

**Bibliography (transliterated):** 1. Plachkov, I. V., Kulik, M. M., Ginyaylo, V. O., Trofimenko, Yu. I. (1999). Pidvishchennya effektivnosti sistem tsentralizovanogo teplopostachannya z kombinovanim virobniystvom tepla ta elektroenergiyi. *Energetika i elektrifikatsiya*, 4, 1-8. 2. Plachkov, I. V., Kesova, L. O. (2002). Zastosuvannya parogazovih tehnologiy u razi kombinovanogo virobniystva teplovoyi ta elektrichnoyi energiyi. *Energetika i elektrifikatsiya*, 1, 2-7. 3. Mhityan, N. M. (2000). Energoberegayushchie tehnologii v zhilishchnom i grazhdanskom stroitelstve. *Naukova dumka*, 420. 4. Moroz, P. M., Dudnikov, A. P., Stepanov, M. V. (2010). Teplotekhnichni viprobuvannya kotliv maloyi i serednoyi potuzhnosti dlya sistem teplopostachannya budinkiv. *Ventilyatsiya, osvishennya ta teplogazopostachannya: naukovo-tehnichniy zbirnik*, 14, 170-179. 5. Avramenko, S. L., Lebedev, O. M., Levitska, O. G. (2010). Perspektiva ekologichnih chistih sistem teplopostachannya mista Dniprodzerzhinska. *Ekologichna bezpeka*, 1 (9), 47-51. 6. Andriy-chuk, N. D. (2004). Snizhenie zagryazneniya okruzhayushchey sredy te-

plogeneriruyushchimi ustanovkami. *Kommunalnoe hozyaystvo gorodov*, 57, 216-220. 7. Metodika rascheta kontsentratsiy v atmosfernom vozduhe vrednyh veshchestv. *S.Lsoderzhashchihsiya v vybrosah predpriyatiy*. OND-86. Leningrad: Gospomgidromet, 1987, 68. 8. Roslyakov, P. V., Ionkin, I. L., Zakirov, I. A. (2004). Kontrol vrednyh vybrosov TES v atmosferu. *Moskva, Izd-vo MEI*, 228.9. Abramov, A. I., Elizarov, D. P., Remezov, A. N. (2011). Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti teplovoyh elektrostantsiy. *Uchebnoe posobie*. Moskva: Izd-vo MEI, 378. 10. Obshchesoyuznyy normativnyy dokument Goskomgidrometa SSSR (1987). Metodika rascheta kontsentratsiy v atmosfernom vozduhe vrednyh veshchestv soderzhashchihsiya v vybrosah predpriyatiy. Leningrad: *Gidrometeoizdat*, 93. 11. Kornienko, D. G. (2015). Monitoring vikidiv dahovih kotelen. *Vseukrayinska naukova internet-konferentsiya na temu «Informatsiyne suspilstvo: tehnologichni, ekonomichni ta tehnichni aspekti stanovlennya»*. 20-21 travnya, 2015.

Надійшла (received) 27.05.2015

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Корнієнко Дмитро Григорович** – аспірант, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем; тел.: 096-213-57-12; e-mail: [dimoonas@bigmir.net](mailto:dimoonas@bigmir.net).

**Корнієнко Дмитрій Григорьевич** – аспірант, Национальный технический университет Украины «Київський політехнічний інститут», кафедра научных, аналитических и экологических приборов и систем; тел.: 096-213-57-12; e-mail: [dimoonas@bigmir.net](mailto:dimoonas@bigmir.net).

**Korniienko Dmytro** – graduate, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», scientific, analytic and ecological instrumensts and systems department, tel.: 096-213-57-12 ; e-mail: [dimoonas@bigmir.net](mailto:dimoonas@bigmir.net).

УДК 006.91

**Е. Д. ПОПЕРЕКА, В. Л. КОСТЕНКО**

**КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

В работе проведены исследования по комплексному контролю санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны. Особое внимание уделено созданию устройства контроля, позволяющего в автоматическом режиме исследовать нормированные параметры, а также ускорить процесс измерения. Для этого проведено исследование выбранных комплектующих компонентов устройства, датчиков и их измерительных цепей с целью оптимизации контроля. Приведены результаты комплексного контроля санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны.

**Ключевые слова:** комплексный, исследования, устройство, средства измерения, датчики, нормированные параметры.

**Введение.** При обеспечении высокого уровня безопасности условий труда, важным является контроль параметров санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны. Воздействие вредных факторов таких, как вибрация, шум, повышенная температура и т.п., ведут к снижению работоспособности, недомоганию и травмам оказывает негативное влияние на производительность труда, безопасность и физиологическое состояние персонала. Поэтому важной проблемой является исследования комплексного контроля параметров в режиме реального времени на основе комплексных показателей воздействия факторов на человека. Особое место при обеспечении комплексного контроля отводится измерительной технике. В настоящее время в эксплуатации лабораторий охраны окружающей среды и промсанитарии находится значительное количество соответствующей измерительной техники. Вместе с тем использование этих приборов не всегда позволяет оперативно получить комплексные показатели санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны.

Известные публикации по разработке устройства контроля нормированных параметров производственных факторов показывают, что проблема комплексного контроля санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны рассматривается недостаточно полно. Для

иллюстрации этого положения в табл. 1 приведены некоторые из наиболее востребованных современных моделей и функций приборов контроля санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны [1–3]. На основе анализа установлено, что исследованные нами приборы, такие, как РАТ-2П-Кварц-41, Октава-110А, НМР 230, УПГК-ЛИМБ, ИС-2 имеют высокие эксплуатационные показатели, имеют дополнительный цифровой порт для передачи данных, однако не позволяют осуществлять комплексную обработку результатов контроля. Это связано с ограниченным набором измерительных преобразователей в них.

Поэтому актуальным является исследования комплексного контроля параметров микроклимата, шума, вибрации и других производственных факторов в режиме реального времени на основе комплексных показателей воздействия факторов на человека, с обеспечением минимизации возможных субъективных ошибок оператора, а также решение практических задач по созданию устройств комплексного контроля.

© Е. Д. Поперека, В. Л. Костенко. 2015

Таблица 1 – Функции приборов контроля санитарно-гигиенических факторов

Модель прибора / Функции прибора	Радиометр РАТ-2П-Кварц-41	Термогигрометр НМР 230	Шумомер Октава-110А	Универсальный прибор газового контроля УПГК-ЛИМБ	Измеритель скорости газовых потоков ИС-2
Микроклимат	+	+	-	-	+
Измерения вибрации	-	-	+	-	-
Измерения шума	-	-	+	-	-
Вредные вещества	-	-	-	+	-
Наличие автоматизации контроля	-	-	-	+	-

**Цель работы.** С учетом изложенного целью данной статьи является исследование комплексного контроля параметров в режиме реального времени на основе комплексных показателей воздействия вредных факторов на человека за счет расширения базы измерительных преобразователей и возможности подключения цифровых измерительных приборов для дальнейшей обработки результатов измерения.

**Методика экспериментов.** Для аппаратного обеспечения измерений нами проведены исследования [4 – 6] по созданию устройства, новизной которого является возможность комплексного контроля санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны. Общая блок-схема устройства представлена на рис. 1. Блок-схема состоит из компьютера с специализированным программным обеспечением, интерфейсной части, АЦП, СУ, средств измерений и датчиков. Применение компьютера в комплексе с специализированным ПО дает возможность автоматизировать процесс измерения и обработки результатов [7, 8], упростить условия использования разных измерительных приборов.

В блок-схему разработанного устройства введены также такие цифровые приборы, как: измеритель скорости газовых потоков ИС-2, предназначенный для измерения скорости газовых потоков, радиометр энергетической освещенности переносной РАТ-2П, предназначен для измерения энергетической освещенности объектов, универсальный прибор газового контроля, УПГК-ЛИМБ предназначен для обнаружения и локализации места или зоны утечек вредных веществ, сигнализируя об этом звуковым сигналом.

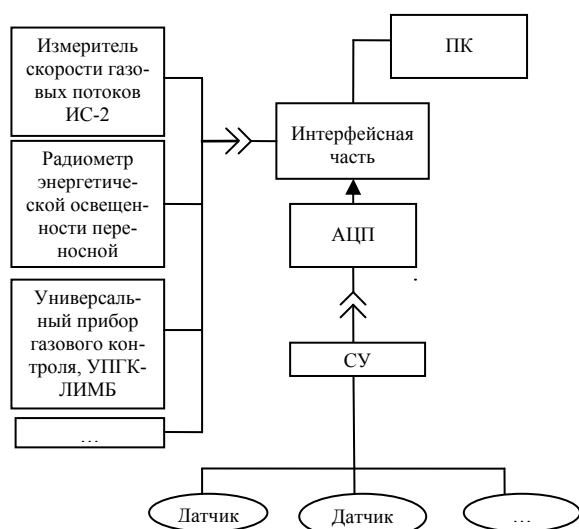


Рис. 1 – Общая блок-схема устройства комплексного контроля санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны  
Для оптимизации комплексного контроля в раз-

работанном устройстве предусмотрено использование цифровых приборов и датчиков. В качестве датчиков нами выбраны: виброизмерительный пьезоэлектрический преобразователь ДН-4-М1 и капсуль микрофонный М-101 предназначены для измерения параметров шума и вибрации в ходе научных работ при исследованиях, и в целях борьбы с постоянным шумом по ГОСТ 12.1.003-83 и вибрацией в жилых и производственных помещениях, а также для измерения и анализа шума и вибрации в промышленности при разработке и контроле качества изделий. Канальный датчик влажности и температуры [KFTF-20](#) [9] предназначен для определения относительной влажности и температуры воздуха в наземных условиях (в помещении и на открытом воздухе). Датчик подключаются к согласующему устройству (СУ).

При считывании информации с приведенных в блок-схеме приборов при их погрешности 6-15 % достаточно применения 10-12 разрядного АЦП. Вместе с тем, для обеспечения возможности дальнейшего структурного и функционального развития устройства в качестве аналого-цифровым преобразователем на общей блок-схеме нами использована сигма-дельта АЦП ADS1259 [10]. Структурная схема (рис. 2) представляет собой высоколинейный 24-битный аналого-цифровой преобразователь с низким дрейфом параметров. Используемый в нашем устройстве комплексного контроля санитарно-гигиенического состояния рабочей зоны, которое требует высокой точности. Совместно с усилителем, таким как PGA280, ADS1259 позволяет создать измерительную систему с высоким разрешением и точностью, способную обрабатывать разнообразные сигналы.

На каждом из входов установлен интегратор с двойной коммутацией, обеспечивающий непрерывное накопление сигнала: в течение цикла оцифровки текущей порции сигнала происходит накопление следующей. Настраиваемое время интегрирования может меняться от 160 мкс до 1с, что позволяет измерять с заданной погрешностью токи порядка  $\mu\text{A}$  и  $\text{fA}$ .

В микросхеме используется внешний источник опорного напряжения (ИОН), величина которого может составлять  $2 \dots AVDD + 0,3 \text{ В}$ ; величина  $AVDD - - 0,3 \dots + 6 \text{ В}$ .

Интерфейсной частью выбран, последовательный интерфейс SPI. Главным составным блоком интерфейса SPI является обычный сдвиговый регистр, сигналы синхронизации и ввода/вывода битового потока которого и образуют интерфейсные сигналы.

Предельная простота протокола передачи на физическом уровне обуславливает высокую надежность и быстродействие передачи. Предельное быстродей-

стиве шини SPI вимірюється десятками мегагерц і, тому, вона ідеальна для потокової передачі великих об'ємів даних і використовується в високоскоростному АЦП ADS1259.

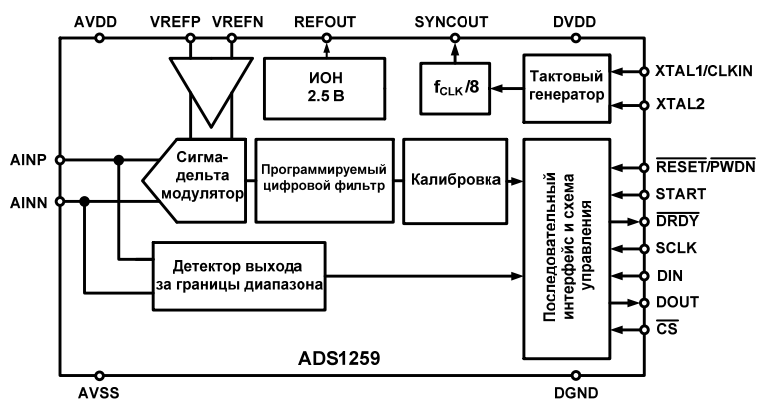


Рис. 2 – Структурна схема ADS1259

Все шини SPI являються однонаправлен-

ними, що суттєво спрощує рішення задачі перетворення рівнів і гальванічної ізоляції мікросхеми.

Сигнали з датчиків перетворюються АЦП і в цифровому вигляді передаються в комп'ютер, де програмно проводиться оцінка кожного параметра і визначається комплексний показник санітарно-гігієнічного стану робочої зони, що дозволяє оперативно отримувати результати вимірювань.

### Обсуждение результатов комплексного контроля

Комплексний контроль санітарно-гігієнічного стану робочого місця водія автотранспортного засобу проводився в період холодного року. Дослідження проводилися за участю лабораторії промсанітарії.

Результати комплексного контролю санітарно-гігієнічного стану

робочої зони наведені в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты комплексного контроля

Рабочее место	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Уровень шума, дБА	Общая вибрация			Комплексный показатель отклонения от санитарно-гигиенических норм, %
					Виброскорость, дБ	Ось Z	Ось X	
Водителя автотранспортного средства	18,2	62	0,2	57	85	88	89	10,6

Комплексний показник відхилення від санітарно-гігієнічних норм  $K$  визначається як функція від наступних змінних:

$$K = f(T, RH, V, L, v), \quad (1)$$

де  $T$  – температура повітря, °С;  $RH$  – відносна вологість, %;  $V$  – швидкість руху повітря, м/с;  $L$  – рівень шуму, дБА;  $v$  – швидкість, дБ, і відображає ступінь відхилення кожного параметра від норм.  $K$  визначається множиною коефіцієнтів:  $K_T$ ,  $K_{RH}$ ,  $K_V$ ,  $K_L$ ,  $K_v$ , які представляють собою відношення абсолютного значення відхилення виміряного значення параметра від нормованого значення, приведені до відповідного значення нормованого параметра.

Степінь відхилення санітарно-гігієнічних норм  $K$  існуючим вимогам нами оцінювалось наступним чином:

$$K = 1/5[(K_T + K_{RH} + K_V + K_L + K_v)] \times 100\%, \quad (2)$$

де 5 – це кількість параметрів (в нашому випадку), які визначають належне санітарно-гігієнічне середовище робочої зони.

З урахування сказаного, числове значення ступеня відхилення параметрів робочої зони санітарно-гігієнічним нормам знаходиться в межах [0 – 100].

**Висновки.** Аналіз проведених в даній роботі досліджень комплексного контролю санітарно-гігієнічних факторів з допомогою макета розробленого пристрою в виробничих умовах дозволило на основі контролю шуму в діапазоні  $-22 \div 140$  с погреш-

ністю  $\pm 0,7$  дБА,  $2 \div 18000$  Гц; вібрації (віброскорість, мм/с в діапазоні  $3 \cdot 10^{-2} \div 5 \cdot 10^4$  с погрешністю  $\pm 10\%$   $1 \div 10000$  Гц); (віброускорення, м/с<sup>2</sup> в діапазоні  $3 \cdot 10^{-3} \div 10^3$  с погрешністю  $\pm 10\%$ ,  $1 \div 10000$  Гц); мікроклімату (температура повітря, °С в діапазоні  $-40 \div +85$  с погрешністю  $\pm 0,2$ ); (вимірювання відносною вологості повітря, % в діапазоні  $0 \div 100$  с погрешністю  $\pm 1$ ); (вимірювання швидкості руху повітря, м/с в діапазоні  $0 \div 20 \pm 1\%$ ); (вимірювання теплового облучення, Вт/м<sup>2</sup> в діапазоні  $10 \div 2000$  с погрешністю  $\pm 6$ ) оцінити комплексний показник відхилення санітарно-гігієнічних норм на контролюємих робочих місцях.

Отримані результати підтверджують перспективи комплексного контролю санітарно-гігієнічного стану робочої зони і можуть бути використані для забезпечення безпеки умов праці.

**Список литературы:** 1. Радиометр энергетической освещенности переносной РАТ-2П-Кварц-41. Паспорт ИДНМ 3.004.000.00 ПС. – НПФ ТЕНЗОР, – 2006. – С. 15. 2. NMP 230 Series Transmitters Operating Manual [Текст] Vaisala. Finland.—1995.—Р. 59. 3. Измеритель скорости газовых потоков ИС-2. Руководство по эксплуатации ИР 2.601.010РЭ. –2000, – С. 20. 4. Информационно-измерительная система контроля нормируемых параметров промышленных факторов [Текст] / В. Л. Костенко, А. А. Николенко, Е. Д. Поперека, М. В. Ядрова, К. С. Тьямюк // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – №3. – С. 51–56. 5. Поперека, К. Метод контролю санітарно-гігієнічного стану народногосподарських об'єктів [Текст] / К. Д. Поперека, В. Л. Костенко // тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції, 28–30 травня 2015 р., м. Львів. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – С. 103. 6. Поперека, К. Питання вдосконалення нормативно-технічної бази автоматизації контролю мікроклімату [Текст] / К. Д. Поперека, В. Л. Костенко // тези доповідей 16-й Міжнародної науково-практичної конференції. «Современные информационные и

электронные технологии» СИЭТ-2015, 25 -29 мая 2015 г., Одесса. – Одесса: ОНПУ, 2015. – С. 80–81. 7. Поперека, К. Розробка програмного забезпечення для автоматизованого контролю санітарно-гігієнічних факторів [Текст] / К. Д. Поперека, В. Л. Костенко // тези доповідей V міжнародної науково-практичної конференції, 19–22 травня 2015 р., Чернігів. – Чернігів: ЧНТУ, 2015. – С. 226. 8. Приборостроение и средства автоматизации [Текст] Энциклопедический справочник: – М.: Научтехлитиздат, 2004 – №2. – С. 2–9. 9. Канальные датчики влажности и температуры. [Электронный ресурс] // Загл. с экрана. – 2015. – Режим доступа: <http://www.spluss.eu/2-humidity-sensor/11-humidity-sensor-humidity-transmitter/44-duct-humidity-sensor-relative-humidity/ru> <http://www.ti.com/> 10. Руководство по выбору компонентов для аналоговых схем. [Электронный ресурс] // Загл. с экрана. – 2015. – Режим доступа/www/URL:<http://www.ti.com/>.

**Bibliography (transliterated):** 1. Radiometr energeticheskoy osveshennosti perenosnoy RAT-2P-Kvarts-41. Pasport IDNM 3.004.000.00 PS.(2006), 15. 2. HMP 230 Series Transmitters Operating Manual (1995), Vaisala. Finland, 59. 3. Gas flow rate meter IS-2. Oper-

ating Manual. Pasport IDNM 2.601.010 PS. (2000), 20. 4. Kostenko, V., Nikolenko, A., Popereka, K., Yadrova, M., Tymaniuk, K. (2014). Information-measuring system of control of the normalized parameters of industrial factors. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3, 51–56. 5. Popereka, K., Kostenko, V. (2015) Control method sanitary state of economic projects. Report theses the Second International Scientific Conference, 103. 6. Popereka, K., Kostenko, V. (2015) The question of improving the legal and technical basis for automating climate control. Report theses XVI International scientific-practical conference "Modern information and electronic technologies", 80-81. 7. Popereka, K., Kostenko, V. (2015). Development of software for automated control of hygiene factors. Report theses V International Scientific Conference, 226. 8. Приборостроение i sredstva avtomatizatsii. Entsiklopedicheskiy spravochnik (2004). M. – Moscow: Nauchtehlitizdat, 2, 2 – 9. 9. Ducted humidity and temperature sensors. URL: <http://www.spluss.eu/2-humidity-sensor/11-humidity-sensor-humidity-transmitter/44-duct-humidity-sensor-relative-humidity/ru> 10. Guidance on the selection of components for analog circuits. URL: <http://www.ti.com/>.

Поступила (received) 27.05.2015

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Поперека Катерина Дмитрівна** – аспірант, Одеський національний політехнічний університет, кафедра металорежущих станків, метрології та сертифікації; тел.: 063-169-62-49; e-mail: popereka2013.prof@mail.ru

**Поперека Катерина Дмитрівна** – аспірант, Одеський національний політехнічний університет, кафедра металорізальних верстатів, метрології та сертифікації; тел.: 063-169-62-49; e-mail: popereka2013.prof@mail.ru.

**Popereka Kateryna** – graduate student, Odessa National Polytechnic University, Department of machine tools, metrology and certification; tel.: 063-169-62-49; e-mail: popereka2013.prof@mail.ru.

**Костенко Віталій Леонідович** – доктор технічних наук, професор, Одеський національний політехнічний університет, професор кафедри металорежущих станків, метрології та сертифікації; тел.: 063-169-62-49; e-mail: kvl777@ukr.net

**Костенко Віталій Леонідович** – доктор технічних наук, професор, Одеський національний політехнічний університет, професор кафедри металорізальних верстатів, метрології та сертифікації; тел.: 063-169-62-49;

**Kostenko Vitaliy**– Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Polytechnic University, Department of machine tools, metrology and certification; tel.: 063-169-62-49; e-mail: kvl777@ukr.net.

УДК 504.3.054

**И. И. ХОНДАК**

#### КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Компьютерные моделирующие программы - это визуальный инструмент в изучении влияния различных видов загрязнений на состояние здоровья человека и окружающей среды. Использование подобных лабораторных работ при дистанционной форме обучения очень важно и необходимо в современных условиях. Они позволяют проиллюстрировать действие различных ситуаций, связанных с экологической безопасностью, а также проверить знания в игровой форме.

**Ключевые слова:** компьютерные моделирующие программы, загрязнения, окружающая среда, дистанционная форма обучения.

**Введение.** В настоящее время во всем мире широко используется дистанционная форма обучения. При дистанционной форме обучения, где практически отсутствует «живое» общение с преподавателем, возникают дополнительные нюансы изложения теоретического материала и особенного подхода к созданию практических заданий и лабораторных работ. В связи с этим на кафедре «Охрана труда» Харьковского национального университета радиоэлектроники ежегодно разрабатываются и внедряются в учебный процесс новые компьютерные моделирующие программы, которые дают возможность наглядно рассматривать влияние различных факторов на человека и окружающую среду, знакомят с методами и способами защиты от их негативного воздействия.

**Цель работы.** Целью создания компьютерных моделей лабораторных работ по дисциплинам «Экология», «Безопасность жизнедеятельности человека» является закрепление теоретических знаний при помощи различных визуальных компонентов и средств информационных технологий. Компьютерные модели адекватно отражают все физические процессы, исследуемые при выполнении лабораторных работ.

**Исследование компьютерных моделей мониторинга деятельности предприятий.** В современных условиях вопрос экологической безопасности и поиск средств защиты человека от негативных последствий, связанным с антропогенным воздействием на окружающую среду, является актуальным. На сегодняшний день человек в повседневной жизни и в процессе

© И. И. Хондак. 2015