

УДК 677.07: 612

**КУРГАНСЬКИЙ А.В.*, ВАСИЛЕНКО В.М. *,
КУРГАНСЬКА М.М.*, САКОВЕЦЬ В.В.****

*Київський національний університет технологій та дизайну

** Головне управління розвитку та супроводження матеріального забезпечення ЗСУ

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ ТА ТИСКУ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ НА БАЗІ НАТІЛЬНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Мета. Розробка системи з моніторингу інтегрованої сукупності кількісних і якісних біофізичних параметрів взаємодії комплектів спеціального призначення з суб'єктом та підсистеми моніторингу змін положення їх елементів в операційному просторі.

Методика. Застосовано аналітичний огляд і загальну методологію системного підходу до проектування систем дистанційного моніторингу мікроклімату, тиску та змін положення об'єктів у просторі.

Результати. Апробовано принцип зонально-диференційованого розташування елементів бездротових натільних сенсорних мереж для моніторингу тиску, мікроклімату у системі «людина-спеціальний одяг».

Наукова новизна. Запропоновано шляхи удосконалення методу оцінювання відповідності комплектів спеціального призначення із застосуванням системи дистанційного моніторингу інтегрованої сукупності біофізичних параметрів комплектів та контролю змін положення їх елементів у просторі.

Практична значимість. Розроблено елементи системи натільного моніторингу (ІБК2, ІБК2.5, ІБК3.6), застосування яких дозволяє дистанційно отримувати параметри мікроклімату, тиску та зміни положення елементів комплекту у просторі в реальному часі.

Ключові слова: WBAN, мікроклімат, вологість, тиск, температура, комфортність, біофізика, датчики.

Вступ. Застосування комплектів спеціального одягу як єдиної системи з інтегрованою сукупністю кількісних та якісних показників (параметрів) дозволяє досягти максимальної його відповідності функціональним та службовим вимогам. На теперішній час основними критеріями оцінювання є відповідність матеріалів встановленим вимогам на основі лабораторних досліджень матеріалів та пакетів з них. Здебільшого застосовуються для визначення термічного комфорту два підходи [1]: дослідження у польових умовах; дослідження у кліматичних камерах. Дослідження проводяться переважно у статичних лабораторних умовах [2], особливо, що стосується термічного опору, тощо.

На теперішній час українськими розробниками спеціального одягу частково враховуються вплив критеріїв, зокрема тих, що впливають на збільшення термоізоляції [1,3]: збільшення товщини; зменшення щільності (або збільшення пористості); збільшення кількості волокон, що лежать паралельно лінії утку; зменшення кількості раз застосування тканини; суха чистка або прання; зменшення швидкості вітру; зниження температури; зменшення вмісту вологи в волокнах. Слід звернути увагу на відсутність досліджень по дослідженню взаємозв'язків між цими критеріями та визначення їх оптимальності.

Постановка завдання. Основним завданням розробки системи бездротового моніторингу мікроклімату та тиску в режимі реального часу на базі натільних сенсорних мереж є проведення досліджень у польових умовах, Найпростішим їх застосуванням є дослідження у лабораторних умовах. Тому система має врахувати базову кількість факторів,

з можливістю їх нарощування, та забезпечити реєстрацію даних у реальному часі з урахуванням характеру оперативного простору.

Результати дослідження. На основі аналізу існуючих засобів моніторингу біомеханіки та біофізики тіла людини спираючись на дослідження [4,5] пропонується використовувати базову кількість точок вимірювання (рис. 1). Збільшення їх кількості та типу залежить від особливостей протоколу та характеру досліджень.

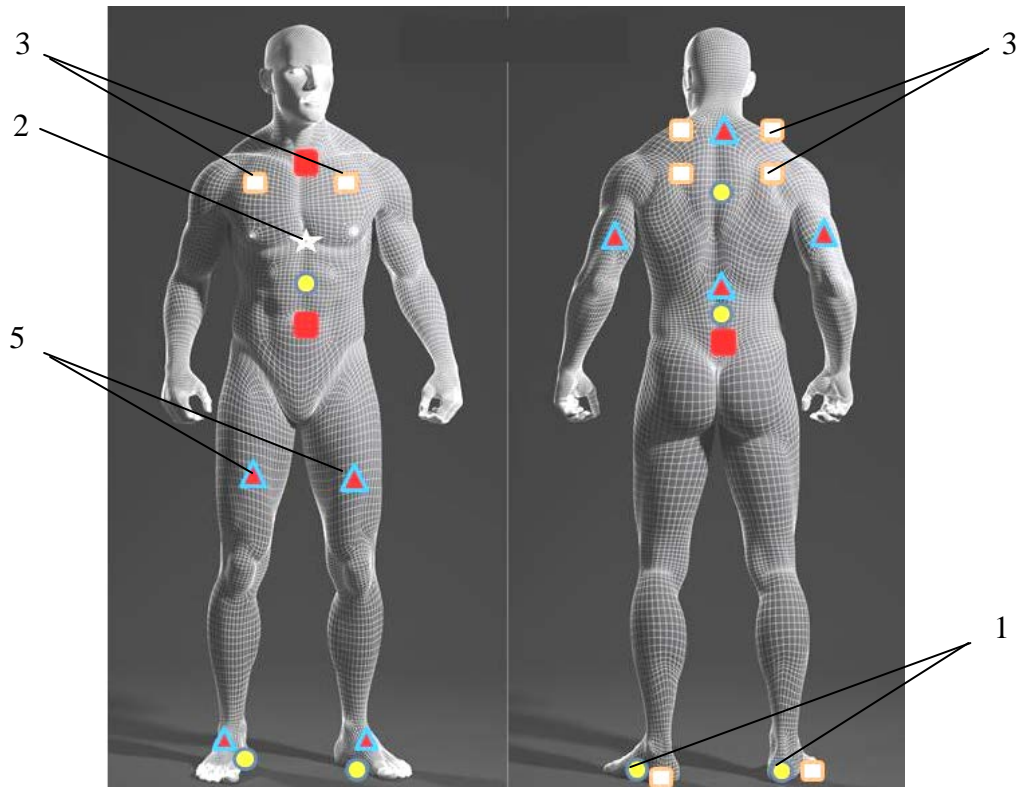


Рис. 1. Принципова схема базового розташування датчиків на тілі людини:
1 – температури та вологості; 2- серцевого ритму; 3- тиску; 4 – гіроскоп-акселерометри; 5 –
EMG

Авторами пропонується застосовувати бездротову натільну сенсорну мережу (WBAN) у такій базовій комплектації: головний дистанційний модуль; локальні спеціалізовані модулі; датчики температури; датчики вологості; гіроскоп-акселерометр; датчики тиску; спеціалізоване програмне забезпечення WBIMSoft. Процес дистанційного обміну та зберігання даних у системі можна відобразити наступною схемою (рис. 2). З метою синхронізації поведінкової складової системи до її складу включено гіроскоп-акселерометри.

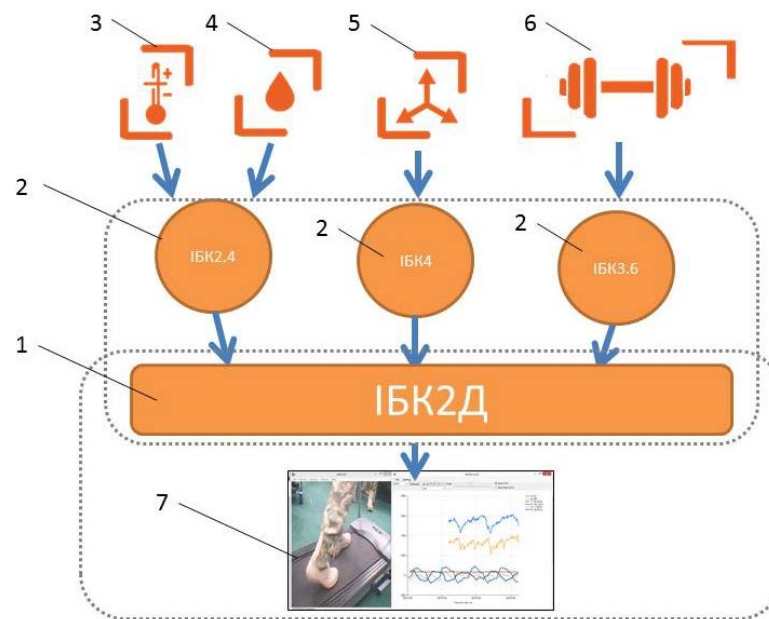


Рис. 2. Принципова схема передачі та зберігання даних: 1 – головний дистанційний модуль; 2 – локальні спеціалізовані модулі; 3 – датчики температури; 4 – датчики вологості; 5- гіроскоп-акселерометр; 6 – датчики тиску; 7 – спеціалізоване програмнезабезпечення WBIMSoft

Розроблено спеціалізовані модулі (ІБК2.5, ІБК2, ІБК3.6,) для вимірювання тиску, вологості, температури та контролю змін положення їх елементів у просторі (рис. 3).

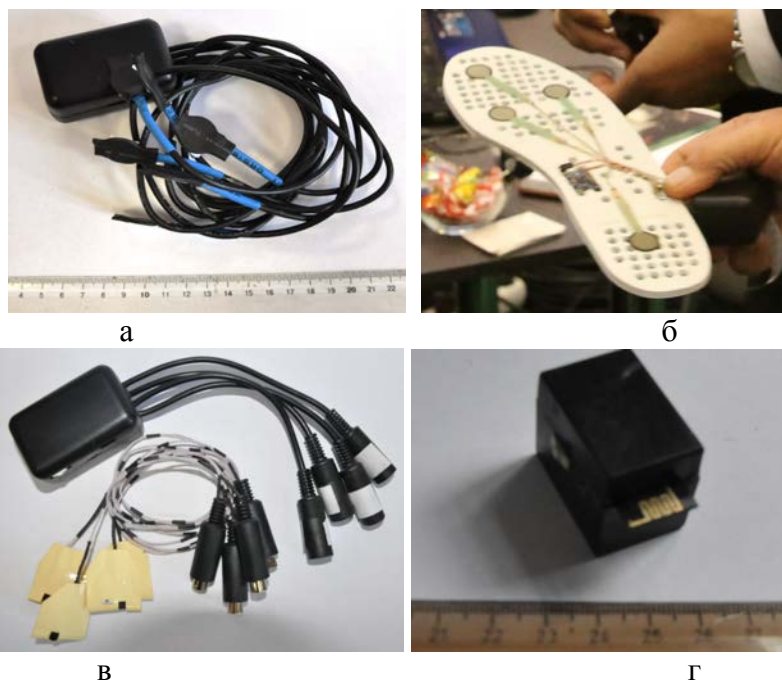


Рис. 3. Зображення дистанційних модулів вимірювання тиску: а –модуль ІБК2.5; б – модуль ІБК2; в – ІБК3.6; в – ІБК4

Для візуалізації та збереження даних при базовому комплекті датчиків пропонується застосування спеціалізованого програмного забезпечення WBIMSoft 5.0 (рис.4). Дане програмне забезпечення дозволяє опрацьовувати дані з понад 20 датчиків, з частотою опитування 20мс.

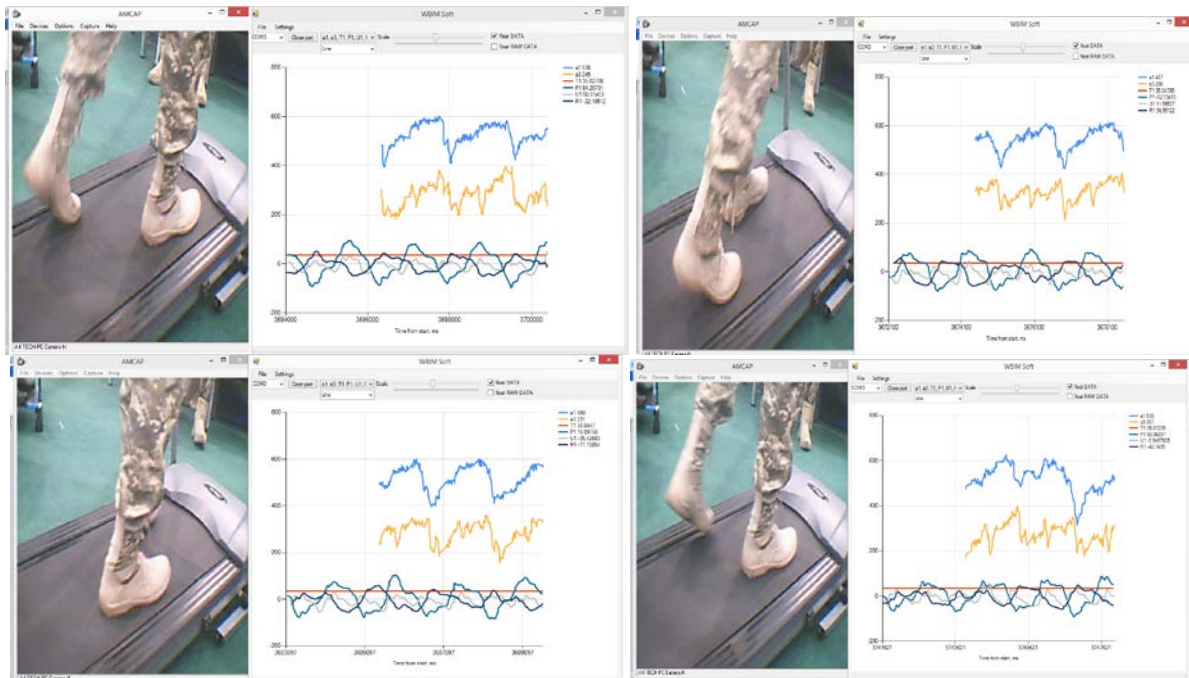


Рис. 4. Візуалізація даних у програмі WBIMSoft із застосуванням дистанційного модуля ІБК2

Також застосування цієї системи має відгук не тільки у легкій, а і в автомобілебудівній промисловості для аналізу активності водія [6].

Висновки. Розроблена система дозволяє дистанційно обробляти данні з датчиків, що відкриває шлях до аналізу взаємодії системи та її оцінювання у реальному часі за певними сценаріями. Такий підхід дозволить отримати звіти щодо відповідності зразків вимогам із максимальною затримкою у 10-15хв у польових умовах в автоматизованому режимі. Це дозволить зменшити вплив суб'єкта на результати та відповідно напрацювати оціночні данні щодо відповідності результатів анкетного опитування реальним фізичним показникам.

Список використаних джерел

1. Crow R. M. Heat and Moisture Transfer in Clothing Systems. Part 1. Transfer Through Materials, A Literature Review. – Defence research establishment Ottawa (ONTARIO), 1974. – №. DREO-TN-74-27..
2. Potter A. W. et al. Biophysical Characteristics of Chemical Protective Ensemble With and Without Body Armor. – Army research inst of environmental medicine natick ma biophysics and biomedical modeling div, 2015. – №. USARIEM-T15-8.
3. Potter A. W. Method for estimating evaporative potential (im/clo) from ASTM standard single wind velocity measures. – Army research inst of environmental medicine natick ma biophysics and biomedical modeling div, 2016. – №. USARIEM-T16-14.
4. Курганський А. В. Принцип зонально-диференційованого розташування елементів бездротових сенсорних мереж моніторингу мікроклімату під одягом / А. В. Курганський, С. М. Березненко, М. М. Курганська // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія : Технічні науки. - 2016. - № 5. - С. 118-125. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdtn_2016_5_16.
5. Bogdan A., Zwolińska M. Future trends in the development of thermal manikins applied for the design of clothing thermal insulation //Fibres & Textiles in Eastern Europe. – 2012.
6. Курганський А. В. Моніторинг активності водія із застосуванням бездротових сенсорних мереж / А. В. Курганський, Н. М. Защепкіна // Вісник Житомирського державного

технологічного університету. Серія : Технічні науки. - 2016. - № 2. - С. 143-147. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_2016_2_24.

References

1. Crow R. M. Heat and Moisture Transfer in Clothing Systems. Part 1. Transfer Through Materials, A Literature Review. – Defence research establishment Ottawa (ONTARIO), 1974. – №. DREO-TN-74-27..
2. Potter A. W. et al. Biophysical Characteristics of Chemical Protective Ensemble With and Without Body Armor. – Army research inst of environmental medicine natick ma biophysics and biomedical modeling div, 2015. – №. USARIEM-T15-8.
3. Potter A. W. Method for estimating evaporative potential (im/clo) from ASTM standard single wind velocity measures. – Army research inst of environmental medicine natick ma biophysics and biomedical modeling div, 2016. – №. USARIEM-T16-14.
4. Kurhanskyi A. V. Pryntsyp zonal'no-dyferentsiyovanoho rozdashuvannya elementiv bezdrovnykh sensorykh merezh monitorynhu mikroklimatu pid odyahom / A. V. Kurhanskyi, S. M. Bereznenko, M. M. Kurganska // Visnyk Kyyivs'koho natsional'noho universytetu tekhnolohiy ta dyzaynu. Seriya : Tekhnichni nauky. - 2016. - № 5. - S. 118-125. - Rezhym dostupu:http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdtu_2016_5_16.
5. Bogdan A., Zwolińska M. Future trends in the development of thermal manikins applied for the design of clothing thermal insulation //Fibres & Textiles in Eastern Europe. – 2012.
6. Kurhanskyi A. V. Monitorynh aktyvnosti vodiya iz zastosuvanniam bezdrovnykh sensorykh merezh / A. V. Kurhanskyi, N. M. Zashchepkina // Visnyk Zhytomyrs'koho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriya : Tekhnichni nauky. - 2016. - № 2. - S. 143-147. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_2016_2_24.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА И ДАВЛЕНИЯ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА БАЗЕ НАТЕЛЬНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

КУРГАНСКИЙ А.В.*, ВАСИЛЕНКО В.Н.*, КУРГАНСКАЯ М.Н.*, САКОВЕЦ В.В.**

* Киевский национальный университет технологий и дизайна

** Главное управление развития и сопровождения материального обеспечения ВСУ

Цель. Разработка системы по мониторингу интегрированной совокупности количественных и качественных биофизических параметров взаимодействия комплектов специального назначения с субъектом и подсистемы мониторинга изменений положения их элементов в операционном пространстве.

Методика. Применен аналитический обзор и общую методологию системного подхода к проектированию систем дистанционного мониторинга микроклимата, давления и изменений положения в пространстве объектов.

Результаты. Апробирован принцип зонально-дифференцированного расположения элементов беспроводных нательных сенсорных сетей для мониторинга давления, микроклимата в системе «человек-специальная одежда».

Научная новизна. Предложены пути совершенствования метода оценки соответствия комплектов специального назначения с применением системы дистанционного мониторинга интегрированной совокупности биофизических параметров комплектов и контроля изменений положения их элементов в пространстве.

Практическая значимость. Разработаны элементы системы нательного мониторинга (ИБК2, ИБК2.5, ИБК3.6), применение которых позволяет дистанционно

получать параметры микроклимата, давления и изменения положения элементов комплекта в пространстве в реальном времени.

Ключевые слова: WBAN, микроклимат, влажность, давление, температура, комфортность, биофизика, датчики.

**A SYSTEM FOR REMOTE MONITORING OF MICROCLIMATE AND PRESSURE
BASED ON WEARABLE SENSOR NETWORKS IN REAL TIME
KURHANSKYI A.V.*, VASYLENKO V.M.*, KURGANSKA M.M.*,
SAKOVETS V.V.****

**Kiev National University of Technologies and Design*

*** Headquarters of the Development and Maintenance, Armed Forces of Ukraine*

Purpose. *The development of monitoring systems of integrated qualitative and quantitative biophysical parameters of personal protective equipment with the human body and monitoring subsystem of changing its position in operational space.*

Methodology. *Applied analytical survey methodology and overall systems approach to the design of remote monitoring of microclimate, pressure and objects position change in space.*

Findings. *The principle of the zone-differentiated layout of wireless wearable sensor networks for monitoring of pressure and microclimate in "man-special clothing" system were tested.*

Scientific novelty. *The ways of improving the method of conformity assessment of personal protective equipment by using remote monitoring of integrated biophysical parameters and changing its position in operational space were offered.*

Practical value. *The elements of the wearable monitoring system (IBK2, IBK2.5, IBK3.6) were developed and its application allows remotely monitoring of microclimate parameters, pressure and real time changing in operational space.*

Keywords: *WBAN, microclimate, humidity, pressure, temperature, comfort, biophysics, protective clothing.*