

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ



*И.В. Волков,
начальник конструкторско-технологического отдела
ФБУ «УРАЛТЕСТ», г. Екатеринбург,
ivolkov@uraltest.ru*

Представлена разработка специалистов ФБУ «УРАЛТЕСТ», позволяющая автоматизировать процесс занесения в электронную базу показаний приборов, измеряющих температуру, атмосферное давление и влажность при выполнении поверочных работ.

ФБУ «УРАЛТЕСТ» осуществляет полномочия в Свердловской области в сфере технического регулирования и метрологии, включая стандартизацию, обеспечение единства измерений, оценку соответствия, аккредитацию, испытания и продвижение политики Федерального

агентства по техническому регулированию и метрологии.

В соответствии с «Руководством по качеству работ по поверке средств измерений» (РК 070-001-2016), действующим в учреждении, во всех помещениях, в которых проводится поверка, хранятся эталоны и при-



боры заказчиков, должна быть обеспечена возможность проведения контроля условий окружающей среды с использованием поверенных в установленном порядке средств измерений. Периодичность контроля параметров таких внешних факторов определена с учетом результатов анализа рисков обеспечения инфраструктуры и производственной среды.

Есть три вида условий окружающей среды, которые учитываются в ФБУ «УРАЛТЕСТ»:

- регламентированные методиками поверки в процессе ее осуществления;
- условия эксплуатации средств измерений согласно технической документации;
- условия хранения средств измерений в соответствии с паспортными характеристиками.

Как правило, принимаются минимально необходимые условия:

- температура воздуха от 10,0 до 35,0 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80,0 %;
- атмосферное давление от 300 до 1200 гПа.

Параметры условий окружающей среды измеряются и регистрируются в рабочие дни:

- во внутренних протоколах поверки средств измерений при проведении работ вне производственных площадок ФБУ «УРАЛТЕСТ», а также при необходимости во время проведения работ на производственных площадках ФБУ «УРАЛТЕСТ» с целью фиксирования конкретных условий при проведении конкретной поверки;
- в электронном журнале контроля условий окружающей среды в производственных помещениях ФБУ «УРАЛТЕСТ», который ведется в рамках ПО «Метрология УРАЛТЕСТ»; в соответствии с требованиями к ведению записей контроль проводится и значения регистрируются сотрудниками соответствующих подразделений ОЕИ для каждого отдельного помещения два раза в течение рабочего дня: в 10 ч 00 мин и в 14 ч 30 мин.

В обязательном порядке регистрируются температура и относительная влажность воздуха, а также результаты контроля параметров электрического тока в сети. Результаты измерений фиксируются с округлением до десятых долей единицы.

Средствам измерений, применяемым для контроля условий окружающей среды, необходимо иметь действующий статус поверки, а их метрологическим характеристикам – соответствовать положениям методик поверки в части требований к средствам поверки (погрешность измерений не должна превышать допустимого отклонения согласно методике) и требованиям описания типа.

Для обеспечения контроля условий окружающей среды и регистрации его результатов руководителями подразделений назначаются ответственные лица, которые несут ответственность за регулярность, полноту проведения контроля в закрепленном помещении.

Для организации автоматизированной системы сбора данных нужны приборы, измеряющие необходимые параметры, и программный продукт, который собирает информацию и ведет необходимую базу данных.

Существующие приборы, находящиеся в пользовании поверителей, не дают возможности ведения диалога с программными средствами хранения и обработки данных.

До недавнего времени для обеспечения контроля и регистрации условий окружающей среды в ФБУ «УРАЛТЕСТ» использовались приборы двух видов:

1. Средство измерений с характеристиками:

- температура: -10 до +60 °С;
- влажность: 0-100 % ОВ (без образования росы);
- абсолютное давление: 300-1200 гПа;
- 4 батареи питания (AA);
- частота измерений 10 с;
- прием информации потребителем – визуальный.

Данное СИ является прибором-индикатором, разработанным для контроля окружающих условий в лабораториях во время постановки опытов и проведения калибровок. На дисплей одновременно выводятся показания температуры, влажности и давления. Ресурс работы зависит от качества элемен-

тов питания и составляет до 12 месяцев, что соответствует межповерочному интервалу. Прибор позволяет просмотреть максимальное и минимальное значения контролируемых параметров. Средство измерения не русифицировано и производится за пределами Российской Федерации.

2. Прибор для измерений температуры и относительной влажности воздуха с характеристиками:

- температура: -20 до +60 °С;
- влажность: 0-100 % ОВ (без образования росы);
- абсолютное давление: 300-1200 гПа;
- элемент питания 9 В (тип «Крона») или AC-DC адаптер 9 В / 100 мА;
- прием информации – визуальный.

Каждый рабочий день специалисты, видя на столе эти приборы, снимают с них показания параметров окружающей среды, записывают данные в бумажные журналы, а также заносят в электронную базу данных.

Поверка и настройка оборудования – важное занятие, которое требует сосредоточенности и внимания. Было бы здорово, если бы при этом специалисты могли бы не отвлекаться на списывание данных с приборов учета. В этом случае может помочь автоматизация процесса занесения в электронную базу показаний приборов, измеряющих температуру, атмосферное давление и влажность. Поэтому конструкторско-технологический отдел учреждения решил создать такой прибор, который бы как раз выполнял эти задачи – автоматизированную передачу данных по замерам параметров микроклимата в электронные базы, при этом соответствовал бы следующим критериям: отвечал метрологическим требованиям лабораторий, обеспечивал возможность интеграции в систему мониторинга и учета параметров в организации, имел возможность передавать данные без использования проводных коммуникаций, обладал современным дизайном корпуса.

В рамках этой задачи было выделено несколько этапов:

- проектирование действующей модели нового средства измерений контроля параметров окружающей среды;
- проведение предварительных испытаний технических характеристик;

- создание и отладка работы внешней программы для сбора показаний с приборов для внедрения автоматизированной системы контроля в ФБУ «УРАЛТЕСТ»;
- создание и отладка работы программы разрабатываемого прибора;
- проведение испытаний для утверждения типа средства измерения;
- разработка.

Технический замысел разделился на три основных направления:

- плата датчиков;
- плата управления;
- корпус прибора.

В первом случае был сделан выбор в пользу датчиков давления LPS и сдвоенного датчика температуры-влажности SHT, которые имеют стабильные характеристики работы.

Размеры датчиков, используемых в приборе, удивляют своей миниатюрностью:

- датчик давления, используемый в приборе размерами 3x3 мм, высотой 1 мм, имеет 16 выводов;
- датчик температуры и влажности размерами 2,5x2,5 мм, высотой 0,9 мм, имеет 8 электрических выводов.

Метрологические характеристики измерительных датчиков прошли процедуру согласования с отделом обеспечения единства теплотехнических измерений учреждения. Конструкторско-технологическим отделом ФБУ «УРАЛТЕСТ» разработана электрическая схема сигналов с необходимыми установочными микроэлементами, на основании которой родились чертежи печатной платы, изготовленной силами ЗАО «Техносвязь».

Основной функционал платы управления:

- контроль и работа прибора;
- организация и отсчет времени;
- хранение и запись показаний;
- выдача показаний по запросу программы выписки свидетельств в ФБУ «УРАЛТЕСТ»;
- взаимодействие с установленным дисплеем прибора и диалог с платой датчиков.

При разработке платы конструкторы столкнулись со следующими вызовами:

- воздействие внешних факторов на стабильность функционирования прибора;

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ



Рис. 1. Пилотные образцы MeteoSmart



Рис. 2. Модификации MeteoSmart



- перебои в работе внутреннего блока питания при определенных режимах;
- задержка отклика операционной и накопительной памяти;
- влияние на показания тепловыделений при работе прибора.

Накопленный опыт при производстве компаратора компьютерного «рН ТЕСТ 01», выпускаемого подразделением, технически грамотный персонал и наличие инструментальной базы помогли разработчикам уверенно решать возникающие проблемы. Главным расходным материалом оказалось рабочее время.

При создании корпуса основной задачей была минимизация расходов. Оптимальным решением оказалось самостоятельное изготовление конструкции с использованием имеющегося в отделе оборудования, а также распространенных, недорогих, эстетично выглядящих, устойчивых в эксплуатации и легко обрабатываемых материалов, поэтому выбор был остановлен на органическом стекле и березовой фанере.

Люди с техническим образованием, как правило, имеют математическое мышление, и сотрудники конструкторско-технологического отдела не стали исключением, поэтому им пришла на помощь геометрия. Пилотные образцы прибора имели прямоугольный корпус в двух вариантах исполнения: с дисплеем, что дает возможность пользователю воспринимать информацию визуально, и без

вывода показаний на дисплей (эта версия предназначалась для применения в помещениях хранения). Обе модификации обладают возможностью передачи данных посредством Wi-Fi (рис. 1).

Дальнейшие эксперименты дизайном внешнего вида прибора привели к созданию корпусов в виде треугольной призмы, а также появилась возможность выпускать приборы различной цветовой гаммы (рис. 2).

Параметры прибора

Прибор получил название MeteoSmart. При его разработке конструкторы отталкивались от потребности в оборудовании, предназначенном именно для метрологических лабораторий, осуществляющих поверку (калибровку) и обладающих помещениями для хранения средств измерений заказчиков.

Диапазоны измерений соответствуют необходимым параметрам, заложенным в методиках поверки.

Прибор екатеринбургской разработки и изготовления может составить конкуренцию оборудованию иностранного производства, что очень важно в рамках импортозамещения, так как аналогов на данный момент у него нет.

В таблице для сравнения приведены характеристики трех приборов – MeteoSmart и двух других, которые сейчас используются во многих метрологических лабораториях.

Программное обеспечение создано также специалистами ФБУ «УРАЛТЕСТ» – со-

Таблица. Характеристики приборов для измерения температуры окружающей среды, используемых в метрологических лабораториях

| Наименование характеристики | MeteoSmart | Прибор 1 | Прибор 2 |
|---|--|-----------------------------|--|
| Страна-изготовитель | Россия, Екатеринбург | Германия (пр-во в Китае) | Тайвань |
| Диапазон измерений температуры, °С | от 0 до +60 | от -10 до +60 | от -20 до +60 |
| Диапазон измерений относительной влажности, % | от 5 до 90 | от 10 до 95 | от 0 до 100 |
| Диапазон измерений абсолютного давления, гПа | от 300 до 1200 | от 300 до 1200 | – |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С | ±0,4 | ±0,4 | ±0,7 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности, % | ±2 | ±3 | ±2,5 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления, гПа | ±4 | ±5 | – |
| Питание прибора | AC-DC 5 В адаптер 600 мА, 5 В Power-Bank с USB выходом | 4 батареи питания (AA) | 9 В (тип «Крона»); AC-DC адаптер 9 В / 100 мА) |
| Передача измерений | на дисплей, по WI-FI | на дисплей | на дисплей |
| Габаритные размеры, мм | 85x185x25 | 105x185x36 | 64x186x30, дополнительно датчик 190x15 |
| Межповерочный интервал, месяцев | 12 | 12 | 12 |

трудники отдела автоматизированных систем управления разработали программу «MeteoSmart control», позволяющую контролировать параметры, поступающие с прибора. Информацию можно получить с помощью компьютера в любой период времени, в том числе с учетом выходных дней и за любой период времени. Программа предоставляет возможность визуализировать данные отдельно взятого прибора (заводской номер, версия микропрограммы, CRC микропрограммы, версия программы), движение параметров с течением времени и просматривать графики для каждого помещения (лаборатории), исходя из выбранного интервала времени (рис.3).

Во вкладке «Настройка» осуществляется корректировка расписания измерений и сети Wi-Fi, где есть возможность задать желаемые параметры по дням недели и по времени (рис.4). Например, можно нас троить отдельно рабочие дни с большей частотой измерений и/или выходные с меньшей частотой измерений.

Во вкладке «Калибровка» производится подстройка показаний прибора с помощью коэффициентов линейной зависимости.

Во вкладке «Работа с данными» осуществляется выгрузка данных на рабочем поле программы в текстовом формате и в виде таблицы (рис.5).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ



Рис. 3. Главная панель программы «MeteoSmart control»

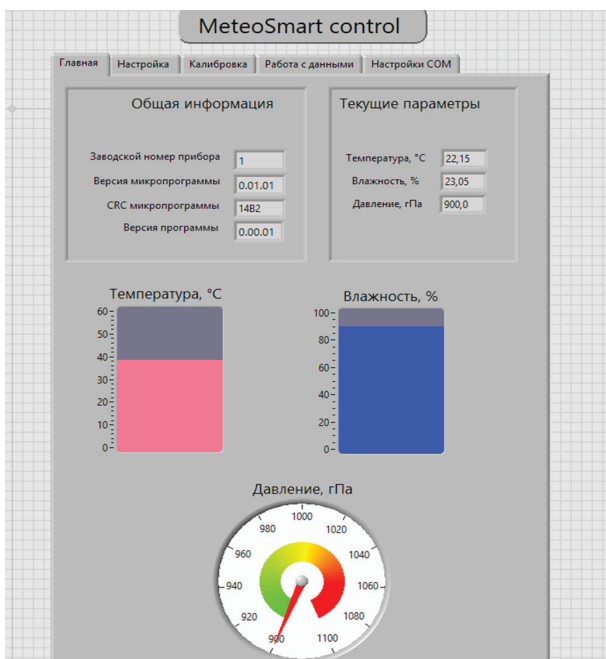


Рис. 4. Вкладка «Настройка» для корректировки расписания измерений и сети Wi-Fi

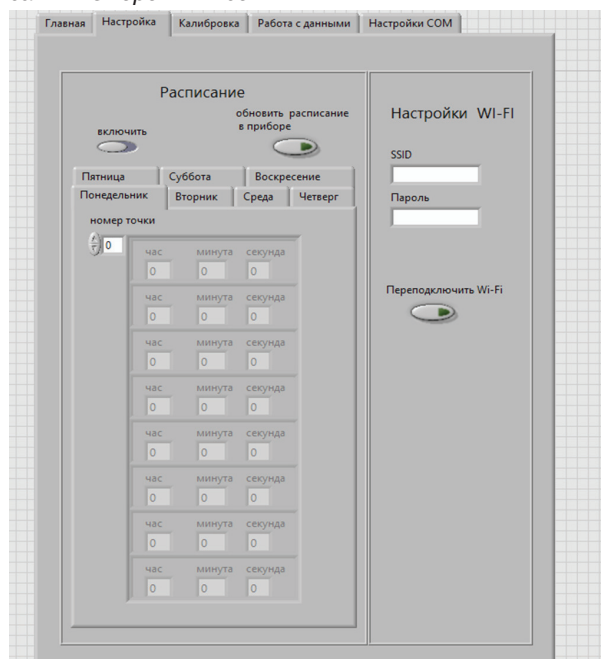
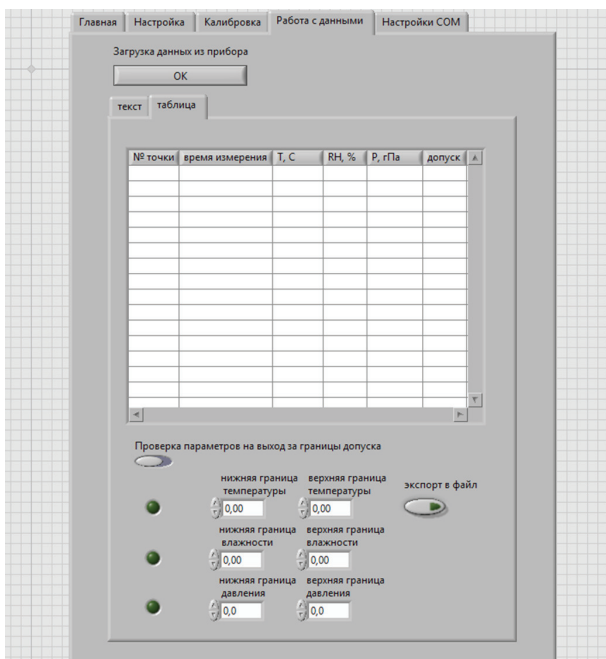


Рис. 5. Вкладка «Работа с данными»



Помимо программного обеспечения, которое разрабатывается для каждой организации отдельно, данные о работе MeteoSmart можно просматривать в реальном времени на мониторах компьютеров, не отрываясь от рабочего места. Для этого необходимо лишь

открыть Web-страничку прибора в любом браузере.

Например, изменение параметров микроклимата всех кабинетов отдела обеспечения единства измерений массы и объема во временном отрезке с 13-10 до 15-10 (графики параметров температуры, влажности и атмосферного давления) (рис.6).

Один из экземпляров прибора был установлен в лаборатории отдела обеспечения единства теплотехнических измерений ФБУ «УРАЛТЕСТ». Показания прибора наблюдались в выбранном временном отрезке с 14-00 до 17-00 (рис.7).

Экономический эффект от использования прибора можно оценить, проанализировав трудозатраты высококлассных специалистов во всей организации. Каждая лаборатория проводит контроль параметров, фиксируя их в электронном журнале, а в некоторых случаях дополнительно и в бумажной версии журнала. Для напоминания о необходимости фиксации информации о температуре и влажности во время поверки/калибровки сотрудники даже используют будильник. Допустим, если взята 60 поверочных и испытательных лабораторий и 10 помещений для хранения средств измерений, при этом один поверитель на снятие показаний и занесение их в журнал тратит по 8

Рис. 6. Данные параметров окружающей среды кабинетов отдела 4301

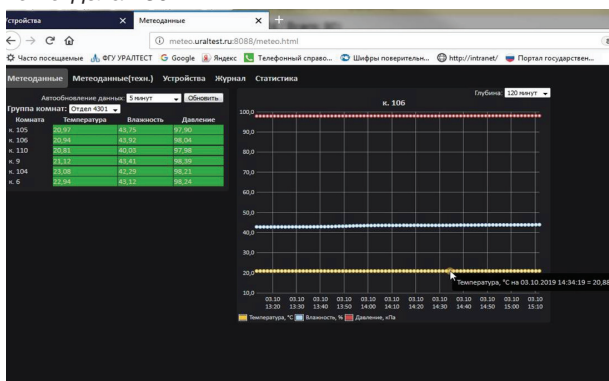
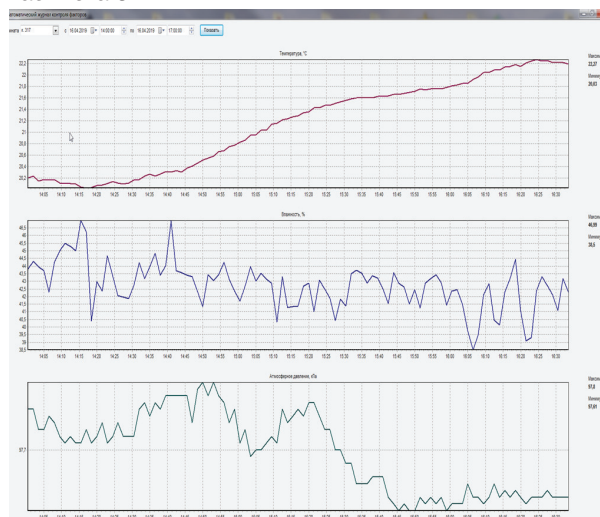


Рис 7. Диаграмма параметров окружающей среды кабинета 317



минут два раза в день, то получаем за год приличную издержку временных ресурсов высококвалифицированных специалистов: $(60 + 10) \times (8 \times 2) \times 365$ дней = 6 813 часов.

При стандартной рабочей сорокачасовой неделе в текущем году количество рабочих часов составит 1970, если мы поделим это количество часов на количество рабочих часов за год при стандартной рабочей неделе, то получится, что четверо коллег занимаются на протяжении года только параметрами микроклимата.

Производственный эффект от внедрения

- высокая точность измерений;
- возможность измерений по настраиваемому расписанию по дням недели (до 255 измерений в день);
- обмен данными с персональным компьютером (ПК) через интерфейс RS-232, Wi-Fi и USB-порт;
- отображение результатов измерений на встроенной в прибор Web-странице или в программном обеспечении (ПО) «MeteoSmart control»;
- просмотр и контроль параметров вне места установки прибора;
- возможность калибровки измерительных каналов;
- исключение рабочего времени на ведение журнала климатических условий;

- как следствие – увеличение рабочего времени поверителей на выполнение поверки;
- возможность контроля климатических условий круглосуточно (включая выходные и праздничные дни).

На данный момент MeteoSmart прошел процедуру утверждения типа (рег. номер 76455-19) и в скором времени станет рабочим прибором, готовым для эксплуатации в метрологических лабораториях и помещениях для хранения эталонов и средств измерений.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ

