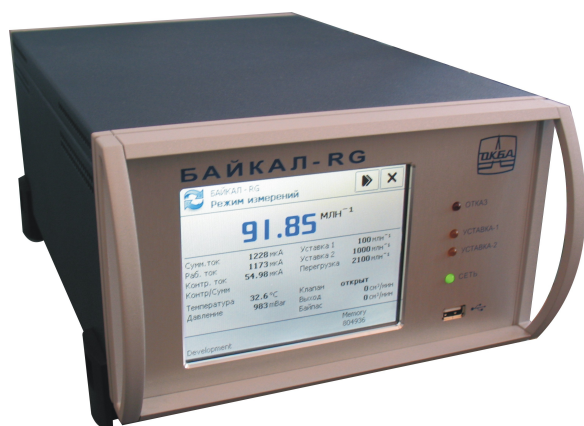


Опыт совместной разработки кулонометрического гигрометра

Приведены результаты совместной разработки кулонометрического гигрометра с использованием современных технологий создания приборов аналитического контроля.

Ключевые слова: *гигрометр, датчик, измерительное устройство.*



Специалистами ООО “Ангарское-ОКБА” совместно с инженерами и программистами фирмы АСИ (Германия) была проведена опытно-конструкторская работа по созданию кулонометрического гигрометра нового поколения “Байкал-RG”. По разработанной конструкторской документации были изготовлены опытные образцы гигрометра.

При постановке работы было принято решение, что результатам деятельности всего инновационного процесса разработки является организация серийного изготовления гигрометров и их реализация, осуществляемые ООО “Ангарское-ОКБА”.

В ранее разработанных гигрометрах применялась конструкция, состоящая из двух основных блоков: датчика и измерительного устройства. Конструкция датчика определяется используемым методом измерения, а измерительное устройство выполняло обработку сигнала первичного преобразователя датчика по известному алгоритму, позволяющему определить значение влаги в анализируемом газе.

При разработке датчика гигрометра “Байкал-RG” применен кулонометрический метод измерения влажности газов. Первичным преобразователем является кулонометрическая электролитическая ячейка (КЭЯ) [1]. Конструктивно ячейка представляет собой стеклянный цилиндрический стержень во внутреннем канале которого расположены два электрода из платиновой или родиевой проводки, выполненные в виде геликоидальных несоприкасающихся спиралей. Между витками спирали нанесена частично гидратированная пятиокись фосфора. Геометрические размеры КЭЯ выбраны таким образом, чтобы влага полностью извлекалась из анализируемого газа во время его прохождения через внутренний канал КЭЯ. К электродам подводится напряжение порядка нескольких десятков вольт, в результате чего в КЭЯ протекают два процесса: поглощение влаги пленкой с образованием фосфорной кислоты и одновременно электролитическим разложением ее на кислород и водород с последующей регенерацией фосфорного ангидрида. В установившемся режиме между указанными процессами наступает динамическое равновесие, при котором содержание влаги в газе определяется уравнением:

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{I \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{Q \cdot n \cdot F}$$

где $C_{\text{H}_2\text{O}}$ - концентрация влаги, г/см³;
 I – ток электролиза, А;
 Q – расход газа через КЭЯ, см³/с;
 n – число элементарных зарядов, необходимых для электролиза одной молекулы воды;
 F – число Фарадея, Кл/моль;
 $M_{\text{H}_2\text{O}}$ - молярная масса воды, г/моль.

При длительной работе гигрометра активная поверхность влагосорбирующей пленки может уменьшаться за счет загрязнения ее механическими примесями и аэрозолями масел. Это обстоятельство приводит к неполному извлечению влаги из анализируемого газа, то есть появляется так называемый “проскок” влаги. Для контроля исправности и оценки полноты извлечения влаги в КЭЯ предусмотрен дополнительный электрод, который расположен на выходе КЭЯ и составляет 25 % от его общей длины. Таким образом конструктивно КЭЯ состоит из двух частей: рабочей и контрольной. Контроль исправности КЭЯ осуществляется автоматически по соотношению токов контрольной и рабочей частей.

В соответствии с изложенным, при разработке электрической схемы измерительного устройства гигрометра было предусмотрено: измерения токов рабочей и контрольной частей КЭЯ, их суммирование, автоматический контроль установленного соотношения токов контрольной и рабочей частей КЭЯ, измерение расхода анализируемого газа через КЭЯ, барометрического давления и температуры окружающей среды для автоматического расчета измеряемой объемной доли влаги.

Технология совместной разработки базировалась на использовании следующих основных составляющих:

- использование вычислительных возможностей современных панельных компьютеров;
- возможность выбора устройств ввода/вывода из обширной номенклатуры;
- применение специализированных языков программирования для обработки сигналов;
- построение газовой схемы на унифицированных элементах формирования газовых потоков.

Разработанное измерительное устройство фирмой АСИ во всех своих компонентах спроектировано на соответствующих изделиях крупносерийного производства с соблюдением общепринятых Европейских стандартов, обеспечивающих их универсальность, взаимозаменяемость, преемственность при смене поколений: элементной базы, средств отображения, устройств ввода/вывода, операционной системы и т. д.

Специфика работы гигрометра реализуется в разработанном прикладном программном обеспечении и микропроцессорном модуле сопряжения датчика с

измерительным устройством, причем к измерительному устройству может быть подключено до восьми датчиков.

Гигрометр имеет четыре уровня управления:

- первый уровень доступа управления позволяет оператору наблюдать за работой гигрометра в режиме измерения и регистрации. Этот уровень устанавливается после каждого включения гигрометра в сеть.
- второй уровень доступа управления гигрометром позволяет оператору наблюдать за работой гигрометра в режиме измерения и регистрации, дает возможность изменения параметров сигнализации УСТАВКА 1, УСТАВКА 2, способа подключения контактов электромагнитного реле, выбора верхнего предела диапазона измерений по унифицированному выходному сигналу, позволяет производить просмотр архивных данных, и настройку параметров цифровых интерфейсов.
- третий уровень доступа управления гигрометром позволяет изготовителю провести калибровку датчиков, параметры выхода сигналов ПЕРГРУЗКА и ОТКАЗ, провести тестирование работы узлов прибора и ПО, заменить версию примененного ПО.
- четвертый уровень управления гигрометром позволяет разработчикам-программистам вносить коррективы и усовершенствования в прикладное программное обеспечение.

Структура уровней доступа управления гигрометром приведена на рис.

1.

Информация в графическом виде (тренд за 4 часа) приведена на рис. 2.

Совместно с представителями фирмы АСИ проведены испытания образцов гигрометров БАЙКАЛ-RG, которые подтвердили следующие метрологические и технические характеристики:

- диапазоны измерений объемной доли влаги (ОДВ): 0-1, 1-10, 10-100, 100-1000, 1000-2000 млн⁻¹;
- основная приведенная погрешность:
 - ±10 % для диапазона измерений 0-1 млн⁻¹;
 - ± 4 % для диапазона измерений 1-10 млн⁻¹;
 - ± 2% для диапазонов измерений 10-100, 100-1000, 1000-2000 млн⁻¹.
- диапазон показаний свыше 2000 до 5000 млн⁻¹;
- входное давление анализируемого газа от 0,2 до 1,0 МПа, которое может быть увеличено до 15 МПа или 40 МПа, а при комплектовании побудителем расхода газа уменьшено до минус 5 кПа;
- измерительная информация и архив команд управления гигрометром хранятся в энергонезависимой памяти.

Полученные результаты дают возможность расширить функциональные возможности кулонометрических гигрометров в части метрологических, технических и эксплуатационных характеристик и стать базой для модернизации и разработки новой приборной продукции ООО “Ангарское-ОКБА”.

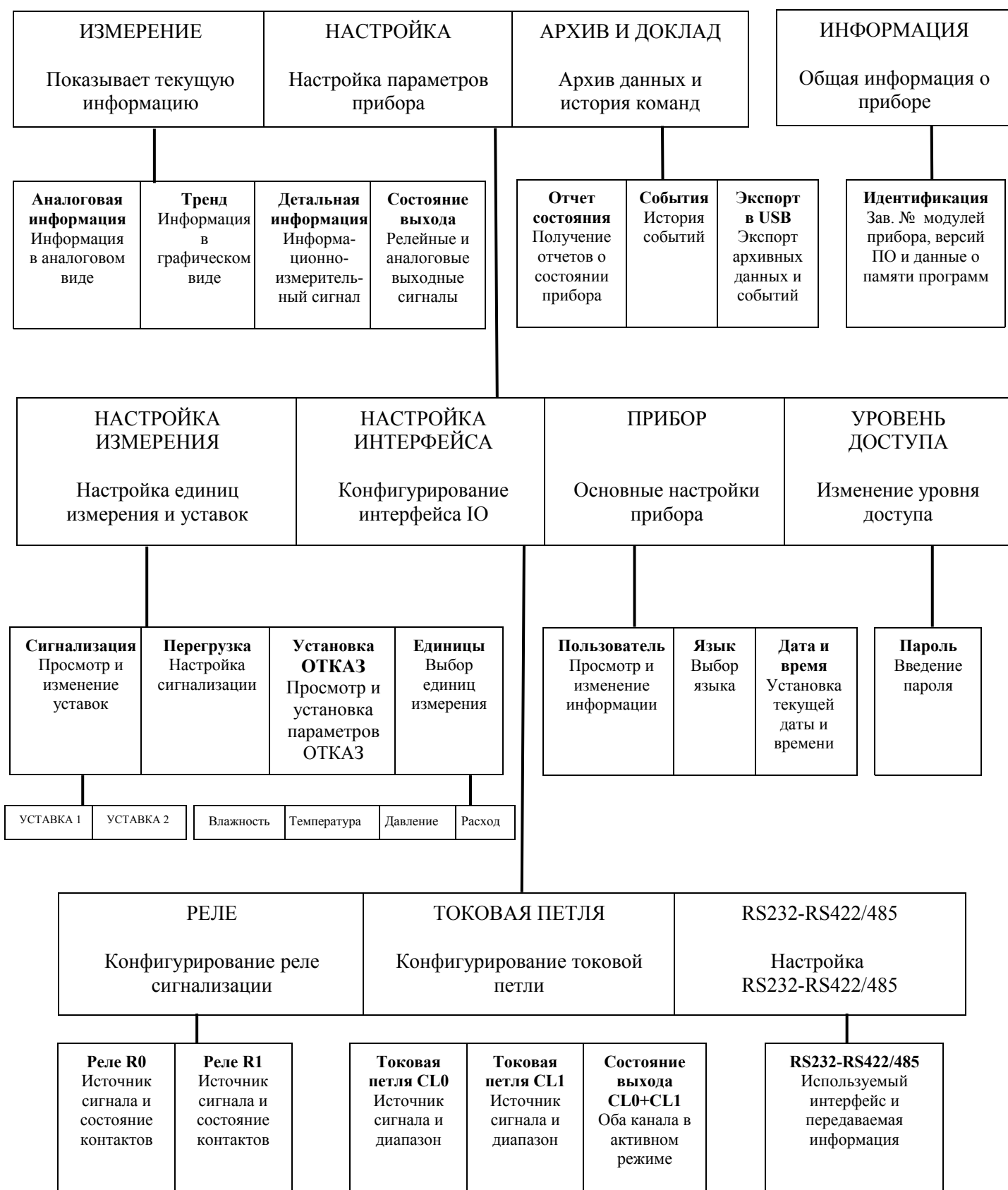


Рисунок 1 – Структура уровней доступа управления гигрометром



Рисунок 2 – Режим регистрации на табло гигрометра

Литература

1. Пат. 2228520 РФ/А.К. Семчевский и др.//. Изобретения. Полезные модели. – 2004. - № 13.