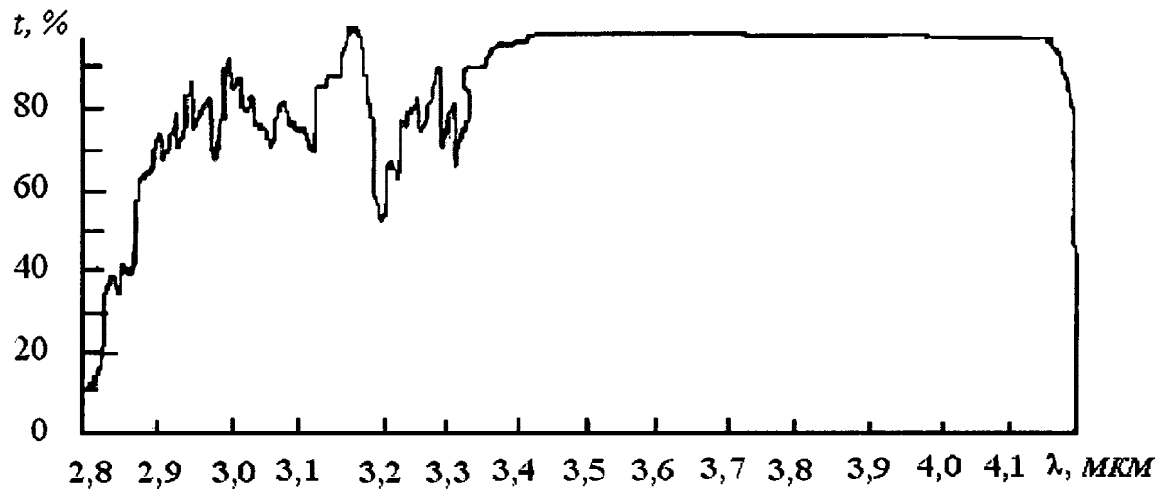
50



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3