

## РАЗДЕЛ 7. КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

резистора. После выполнения такой процедуры и последующего отключения конденсатора в случае первой и второй антенн на протяжении всего эксперимента (от нескольких дней до недели) стал фиксироваться ток, протекающий через нагрузочный резистор. В хорошую погоду ток был отрицательной относительно заземления полярности величиной порядка  $1 \text{ нА/м}^2$  с вариациями как в отрицательную, так и в положительную сторону порядка  $1-3 \text{ нА/м}^2$ , имеющими частоту порядка  $0.1-0.01 \text{ Гц}$ . Пример изменения тока в течение дня приведен на рисунке 2. В плохую погоду (мокрый снег, дождь) наблюдалось увеличение силы тока отрицательной полярности на протяжении от получаса до нескольких часов до величины  $10-35 \text{ нА/м}^2$ .

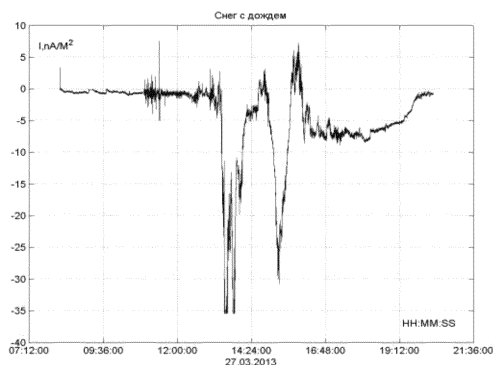


Рисунок 2 – Вертикальные атмосферные токи, зафиксированные в г. Горно-Алтайске

### Выводы

В заключение хотелось бы сказать, что выше были показаны только первые результаты измерительного эксперимента и для того, чтобы делать какие-то даже предвари-

тельные выводы, надо продолжать проводить измерения достаточно длительное время в круглосуточном режиме при различных погодных условиях, с использованием различных измерительных антенн. Однако, уже сейчас ясно, что без использования такого автономного, низкопотребляющего, простого в эксплуатации устройства как даталоггер проведение всего эксперимента было бы крайне затруднительным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Швейдлер Э. Сохранение электрического заряда Земли: Пер. с нем. - М.Л.: Объед. науч.-тех. изд-во НКТП СССР, 1936. - 74 с.
2. Кузнецов В.В. Введение в физику горячей Земли. Петропавловск-Камчатский, Изд-во КамГУ, 2008. - 367 с
3. Родионов Б.У. "Вертикальные токи" в астро- и геофизике /Б.У. Родионов // Метафизика. Российский университет дружбы народов. Научный журнал - М.:РУДН, №2 (4), 2012, - С.: 100-107
4. Бакиянов А.И. К вопросу о непотенциальности магнитного поля Земли / Бакиянов, А.И., Бетев, А.А., Гвоздарев, А.Ю.// Вестник молодых ученых: Сборник научных работ – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. – №5 – С. 9-13
5. Горчаков В.С. Цифровой измерительный комплекс / В.С. Горчаков. - М.: Радио и связь, 1986.- 88 с.ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1096)

к.т.н., доцент **Кудрявцев Н.Г.**, [ngkudr@mail.ru](mailto:ngkudr@mail.ru), аспирант **Кудин Д.В.**, [dvkudin@gmail.com](mailto:dvkudin@gmail.com), аспирант **Учайкин Е.О.**, [evgeniy\\_uch@mail.ru](mailto:evgeniy_uch@mail.ru), к.т.н., доцент **Гвоздарев А.Ю.**, [gvozdarrev@ngs.ru](mailto:gvozdarrev@ngs.ru) - Горно-Алтайский государственный университет.

УДК: 004.62

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИНЦИПОВ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В КАПНОГРАФИИ

В.А. Терехов

В статье рассматривается обзор всех принципов измерения концентрации углекислого газа: масс – спектрометрия, рамановская спектроскопия, инфракрасный фотоакустический анализ, ультразвуковой скоростной анализ, ультразвуковой абсорбционный анализ, инфракрасный оптический анализ. Изложены основные характеристики каждого принципа, а так же описаны их достоинства и недостатки

**Ключевые слова:** масс - спектрометрия, капнография, рамановская спектроскопия, инфракрасный фотоакустический анализ, ультразвуковой скоростной анализ, инфракрасный оптический анализ

### Введение

Капнография развивается довольно давно. За последнее время сменилось множество приборов для капнометрии и капно-

графии. Эта смена обусловлена стремлением повысить точность, надежность измерения, а так же снизить стоимость оборудования.

В данной статье приведены все когда-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2013

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИНЦИПОВ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В КАПНОГРАФИИ

либо использовавшиеся в капнографии принципы измерения, указаны их особенности, достоинства и недостатки. Принципы расположены в порядке возрастания их актуальности для конечных потребителей.

**Масс-спектрометрия.** Проба анализируемого вещества (газа) подается в вакуумную камеру через входное отверстие, это видно на рисунке 1. Сразу за входным отверстием поступающий газ ионизируется пучком электронов, идущих с анода ионизатора. Далее ионизированный газ проходит через мощное постоянное магнитное поле, которое отклоняет траектории движения ионизированных частиц газа. Ионы с более высоким отношением массы к заряду отклоняются на меньший угол вследствие своей большей инертности при одинаковой величине воздействия. В итоге газ разделяется на потоки по критерию величины отношения массы к заряду, то есть по химическому составу. Величины этих потоков регистрируются на коллекторах ионов на приемной поверхности вакуумной камеры. По показаниям счетчиков определяют процентное соотношение того или иного компонента.[1,2]

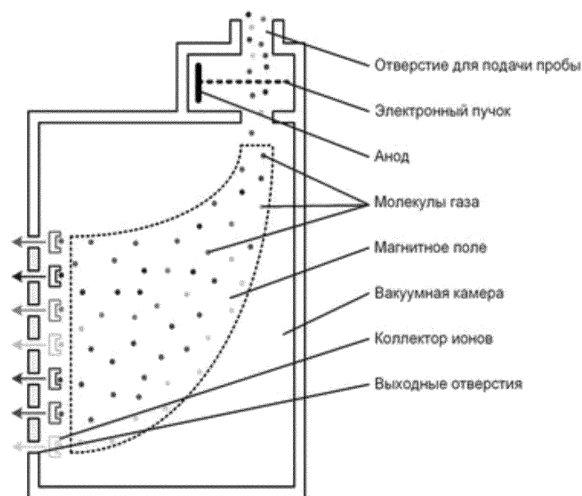


Рисунок 1 - Масс – спектрометрия.

**Достоинства:**

- высокая точность измерения;
- определение полного состава газовой смеси за одно измерение.

**Недостатки:**

- дороговизна;
- неудобство использования.

**Рамановская спектроскопия.** Данный метод сменил масс-спектрометрию (рисунок 2). Принцип действия датчика основан на явлении рамановского сдвига. Идея метода – при переходе молекул из инициированного лазером возбужденного состояния в низкоэнергич-

тическое они излучают световую энергию специфического спектра. Пробы газа поступают в измерительную камеру, в которой облучаются арговым лазером. В результате облучения молекулы газа переходят в возбужденное состояние. Обратный переход сопровождается излучением более низкой энергии и большей длины волны. В спектре вторичного излучения присутствуют длины волн, отсутствующие в первичном спектре.

Величина рамановского сдвига для каждого газа сугубо специфична. Значение концентрации определяется по интенсивности вторичного излучения.[2]

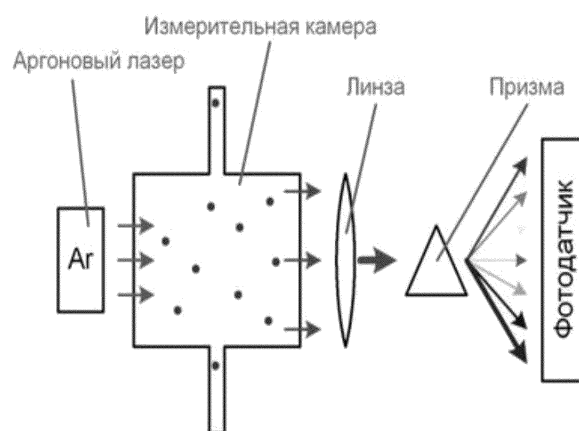


Рисунок 2 - Масс – спектрометрия.

Достоинства метода – как и в масс – спектрометрии, одновременное определение концентраций всех компонентов газовой смеси, высокая точность измерения, и самым главным преимуществом является более быстрое получение результатом и самокалибрование.

**Инфракрасный фотоакустический анализ.** Принцип работы основан на звуковом сопровождении перехода молекул газа в возбужденное состояние под действием инфракрасного излучения (рисунок 3). Переход в возбужденное состояние молекул каждого из газов осуществляется на строго определенной длине волны инфракрасного излучения. Амплитуда звука зависит от концентрации данного газа в смеси.[2]

**Достоинства:**

- возможность применения как в прямом потоке (mainstream), так и в системе с отбором газа (sidestream);
- высокая точность и стабильность работы.

**Недостатки:**

- сложность сопроводительного программного обеспечения для обработки сигнала;
- сложность калибровки и настройки;

## РАЗДЕЛ 7. КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

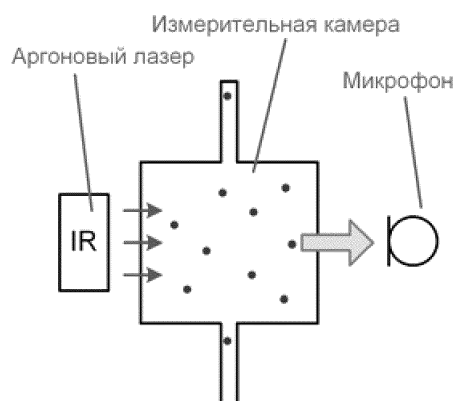


Рисунок 3 - Инфракрасный фотоакустический анализ.

### Ультразвуковой скоростной анализ.

Основан на изменении скорости ультразвука при прохождении его через углекислый газ. В качестве источников и приемников сигнала обычно используются пьезоизлучатели (рисунок 4). Падение скорости ультразвука пропорционально концентрации.

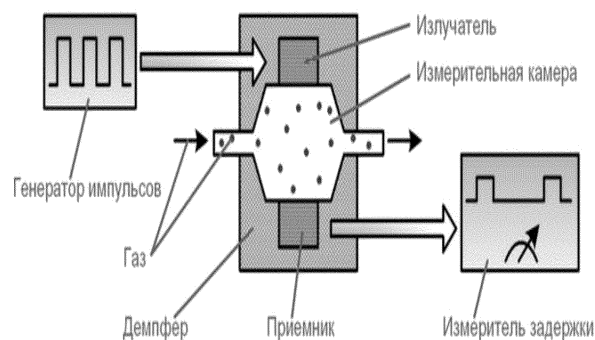


Рисунок 4 - Ультразвуковой скоростной анализ.

#### Достоинства:

- очень маленькое влияние на измерение примесей других веществ в анализируемой пробе газа;
- отсутствие необходимости установки фильтров;
- возможность использования проточного варианта.

#### Недостатки:

- большой объем измерительной камеры с датчиком;
- использование в системе бокового потока ограничено необходимостью обеспечения высокой скорости отбора пробы.

**Ультразвуковой абсорбционный анализ.** Данный метод основан на поглощении ассиметричными молекулами ультразвука определенной длины волны (рисунок 5). В качестве источников и приемников сигнала обычно используются пьезоизлучатели. Ам-

плитуда прошедшего через газ сигнала обратно пропорциональна концентрации. [1,2]

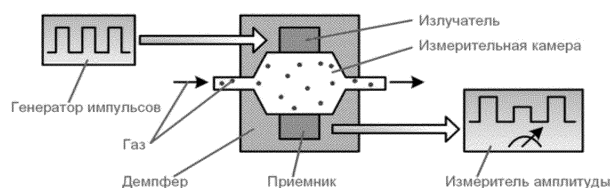


Рисунок 5 - Ультразвуковой абсорбционный анализ.

#### Достоинства:

- возможность использования проточного варианта;
- высокая точность измерения;
- отсутствие необходимости установки фильтров.

#### Недостатки:

- большой размер измерительной камеры с датчиком;
- необходимость нагрева измерительной камеры и исследуемого газа;
- необходимость коррекции результатов в зависимости от наличия в смеси других несимметричных газов (закись азота).

### Инфракрасный оптический анализ.

Это в настоящее время самый распространенный метод анализа концентрации углекислого газа в выдыхаемом воздухе (рисунок 6). Широкое распространение он получил после разработки сверхминиатюрных датчиков.

Принцип измерения основан на поглощении несимметричными молекулами газа инфракрасного излучения определенной длины волны. Амплитуда прошедшего через газ сигнала обратно пропорциональна концентрации. В качестве источников инфракрасного излучения используются либо светодиоды, либо твердотельные лазеры. [1,2]

#### Измерительная камера

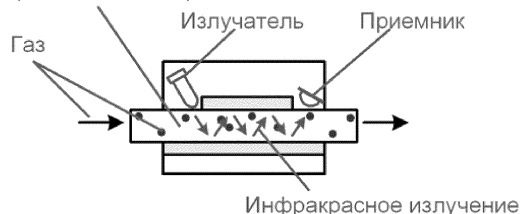


Рисунок 6 - Инфракрасный оптический анализ.

### Выводы

На основе выше изложенной информации можно отметить, что для конечного пользователя наиболее лучшим и удобным вариантом являются приборы, построенные на основе инфракрасных или ультразвуковых принципов измерения.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАДЕЖНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА МЕЖПОВЕРОЧНЫЙ ИНТЕРВАЛ

Большинство выпускаемых приборов основаны на инфракрасном оптическом методе анализа и построены по принципу бокового потока (систем с отбором пробы). Приборы с такими техническими характеристиками наиболее удобны для использования в системах мониторинга для пациентов с самостоятельным дыханием.

Для функциональной диагностики наиболее удобны приборы, использующие ультразвуковые принципы измерения и позволяющие проводить проточные измерения.

На современном рынке оборудования для капнографии представлены в основном универсализированные приборы, способные вы-

полнять все поставленные перед ними задачи.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокша В.Г., Карпов А.П. Изучение дыхательной функции легких методом капнографии. Ж. Тер. Арх., 1972, т. 44, в. 8, с. 36 – 39.
2. Шурыгин И.А. Мониторинг дыхания: пульсоксиметрия, капнография, оксиметрия. – СПб.: "Невский диалект", М.: "Издательство БИНОМ", 2000. – 301 с.: ил.

*Терехов В.А., аспирант, тел. 8-913-238-10-63, ff\_555@km.ru – Алтайский Государственный технический университет, кафедра вычислительных систем и информационной безопасности*

УДК: 53.088.4

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАДЕЖНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА МЕЖПОВЕРОЧНЫЙ ИНТЕРВАЛ

С.А. Панфилов, А.С. Саванин

В статье рассмотрено влияние метрологической надежности и стабильности средств измерений на их эксплуатационные свойства. Приведено обоснование необходимости разработки математических моделей для определения численных значений метрологической надежности и стабильности средств измерений.

**Ключевые слова:** средство измерений, надежность, стабильность, межповерочный интервал.

### Введение

Одной из важных метрологических характеристик средств измерений является их межповерочный интервал. Значение межповерочного интервала определяет экономическую и техническую эффективность и целесообразность применения средств измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Все средства измерений, применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации [1] подлежат утверждению типа и поверке. Проведение испытаний в целях утверждения типа и утверждение типа средств измерений осуществляется в порядке, предусмотренном Приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации [2]. Именно во время проведения испытаний определяются метрологические и технические характеристики средств измерений, идентифицируется входящее в состав средств измерений программное обеспечение, разрабатывается методика поверки, проводится ее опробование, определяется межповерочный интервал

и анализируется конструкция средств измерений с целью предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений.

### Анализ факторов, влияющих на определение межповерочного интервала

Важной задачей при испытаниях в целях утверждения типа является задача по правильному определению межповерочного интервала, первичное значение которого определяется разработчиком с последующей корректировкой. Для определения межповерочного интервала используется РМГ 74-2004 [3], в котором применен метод определения межповерочных интервалов, основанный на предположении о непрерывном (с конечной случайной скоростью) изменении метрологических характеристик средств измерений в процессе их эксплуатации или хранения. Межповерочный интервал зависит от множества параметров и характеристик, основными из которых являются метрологическая надежность и стабильность средств измерений, которые характеризуют свойство средств измерений сохранять во времени