

Ткачова Олена Володимирівна, завідувач сектору, лабораторія охорони атмосферного повітря та систем управління відходами, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), Харків, Україна.

Пшеничнова Олена Леонідівна, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, лабораторія охорони атмосферного повітря та систем управління відходами, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), Харків, Україна.

Карцев Валерій Геннадійович, науковий співробітник, лабораторія охорони атмосферного повітря та систем управління відходами, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), Харків, Україна.

Котелевець Марина Михайлівна, провідний інженер, лабораторія охорони атмосферного повітря та систем управління відходами, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), Харків, Україна.

Соколова Олена Ігорівна, провідний інженер, лабораторія охорони атмосферного повітря та систем управління відходами, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), Харків, Україна, e-mail: elenasolt.sokolova@mail.ru.

Жуковский Тимофей Федорович, кандидат технических наук, заведующий лабораторией охраны атмосферного воздуха и систем управления отходами, Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем» (УКРНИИЭП), Харьков, Украина.

Ткачева Елена Владимировна, заведующий сектором, лаборатория охраны атмосферного воздуха и систем управления отходами, Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем» (УКРНИИЭП), Харьков, Украина.

Пшеничнова Елена Леонидовна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, лаборатория охраны атмосферного воздуха и систем управления отходами, Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем» (УКРНИИЭП), Харьков, Украина.

Карцев Валерий Геннадиевич, научный сотрудник, лаборатория охраны атмосферного воздуха и систем управления отходами, Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем» (УКРНИИЭП), Харьков, Украина.

Котелевец Марина Михайловна, ведущий инженер, лаборатория охраны атмосферного воздуха и систем управления отходами, Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем» (УКРНИИЭП), Харьков, Украина.

Соколова Елена Игоревна, ведущий инженер, лаборатория охраны атмосферного воздуха и систем управления отходами, Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем» (УКРНИИЭП), Харьков, Украина.

Shukovskij Tymofii, Scientific research institution «Ukrainian scientific research institute of ecological problems», Kharkiv, Ukraine.

Tkachova Olena, Scientific research institution «Ukrainian scientific research institute of ecological problems», Kharkiv, Ukraine.

Pshenichnova Olena, Scientific research institution «Ukrainian scientific research institute of ecological problems», Kharkiv, Ukraine.

Kartsev Valerii, Scientific research institution «Ukrainian scientific research institute of ecological problems», Kharkiv, Ukraine.

Kotelevets Marina, Scientific research institution «Ukrainian scientific research institute of ecological problems», Kharkiv, Ukraine.

Sokolova Olena, Scientific research institution «Ukrainian scientific research institute of ecological problems», Kharkiv, Ukraine, e-mail: elenasolt.sokolova@mail.ru

УДК 006.91

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.74869

**Поперека Е. Д.,
Костенко В. Л.,
Зайцева Д. И.,
Тыманюк К. С.**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ НОРМИРОВАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

В работе приведены результаты совершенствования аппаратного и программного обеспечения контроля нормированных параметров санитарно-гигиенических факторов рабочего места, рассмотрены вопросы расширения возможностей измерительного оборудования за счет использования микросистемы сбора данных mDAQ12 и расширения номенклатуры датчиков. Представлены результаты имитационного моделирования контроля. Исследования могут иметь практическое применение при автоматизированном контроле санитарно-гигиенических факторов производственной сферы.

Ключевые слова: программное обеспечение, измерение, контроль, информационные системы, платформа LabVIEW.

1. Введение

Основная тенденция развития измерений в автоматизированном контроле санитарно-гигиенических факторов — это активное внедрение компьютерного контроля и при-

менение всё более сложных информационно-измерительных систем (ИИС).

В связи с этим резко возрастает необходимость разработки аппаратно-программного обеспечения ИИС контроля условий труда с широкими возможностями,

учитывающего особенности структуры и характеристик таких ИИС.

Современные измерительные информационные технологии приобретают дополнительные свойства благодаря использованию аппаратных и программных средств искусственного интеллекта. Одной из важнейших задач развития измерительных информационных технологий является расширение номенклатуры измеряемых величин, обеспечение измерений в условиях воздействия внешних факторов (высокая температура, большое давление, ионизирующее излучение и т. д.).

Решение подобных задач связано с усложнением структуры используемых средств измерений (СИ): созданием комплексов взаимосвязанных СИ и технических средств, необходимых для их функционирования. Условия труда характеризуются большим количеством параметров.

Зачастую, чтобы получить информацию о параметрах рабочего места, необходимо проводить комплексные измерения, а значение измеряемой величины получать расчетным путем на основе известных функциональных зависимостей между необходимой информацией и измеряемыми величинами.

С учетом сказанного, совершенствования аппаратного и программного обеспечения (АПО) контроля санитарно-гигиенических факторов рабочего места с целью расширения возможностей, обеспечения автоматизации систем измерения и контроля являются актуальными.

2. Объект исследования и его технологический аудит

Объектом исследования является аппаратное и программное обеспечение контроля нормированных параметров производственных факторов [1, 2], разработанное на базе измерительного стенда типа «Дельфин». Система содержит 8 измерительных каналов: измерение шума; измерение относительной влажности воздуха; измерение виброскорости и виброускорения (полоса частот 5–12600 Гц); измерение виброскорости и виброускорения (полоса частот 5–180 Гц); измерение скорости движения воздуха; измерение давления; измерение температуры; измерение интенсивности инфракрасного излучения.

Входная часть системы состоит из датчиков вибрации и виброскорости, датчиков шума, датчиков температуры, относительной влажности воздуха, интенсивности инфракрасного излучения, выходные параметры которых строго согласованы с параметрами входных каналов стенда и имеют характеристики, обеспечивающий контроль на рабочем месте.

Характерными недостатками такого аппаратного и программного обеспечения контроля нормированных параметров производственных факторов являются ограниченная номенклатура используемых датчиков, а также сравнительно высокие массогабаритные и стоимостные показатели.

Вместе с тем, существующее выделение ИИС контроля санитарно-гигиенических факторов в отдельную разновидность СИ обусловлено рядом их особенностей, порождающих специфику их аппаратного и программного обеспечения.

Актуальными путями решения указанных недостатков являются замена аппаратной и разработка программной части ИИС.

3. Цель и задачи исследования

Целью данной работы является совершенствование аппаратного и программного обеспечения контроля санитарно-гигиенических факторов рабочего места за счет использования микросистемы сбора данных и программной платформы LabVIEW.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Анализ известных АПО контроля параметров санитарно-гигиенических норм на рабочем месте.
2. Разработка структурной схемы системы АПО контроля нормированных параметров.
3. Реализация аппаратной части системы контроля нормированных параметров производственных факторов
4. Разработка программной модели и программного обеспечения АПО на базе платформы LabVIEW.

4. Анализ литературных данных

В мировой практике довольно часто встречаются исследования влияния производственной вибрации [3], шума [4, 5], микроклимата [6] и т. д. на организм человека, эти исследования указывают на необходимость контроля таких факторов.

Известное АПО многокритериального контроля параметров на рабочем месте частично позволяет улучшить условия труда [7, 8], однако не позволяет решить проблемы контроля нормированных параметров производственных факторов в целом.

При этом недостаточно полно разработана аппаратная часть исследования взаимного усиливающего действия данных параметров по отношению друг к другу. Приборы комбинированные «ТКА-ПКМ», «Testo-645», «TRH-CA» с цифровой индикацией предназначен для измерения: освещенности, яркости, относительной влажности воздуха и температуры воздуха и др. в процессе санитарного и технического надзора в жилых и производственных помещениях, аттестация рабочих мест и др. При этом при неисправности одного компонента системы не работает весь прибор. С такой же проблемой сталкиваешься при работе с анализатора шума и вибрации «АССИСТЕНТ».

Существующее программное обеспечение недостаточно приспособлено для комплексной оценки санитарно-гигиенических факторов и работает отдельно от аппаратной части. Так, например, программное обеспечение систем автоматизированного мониторинга производственных факторов для проведения аттестации рабочих мест с целью сертификации работ по охране труда, разработчиком которого является ООО НИЦ «ФАПРОКС» Сибирский центр безопасности труда [9]. Вычисления норм и классов факторов осуществляется программой автоматически. Это позволяет профессионально проводить оценку факторов, уменьшив трудозатраты. Недостатком этой программы является отсутствие возможности автоматизации всех этапов аттестации рабочих мест. Программный комплекс «Азимут» [10] для оценки влияния производственных факторов рабочей среды и трудового процесса на рабочем месте персонала предприятий и учреждений. Комплекс используется также для автоматизации трудоемких процедур и оптимизации документооборота при проведении аттестации рабочих мест по условиям труда в соответствии с требованиями

современной нормативной базы по охране труда, но в нем отсутствует возможность комплексной оценки результатов контроля. Программный комплекс «АТТЕСТАЦИЯ-5.1» [11] предназначен для оформления результатов специальной оценки условий труда. Программа позволяет обрабатывать результаты измерений или обследований по алгоритмам, реализуемым в соответствии с нормативными документами и готовить пакет документов (протоколы, карты, построенные итоговые документы) по специальной оценке условий труда. Такой программный продукт не пригоден для проведения комплексного контроля нормированных параметров производственных факторов. Он осуществляет только обработку полученных данных и оформление результатов.

В результате анализа существующих АПО контроля производственных факторов установлено, что общими недостатками является отсутствие возможности оперативного расширения номенклатуры датчиков, а также отсутствие возможности осуществлять комплексную обработку результатов контроля [12]. Недостаточно удовлетворительные

массогабаритные показатели, что снижает оперативность контроля нормированных параметров производственных факторов, повышает время на проведение измерения и обработку результатов обследования рабочего места, а также снижает производительность контрольных операций.

5. Материалы и методы исследований

5.1. Структура АПО контроля нормированных параметров производственных факторов. Современные измерительные комплексы должны обеспечивать проведение исследований в автоматическом режиме. Кроме того, комплекс должен быть оснащен аппаратно-программными средствами, которые позволят: проводить сбор и хранение данных, осуществлять расчет параметров с использованием определенных математических моделей и отображать графически полученные результаты. Структурная схема работы АПК и комплексного контроля нормированных параметров производственных факторов приведена на рис. 1.

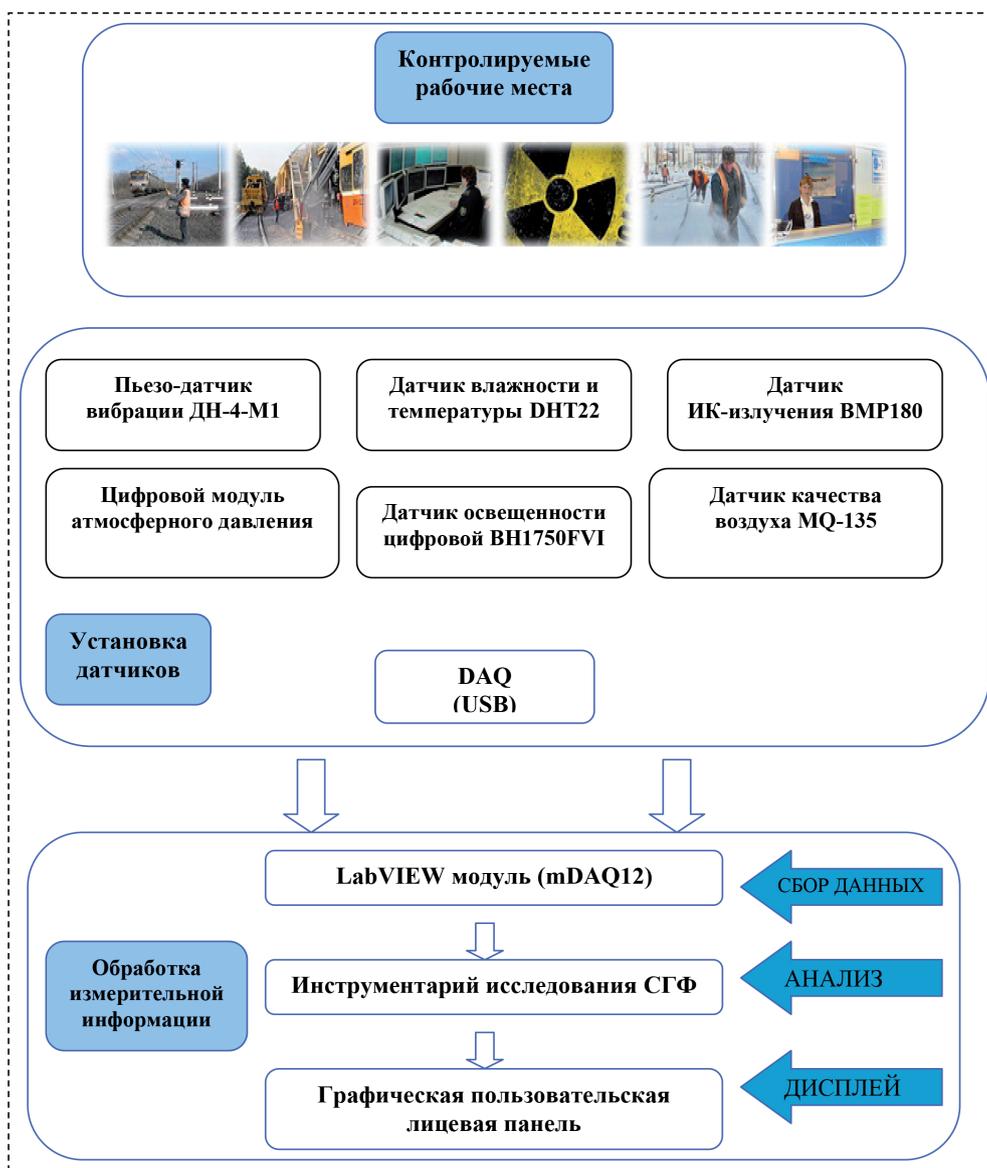


Рис. 1. Структурная схема АПО состоит из 6 датчиков; модуль mDAQ12 включающий в себя: СУ — согласующие устройство; АЦП — аналого-цифровой преобразователь; УПД — устройство передачи данных; ПК — персональный компьютер

Концепция построения АПО учитывает возможность реконфигурации комплексов, компактность конструкции измерительных ячеек и высокие технические характеристики средств измерения.

Для разработки программного обеспечения в данной работе выбрана платформа LabVIEW компании National Instruments, которая в настоящее время успешно используется в системах сбора и обработки данных, а также для управления техническими объектами и технологическими процессами.

5.2. Реализация аппаратной части системы контроля нормированных параметров производственных факторов.

Для построения аппаратной части системы контроля нормированных параметров производственных факторов использована микросистема сбора данных *m-DAQ12*, которая представляет собой многофункциональный измерительный модуль, подключаемый к ПК через USB-интерфейс (USB 2.0 HighSpeed). Подключение измерительных датчиков осуществляется через разъем DB25F. Общий вид устройства представлен на рис. 2, общие технические характеристики приведены в табл. 2.



Рис. 2. Общий вид микросистемы сбора данных *m-DAQ12*

го программируемого генератора, а начало процесса оцифровки может быть синхронизировано с внешним событием. Аналоговый тракт АЦП выполняет функцию входной коммутации каналов и по каналной установке коэффициента усиления. Каждый входной канал имеет индивидуальные настройки: режим коммутации и индивидуальный коэффициент усиления аналогового тракта (который соответствует четырем диапазонам входных напряжений).

Программируемая входная коммутация позволяет гибко настроить модуль на необходимый режим, определяемый способом подключения входных сигналов:

1. Дифференциальный режим подключения — от 1 до 4 каналов.
2. Однопроводной режим подключения — от 1 до 8 каналов.
3. Внутреннее соединение входа АЦП с аналоговой землей модуля.

В первом режиме модуль позволяет опросить до 4 дифференциальных каналов. Оцифрованный отсчет представляет собой разность сигналов (1..4–5..8) относительно земли. Во втором режиме модуль позволяет опросить до 8 каналов. Оцифрованный отсчет представляет собой уровень сигнала (1..8) относительно земли. В третьем режиме коммутатор позволяет подать на вход АЦП (через усилитель с изменяемым коэффициентом усиления).

В качестве датчиков для построения измерительных цепей и расширения возможностей системы комплексного контроля производственных факторов авторами статьи выбраны недорогие современные датчики, такие как: датчик влажности и температуры DHT22, модуль датчика качества воздуха MQ-135, датчик вибрации ДН-4-М1, звуковой

Таблица 2

Общие технические характеристики микросистемы сбора данных *m-DAQ12*

| Напряжение питания | От шины USB 2.0 с возможностью работы в режиме HighSpeed (480 Mb/s) |
|--|---|
| Ток потребления без нагрузки на ЦАП и линиях дискретного В/В, не более | 250 мА |
| Рабочая температура от 5 °С до +40 °С | Рабочая температура от 5 °С до +40 °С |
| Относительная влажность воздуха 5–90 % без конденсации влаги | Относительная влажность воздуха 5–90 % без конденсации влаги |
| Температура хранения от –30 °С до +70 °С | Температура хранения от –30 °С до +70 °С |
| Температура хранения от –30 °С до +70 °С | Температура хранения от –30 °С до +70 °С |
| Материал корпуса | Пластик АВС |
| Габаритные размеры 60 × 100 × 28 мм | Масса, не более 0,35 кг |
| Тип разъема для подключения аналоговых и дискретных сигналов | Тип разъема для подключения аналоговых и дискретных сигналов |
| IDС-26 (ОЕМ-версия) | DB-25F (базовая модель) |

Данная микросистема одержит восемь каналов аналогового ввода. Диапазон входных напряжений устанавливается программно для каждого канала и составляет ± 10 В, ± 5 В, $\pm 2,5$ В, $\pm 1,25$ В. Аналого-цифровой тракт содержит 8-канальный коммутатор выбора опрашиваемого канала, коммутатор режима подключения, инструментальный усилитель с изменяемым коэффициентом усиления, 12-ти разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Гарантированное максимальное значение частоты дискретизации в одноканальном режиме составляет 150 кГц, в многоканальном режиме — 100 кГц. Запуск АЦП осуществляется от внутренне-

датчик шума, модуль датчика ИК-излучения BMP180, цифровой модуль атмосферного давления Arduino, датчик освещенности цифровой BH1750FVI.

Логическое представление информационной системы представлено на рис. 3.

Данные с датчиков поступают в программное обеспечение с помощью системы сбора данных *m-DAQ 12*. Для подключения *m-DAQ 12* к программе используются *m-DAQ* библиотеки, которые также используются в работе ПО в целом. Ресурсы LabVIEW осуществляют связь моделей и структуры приложения. Управляющую функцию выполняет оператор-метролог.

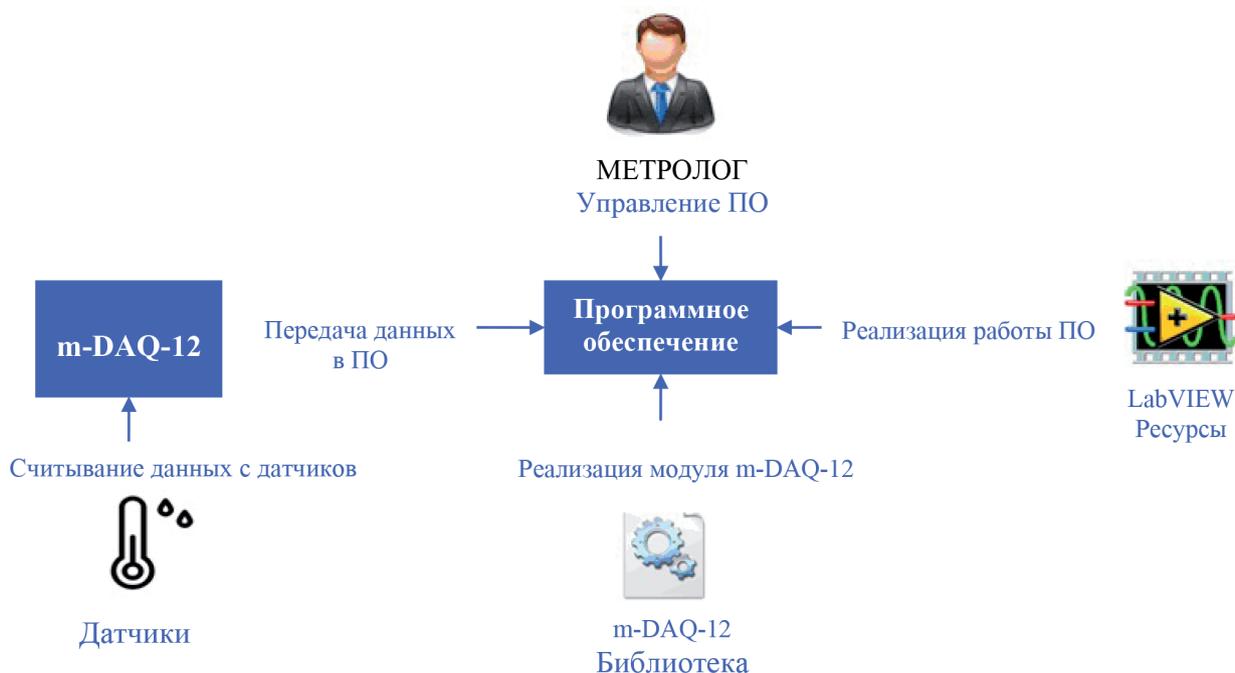


Рис. 3. Логическое представление информационной системы

6. Результаты исследований

В аппаратно-программной системе используется программное обеспечение (ПО) LabVIEW и специализированные библиотеки для связи программной части и аппаратной mDAQ 12. В результате имеется возможность оперативного контроля нормированных параметров производственных факторов, а также облегчается накопление, регистрация и статистическая обработка полученных результатов. Общая структура работы разработанного ПО представлена на рис. 4 в виде алгоритма.

Для реализации программных блоков используется графический язык «G» фирмы Instruments (США).

В качестве DTO – Data Transfer Object выступают данные с санитарно-климатических датчиков.

Входными информационными потоками ПО являются данные, которые считывает и обрабатывает микроконтроллер m-Daq12 с производственно-климатических датчиков, а именно: датчиков микроклимата, шума и вибрации, количества света. Данные датчики получают информацию из внешней системы и передают непосредственно в программную часть АПК.

Математическая реализация обработки получаемых от аппаратной части данных реализована в виде программных блоков, которые содержат функциональные узлы, являющиеся источниками, приемниками и средствами обработки данных. Также компонентами программных блоков являются терминалы лицевой панели и управляющие структуры. Функциональные узлы и терминалы объединены в единую схему линиями связей. Часть блочной диаграммы структуры ПО представлена на рис. 5.

В качестве главных управляющих классов ПО выступают MicroclimatManager, NoiseManager, Lightmanager. Класс MicroclimatManager отвечает за работу программной части, которая ответственна за расчет и обработку микроклиматических факторов, таких как: температура, относительная влажность, давление, инфракрасное излучение и скорость воздуха.

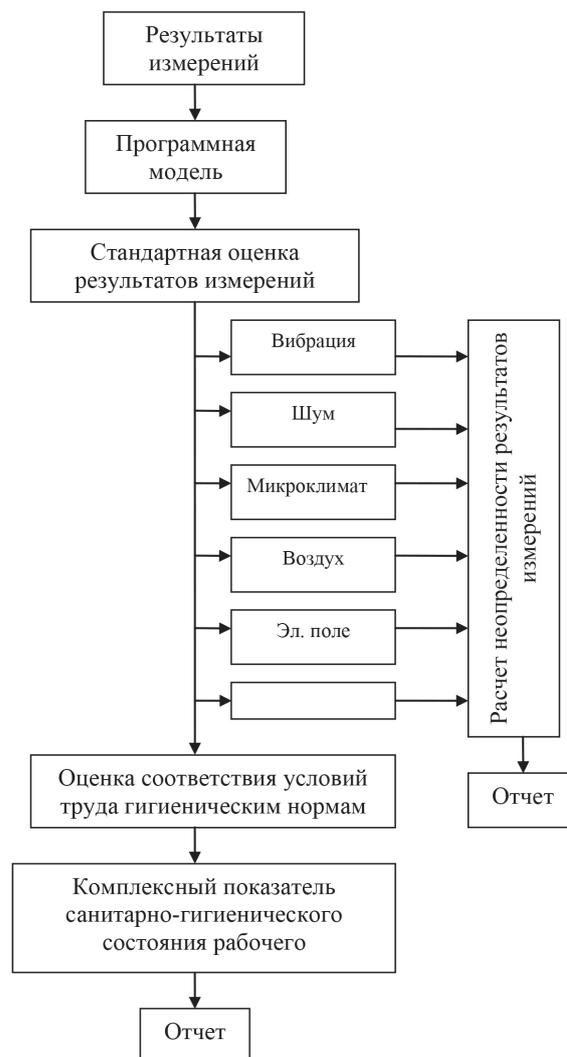


Рис. 4. Развернутый алгоритм работы ПО АПК

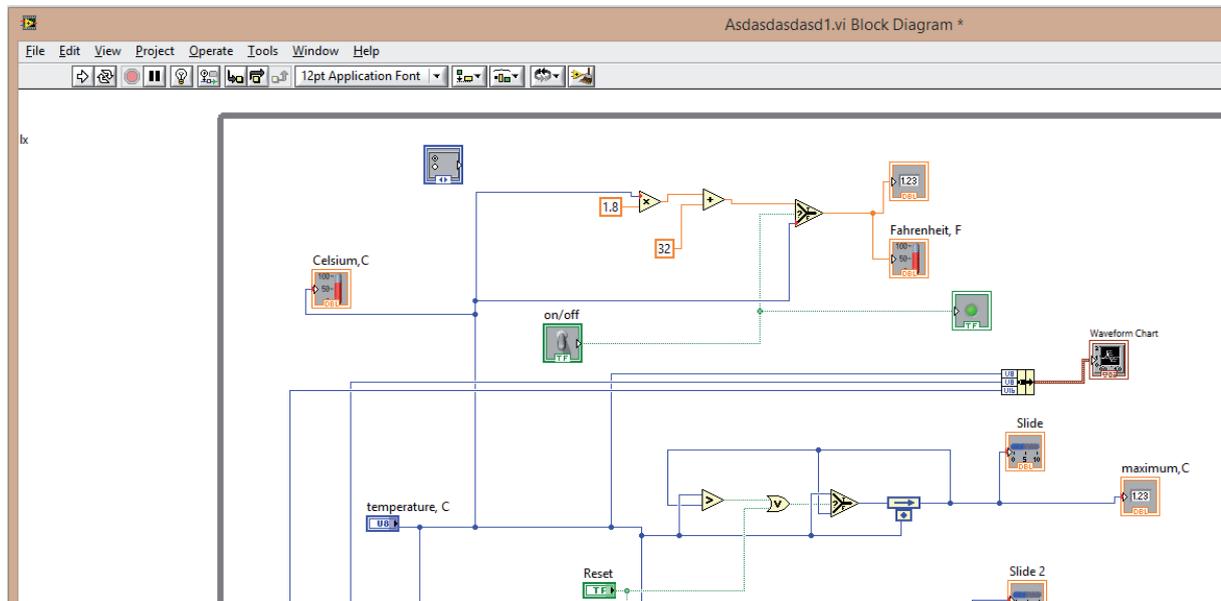


Рис. 5. Часть блочной диаграммы ПО системы контроля нормированных производственных факторов

Реализация работы классов NoiseManager и Lightmanager аналогична класса MicroclimatManager.

Во всех трех классах реализуются подобные функции, а именно: поиск минимально, поиск максимального, вызов графика и изображения показателей на нем, включение индикаторов, которые соответствуют нормам проведения эксперимента и т. д.

Методы setTempatute () setHumidity () setVelocity () setRadiation () и setPressure () устанавливают экспериментальные значения соответствующих микроклиматических факторов. В LabVIEW это реализуется с помощью элементов Numeric Control. Реализация микроклиматических значений факторов в LabVIEW с помощью Numeric Control показана на рис. 6.

Методы getMin () и getMax () реализуют поиск максимального и минимального значения за время работы эксперимента. Реализация работы методов изображена на рис. 7.

Выходными информационными потоками ПО являются сформированные отчеты и сохраненный файл

с основными производственно-климатическими данными, который получает и обрабатывает метролог с помощью внешних ресурсов.

Общий вид лицевой панели системы контроля нормированных параметров производственных факторов представлен на рис. 8.

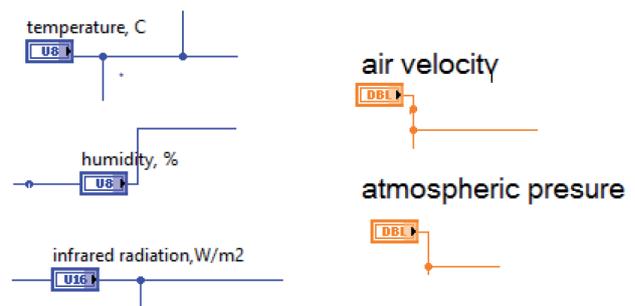


Рис. 6. Реализация микроклиматических значений в LabVIEW

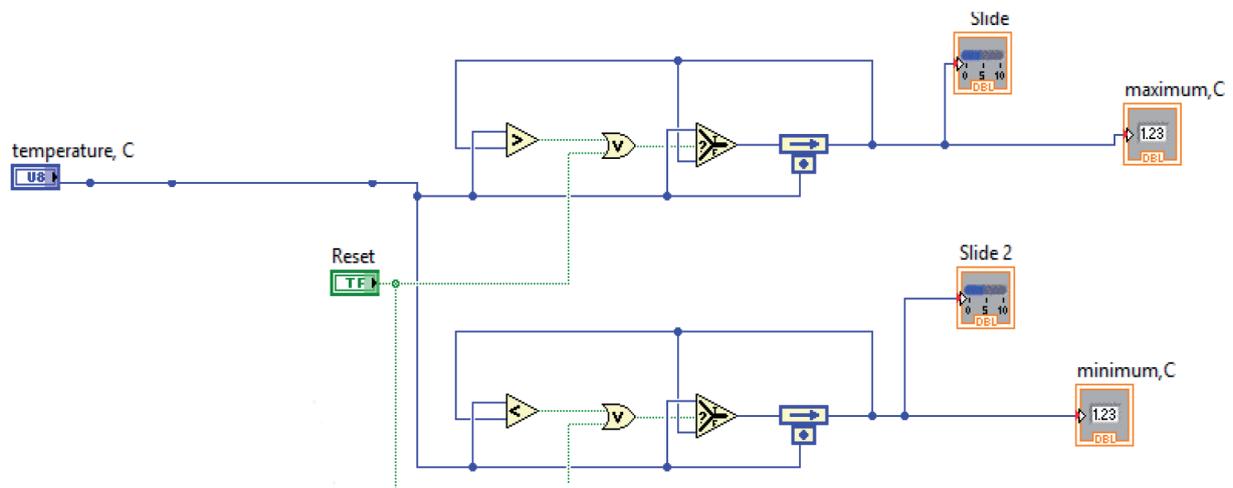


Рис. 7. Реализация поиска минимального и максимального значения

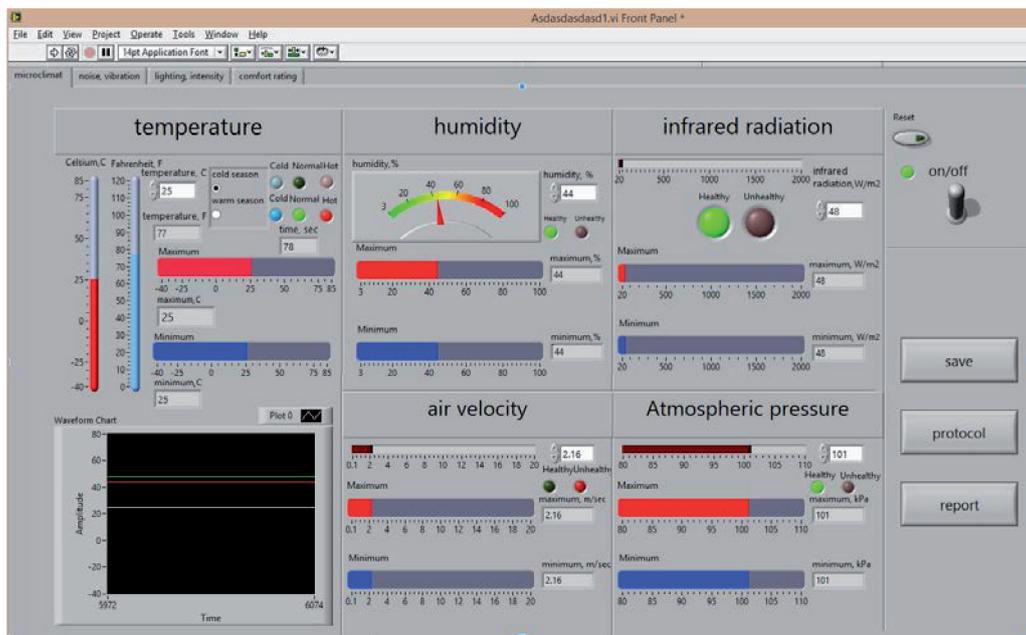


Рис. 8. Лицевая панель ПО системы контроля нормированных производственных факторов

Интерфейс пользователя построен в виде лицевых панелей виртуального прибора и содержит средства ввода-вывода, кнопки, переключатели, светодиоды, верньеры, шкалы, информационные табло и т. д., которые используются пользователем для управления виртуальным устройством, а также другими виртуальными приборами для обмена данными.

7. Анализ результатов исследований

На основании анализа результатов исследований показано, что разработанное АПО позволяет существенно расширить номенклатуру применяемых датчиков. Практически номенклатура датчиков ограничивается значением выходных тока, напряжения и сопротивления. Предлагаемое авторами статьи АПО так же позволяет по авторским оценкам не менее чем на порядок снизить массогабаритные показатели и улучшить экономические показатели, а так же вдвое сократить сроки и стоимость разработки ПО за счет применения платформы LabVIEW.

При этом следует отметить, что к слабым сторонам данной разработки можно отнести необходимость достаточно высокой квалификации разработчика-программиста, уверенно владеющего современной аппаратной и программной частью измерительных микросистем.

Вместе с тем к перспективам данного исследования относится возможность расширение функциональных возможностей АПО на основе микросистем типа DAQ в области контроля СГФ за счет добавление устройства обработки данных контроля нормированных параметров, отображения визуальной информации в самой микросистеме, а так же возможности дистанционного получения измерительных данных с последующей их обработкой. При этом массогабаритные и экономические показатели в процессе совершенствования предлагаемой авторами статьи АПО контроля производственных факторов изменяются незначительно.

Следует отметить, что существует реальная угроза затруднения продвижения предлагаемого АПО в практику

контроля производственных факторов из-за отсутствия современных стандартов и нормативных документов с требованиями к такому АПО.

8. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Рассмотрено существующее аппаратное и программное обеспечение ИС контроля нормированных параметров производственных факторов, приведены недостатки существующих решений.
2. С целью совершенствования ранее заявленного авторами решения разработано аппаратное и программное обеспечение контроля нормированных параметров производственной сферы с учетом выявленных недостатков. Программное обеспечение создано на базе платформы LabVIEW, которая позволяет автоматизировать сбор информации, преобразование полученных данных, обработку и отображение информации.
3. Как показали исследования, применение усовершенствованного аппаратно-программного комплекса позволяет повысить оперативность контроля нормированных параметров производственных факторов. При этом реализован новый подход к комплексному контролю нормированных параметров, позволяющий сократить время на проведение измерений и обработку результатов обследования рабочего места за счет расширения числа выполняемых функций. Также достигнуто повышение точности измерений и увеличение производительности измерительных операций, и, за счет их компьютеризации уменьшение влияния человеческого фактора на результаты измерений.
4. Испытания показали, что разработанный авторами статьи АПК и его обеспечение позволяют выполнять оперативный контроль, сократив время на проведение измерений и обработку результатов измерений 9-и физических факторов, а именно: шума, вибрации, скорости движения воздуха, температуры и относительной влажности, давления, инфракрасного излучения, освещенности

и контроля качества воздуха за счет расширения числа выполняемых функций.

Лабораторная оценка эффективности разработанного аппаратно-программного обеспечения для контроля нормированных параметров производственной сферы показала возможность его практического применения.

Литература

1. Костенко, В. Л. Информационно-измерительная система контроля нормированных параметров производственных факторов [Текст] / В. Л. Костенко, Е. Д. Поперека, А. А. Николенько, М. В. Ядрова, К. С. Тыманюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — № 3/9(69). — С. 51–56. doi:10.15587/1729-4061.2014.25419
2. Ядрова, М. В. Моделирование измерительного пьезопреобразователя системы контроля нормированных параметров вибрации [Текст]: труды XV междунар. науч.-практ. конф. / М. В. Ядрова, Е. Д. Поперека, В. Л. Костенко // Современные информационные и электронные технологии (СИЭТ-2014). — Одесса: ОНПУ, 2014. — С. 80–81.
3. Srivastava, A. Risk from vibration in Indian mines [Text] / A. Srivastava, B. Mandal // Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine. — 2006. — Vol. 10, № 2. — P. 53–57. doi:10.4103/0019-5278.27460
4. Ruggiero, A. Determining environmental noise measurement uncertainty in the context of the Italian legislative framework [Text] / A. Ruggiero, D. Russo, P. Sommella // Measurement. — 2016. — Vol. 93. — P. 74–79. doi:10.1016/j.measurement.2016.07.007
5. Assunta, C. Noise and cardiovascular effects in workers of the sanitary fixtures industry [Text] / C. Assunta, S. Ilaria, De S. Simone, T. Gianfranco, C. Teodorico, S. Carmina, S. Anastasia, G. Roberto, T. Francesco, R. M. Valeria // International Journal of Hygiene and Environmental Health. — 2015. — Vol. 218, № 1. — P. 163–168. doi:10.1016/j.ijheh.2014.09.007
6. Speckman, K. L. Perspectives in microclimate cooling involving protective clothing in hot environments [Text] / K. L. Speckman, A. E. Allan, M. N. Sawka, A. J. Young, S. R. Muza, K. B. Pandolf // International Journal of Industrial Ergonomics. — 1988. — Vol. 3, № 2. — P. 121–147. doi:10.1016/0169-8141(88)90015-7
7. St. Leger, A. Automated system for determining frequency dependent parameter model of transmission line in a laboratory environment [Text] / A. St. Leger, V. Cecchi, M. Basu, K. Miu, C. Nwankpa // Measurement. — 2016. — Vol. 92. — P. 1–10. doi:10.1016/j.measurement.2016.05.064
8. Palmius, J. Criteria for measuring and comparing information system [Text] / J. Palmius // Proceedings of the 30th Information Systems Research Seminar in Scandinavia IRIS. — 2007. — Vol. 1. — P. 102–126.
9. Компьютерная программа «Аттестация рабочих мест по условиям труда на предприятиях» [Электронный ресурс] // Сибирский центр безопасности труда. — 2015. — Режим доступа: <http://www.sibcbt.ru/nashi-uslugi/drugie-uslugi/programnoe-obespechenie>
10. Программный комплекс «Азимут» [Электронный ресурс] // Каталог продукции и услуг гражданского назначения. — 2013. — Режим доступа: \www/URL: http://www.niti.ru/2_activity/2_1_commercia_activity/2_1_2_facility/us_2_azimut.pdf
11. Программа Аттестация-5.1 (СОУТ) [Электронный ресурс] // Компания «ЭкоСфера». — 2015. — Режим доступа: \www/URL: <http://ekosf.ru/programma-attestatsiya-5-pk/programma-attestatsiya-5-1-sout>
12. Поперека, Е. Д. Комплексный контроль санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны [Text] / Е. Д. Поперека, В. Л. Костенко // Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Механико-технологические системы и комплексы. — 2015. — № 22(1131). — С. 121–124.

ВДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТНОГО ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ НОРМОВАНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ

У роботі наведені результати вдосконалення апаратного і програмного забезпечення контролю нормованих параметрів санітарно-гігієнічних факторів робочого місця, розглянуті питання розширення можливостей вимірювального обладнання за рахунок використання мікросистеми збору даних mDAQ12 і розширення номенклатури датчиків. Представлені результати імітаційного моделювання контролю. Дослідження можуть мати практичне застосування при автоматизованому контролі санітарно-гігієнічних факторів виробничої сфери.

Ключові слова: програмне забезпечення, вимірювання, контроль, інформаційні системи, платформа LabVIEW.

Поперека Катерина Дмитрівна, аспірант, кафедра металорежущих станків, метрології та сертифікації, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: popereka2013.prof@mail.ru.

Костенко Віталій Леонідович, доктор технічних наук, професор, кафедра металорежущих станків, метрології та сертифікації, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Зайцева Дарья Ігорівна, кафедра інформаційних систем, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Тыманюк Константин Сергеевич, аспірант, кафедра металорежущих станків, метрології та сертифікації, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Поперека Катерина Дмитрівна, аспірант, кафедра металорізальних верстатів, метрології та сертифікації, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Костенко Віталій Леонідович, доктор технічних наук, професор, кафедра металорізальних верстатів, метрології та сертифікації, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Зайцева Дарина Ігорівна, кафедра інформаційних систем, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Тыманюк Константин Сергеевич, аспірант, кафедра металорізальних верстатів, метрології та сертифікації, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Popereka Kateryna, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: popereka2013.prof@mail.ru.

Kostenko Vitaliy, Odessa National Polytechnic University, Ukraine.

Zayseva Daryna, Odessa National Polytechnic University, Ukraine.

Tymaniuk Konstantin, Odessa National Polytechnic University, Ukraine