

УДК 355.66

**В.О. Дідик***Військова академія (м. Одеса), Україна*

## **ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ В КОМПЛЕКСІ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ**

*У статті проаналізовано наявні засоби моніторингу фізіологічного стану, які використовуються у комплексі бойового екіпірування військовослужбовця різних армій світу, запропоновано основні функції, які повинні покладатись на засоби моніторингу фізіологічного стану військовослужбовця Збройних Сил України.*

**Ключові слова:** моніторинг фізіологічного стану, комплект бойового екіпірування, трекер.

### **Постановка проблеми**

В комплексі бойового екіпірування військовослужбовця Збройних Сил України передбачено, як одна зі складових – це засоби моніторингу фізіологічного стану. На даний момент в Збройних Силах України дані засоби не знаходяться на озброєнні, але у світі вже набувають розповсюдження та практичного використання подібні пристрої, які загалом відомі як трекери, браслет-годинник, браслет-комплекс або ж використовуються датчики, які закріплюються на тілі бійця, вбудовуються в одяг військовослужбовця. Також можливо їх об'єднувати по функціональності з іншими пристроями [1].

### **Аналіз останніх досягнень і публікацій**

В арміях світу почали використовувати засоби моніторингу фізіологічного стану, які називають по різному, а саме: чудо-браслети, браслет-комплекс, браслет-годинник, які повинні будуть допомогти військовослужбовцям слідкувати за фізичним станом, ефективніше протидіяти диверсантам і виконувати бойові завдання. Зараз набувають розповсюдження подібні зразки в арміях світу та перебувають у стадії випробування. Пристрої дозволять стежити за фізіологічним станом військовослужбовця, відстежувати його місцезнаходження, передавати необхідні повідомлення та координати, нададуть можливість військовослужбовцю подавати сигнали оповіщення. Браслет-комплекс, який вартовий надягає на свою руку, пов'язаний з командним пультом. У випадку виникнення позаштатної ситуації вся інформація оперативно надходить до вищих командирів по захищених каналах цифрового зв'язку, у тому числі передається інформація про нерухомість бійця протягом певного часу (наприклад 5 хвилин) або факт зняття браслета [2].

Основне призначення браслета-комплексу – це збір і моніторинг інформації про стан здоров'я учасників контролю обстановки на об'єктах, що охороняються та які виконують бойові завдання.

Наприклад, на склад з боєприпасами не потрібно великої кількості вартових, але зовсім інша ситуація, якщо охороняється парк техніки. Звичайно техніка розташовується на досить великій по площі території, де маршрути руху вартових точно визначені. На таких об'єктах потрібно більше постів охорони, які важче контролювати та перевіряти. Забезпечивши охорону даними пристроями можливо постійно спостерігати за фізіологічним станом бійців та їхнім місцем знаходження [3].

В армії Сполучених Штатів розробляється система WPSM – the warfighter physiological status monitor (бойовий моніторинг фізіологічного стану), яка відслідковує фізіологічний стан бійця. Ця система є частиною екіпірування майбутнього американського солдата, сам проект називається Future Force Warrior (майбутня сила воїна), який планується до завершення у 2032 році, рис. 1.

До системи WPSM входить комплект медичних приладів для вимірювання фізичних параметрів бійця. Система дозволяє з використанням датчиків визначити температуру тіла, артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень і рівень стресу. Далі ці дані збираються, обробляються та при необхідності, за запитом передаються безпосередньо медичній службі для прийняття рішення, щодо подальших дій відносно даного бійця.



а) зовнішній вигляд пристрою моніторингу фізіологічного стану WPSM;  
б) варіант відображення інформації програмним забезпеченням.

**Рис. 1. Засіб та відображення даних моніторингу фізіологічного стану WPSM армії США**

За їхнім планом датчики будуть вмонтовані в армійську футболку, які є частиною нижньої білизни солдата. Затрати на виготовлення такої системи на даний момент не дозволяють виготовляти обмундирування у великих кількостях. Перед розробниками стоїть завдання знизити затрати на виготовлення системи, щоб її могли випустити в масове виробництво [4].

Використання засобів моніторингу фізіологічного стану арміями іноземних країн світу відображає необхідність та актуальність практичного використання даних засобів. Деяких травм можливо буде уникнути, спостерігаючи за факторами, які впливають на стресовий стан та інші параметри ризику. Датчики, які можуть фіксувати частоту пульсу, кров'яний тиск та інші біофізичні функції, допоможуть спрогнозувати високу ймовірність травмування (загибелі) по існуючим алгоритмам, які дозволяють виміряти фактори ризику. В іноземних арміях світу вже відбувається процес впровадження та практичного використання засобів моніторингу фізіологічного стану для військовослужбовців, але він ще не достатньо ефективний так як технологія є достатньо складною та дорогою на даний момент, тому тривають процеси удосконалення та випробування технології моніторингу фізіологічного стану військовослужбовців.

### **Постановка завдання та його розв'язання**

Враховуючи наведене, розробка та впровадження у реальність, практичне використання засобів моніторингу фізіологічного стану, які увійдуть до спорядження комплексу бойового екіпірування військовослужбовця Збройних Сил України є актуальним завданням, яке можливо вирішити з використанням наявної елементної бази. Використання дозволить значно спростити бійцю, а особливо командуванню спостереження за життєважливими параметрами стану організму військовослужбовців, будуть вони у варті, на охороні важливих об'єктів, або виконувати бойові завдання у певному районі, навіть за сотні кілометрів.

### **Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів**

Знання закономірностей перебігу фізіологічних процесів дає змогу передбачати їх зміни за різних умов життєдіяльності та відкриває можливість втручатися в перебіг фізіологічних процесів у бажаному напрямку. У військовій справі моніторинг фізіологічного стану дозволить військовослужбовцю та його командуванню спостерігати за фізичним станом бійця, спрогнозувати та визначити фізіологічні показники розвитку втомі, такі як артеріальний кров'яний тиск, частота пульсу, систолічний і хвилинний об'єми крові, динаміка яких може бути різною. Так, при втомі показники артеріального кров'яного тиску мають тенденцію до зниження. Однак одразу ж після великих фізичних і нервово-емоційних навантажень систолічний і середній динамічний тиск може підвищуватись [5].

Позначимо пристрій моніторингу фізіологічного стану, вже загальновідомим терміном, як **трекер** або **tracker** (від англ. *to track* відстежувати, залишати слід, позначати курс). Розглянемо принципи роботи складових пристроїв, які відстежують фізичні показники користувача та якими можливо облаштувати трекер для військовослужбовця ЗСУ.

Зовні трекери сконструйовані таким чином, щоб доставляти бійцю, який їх буде застосовувати якнайменше дискомфорту, тому як варіант це замаскувати під повсякденні аксесуари на зразок браслетів, годинників, обручів і так далі. Існують і досить нетривіальні пристрої: наприклад, трекер вдає із себе магнітну кліпсу, яка кріпиться на одяг. Загалом, датчики біометрії можна вбудувати практично в усе, що завгодно, розробляється спеціальний чохол, який діє разом з електронним пристроєм, в якому встановлені сенсори фізичної активності. Найбільш же популярним форм-фактором серед трекерів слід визнати, мабуть, браслет – на сьогоднішній день на озброєнні різних країн вже представлені пристрої в цьому виконанні. Як варіанти виконання вони представлені на рис. 2.



*а) Фронтальний вигляд; б) Вид на тильну частину;  
в) Зовнішній вигляд браслета-комплексу (зразок РФ)*

**Рис. 2. Приклади виглядів оформлення пристрою моніторингу фізіологічного стану**

Вони представляють з себе браслет типу – годинник, на яких з фронтальної сторони знаходиться екран, для візуального відображення інформації, також можливе розміщення кнопок для керування пристроєм та його налаштуванням. З тильної сторони в пристрій вбудовані датчики, які знімають вимірювання при безпосередньому контакті з тілом людини. Корпус пристрою виконується таким чином, щоб забезпечити ступень захисту IP 67.

Усередину трекерів можливо встановити тривісний акселерометр, який відстежує прискорення щодо трьох координат. Цей модуль використовується для виконання різних завдань, але основна функція акселерометра – підрахунок кількості зроблених кроків. Акселерометр також дає інформацію про становище в просторі і швидкості пересування. Цілковитим стандартним акселерометром складається з двох плат з електричним зарядом і противагою, розташованим між ними. У стані спокою (тобто за відсутності фізичної активності у користувача) він знаходиться рівно посередині, але варто людині поворухнутися, і противага починає контактувати з платами, створюючи таким чином загальну просторову схему переміщень.

Принцип роботи пульсометра полягає в зчитуванні показань двох електродів. За допомогою них датчик реєструє різницю потенціалів на шкірі в момент скорочення серця, вимірюючи таким чином частоту пульсу. Дані, як і у випадку з акселерометром, відправляються по бездротових інтерфейсах передачі даних, як варіант застосувати стандарт специфікації IEEE 802.15.1 (або більш відоме, як Bluetooth) на смартфон, планшет або інший прийомник, де вони обробляються спеціальним програмним забезпеченням і графічно відображають інформацію, зрозумілу користувачу.

Крім того, трекери можливо обладнати аналізаторами потовиглядлення, температури тіла і географічного положення користувача.

Технології GPS виповнилося вже кілька десятків років, але вона до цих пір залишається однією з найбільш необхідних. GPS дозволяє визначати координати об'єкта з високою точністю, використовуючи сигнал, що посиляється супутниками. GPS модуль в годиннику або трекері отримує сигнал з супутника, а по часу, який проходить з моменту відправки сигналу супутником до моменту фіксації модулем, можна визначити приблизне положення модуля. Чим більше супутників в зоні дії, тим точніше визначаються координати. Відповідно, GPS модуль дозволяє визначати швидкість пересування, висоту над рівнем моря і деякі інші параметри [6].

Оптичні датчики серцевого ритму. Для визначення частоти серцевого ритму не потрібно буде прислуховуватись до бійця, або вимірювати, знаходити його пульс у разі поранення, контузії чи з інших причин втрати свідомості військовослужбовцем, достатньо буде подивитись на показання пристрою, який сприймає дані від трекера, що передає інформацію про фізіологічний стан. Сучасні оптичні датчики можуть досить точно зняти показання. Світлодіоди такого датчика випромінюють світло, яке поглинається тканинами організму, включаючи кров. При цьому кров поглинає більше світла, ніж, наприклад, шкіра. Зміни кількості крові в судинах призводить до зміни рівня поглинання світла, що і фіксує датчик. Спеціальний алгоритм на основі цих даних визначає частоту серцевого ритму. Найбільш сучасні датчики наближаються по точності до електрокардіограми.

Датчики електропровідності шкіри. Модулі такого типу призначені для вимірювання провідності шкіри. Чим більше вологи на шкірі, тим краще її провідність. А за рівнем зволоження шкіри можна визначити рівень активності, навантаження військовослужбовця. Дані з таких датчиків зіставляються з даними інших датчиків. А спеціальний алгоритм прораховує дані, аналізує їх і виводить в зрозумілому форматі на дисплей годинника або смартфона, як варіант пульт контролю старшого начальника [7].

Термометри. Навіть елементарний термометр може дати досить точну оцінку температури шкіри, чим вище температура, тим активніше відбувається навантаження. Інформація про температуру шкіри порівнюється з показанням інших датчиків, після чого пристрій надає дані про активність навантаження користувачеві.

Оцінка освітленості. Датчик освітленості зазвичай включає фотоелемент, який дає більше струму, якщо рівень освітленості зростає. Відповідно, пристрій розуміє, який зараз час доби, порівнюючи дані за рівнем освітленості з дійсним часом.

Приблизно так само працюють і датчики ультрафіолетового освітлення, але в цьому випадку фотоелемент налаштований тільки на ультрафіолетовий спектр, а не на реєстрацію видимого освітлення.

Біоімпедансні сенсори. Подібний модуль може визначати відразу три показники: частоту серцевого ритму, частоту дихання і провідність шкіри. Біоімпедансні сенсори фіксують дрібні зміни в організмі та на основі цих даних спеціальний алгоритм прораховує зазначені вище показники [8].

У трекера може бути велика кількість різноманітних сенсорів. Але без детального аналізу одержуваних даних ця інформація нічого не варта. Тому велике значення має програмне забезпечення, яке буде проводити обробку та зберігання результатів вимірювання. Чим досконаліша програма, тим більше корисної та зрозумілої інформації отримує користувач.

Для відображення результатів роботи трекера, у якому буде вбудовано безліч датчиків використовується спеціальне програмне забезпечення різних виробників, яке буває як індивідуально розроблене під певний зразок та під певного замовника так і на безкоштовних умовах використання, що масово застосовується всіма бажаними користувачами. Програми відстежують і систематизують активність користувача, видаючи на її основі різні рекомендації. Наприклад, програма збирає дані про користувача (в тому числі за допомогою додаткових медичних приладів), обробляє їх і надає у вигляді зрозумілих людині діаграм і графіків.

Блок-схема засобу моніторингу фізіологічного стану (рис. 3), відображає структуру будь-якого засобу моніторингу, до складу входять датчики, які кріпляться до тіла бійця, чи то вони у вигляді браслета, футболки з пластинами, шолома з вбудованими пристроями, чи то звичайний чіп. Залежно від виконуваних завдань та необхідності даних по життєважливих даних фізичного стану військовослужбовця, засоби зйомки інформації можуть містити такі датчики: акселерометр, оптичний серцевого ритму, електропровідності шкіри, термометри, біоімпульсні сенсори, датчик розпізнавання свій-чужий. Від зовнішньої дії на датчики отримані дані поступають на пристрій де проходить процес обробки даних, спеціальне програмне забезпечення формує зрозумілу для людини інформацію, яка виводиться на засіб відображення інформації (дисплей). Також пристрій обробки даних повинен володіти властивістю зберігання та накопичення інформації для можливості встановлення на нього спеціального програмного забезпечення та отримання можливості перегляду історії вхідних оброблюваних даних засобом моніторингу фізіологічного стану. У ланцюгу між процесом передачі даних від датчика до пристрою обробки даних можливо застосувати радіоканал (наприклад, стандарт специфікації IEEE 802.15.1), для мінімізації самого засобу моніторингу.

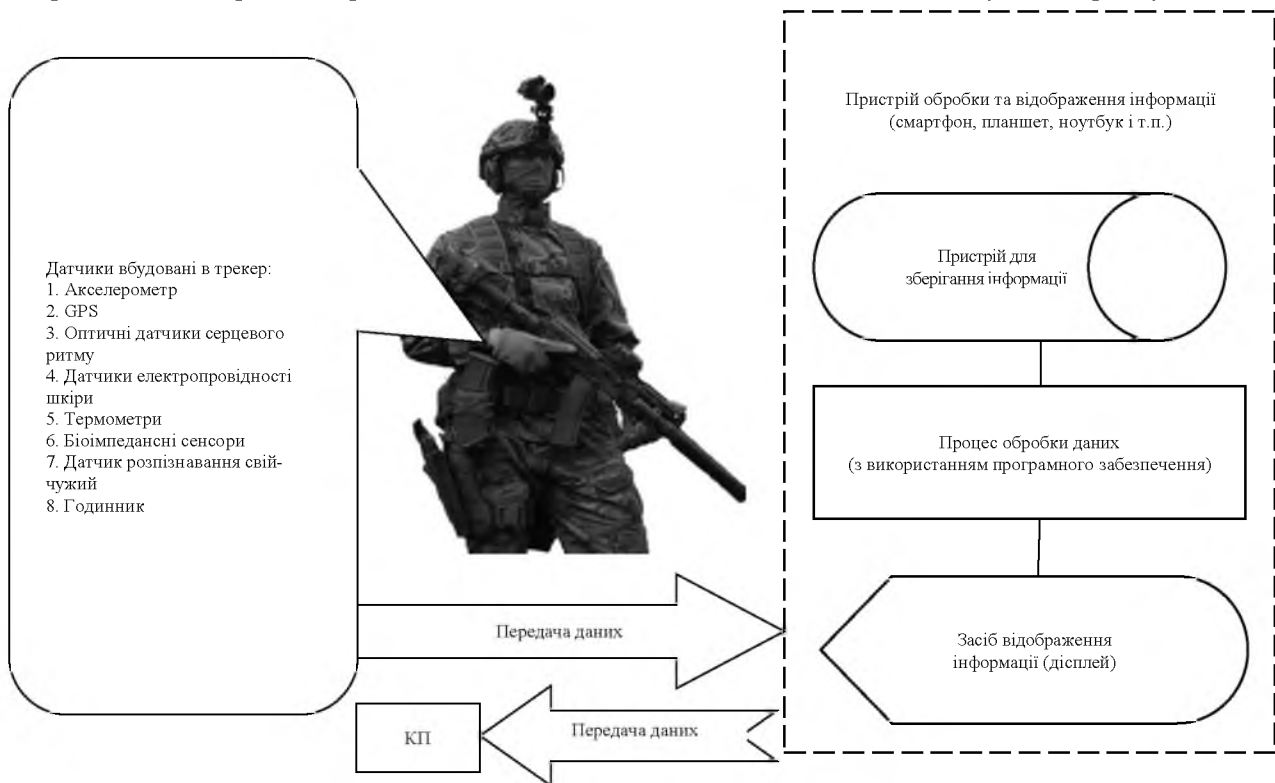


Рис. 3. Блок-схема засобів моніторингу фізіологічного стану

Також сформовані дані, які передаються до пристрою обробки та на ньому пройшли цей процес, повинні передаватись до головного пристрою (на старшого начальника, санінструктора), але для забезпечення безпеки військовослужбовця не повинно бути можливість визначити його місцезнаходження по радіоперехопленні і пеленгації, які може застосувати противник, також не повинно бути спотворення сигналу в результаті діяльності радіочастот, які можуть випромінюватись як від засобів РЕБ противника, так і додаткові радіонаведення від техніки та озброєння своїх військ.

Проблеми. З усіма перевагами трекери не позбавлені своїх недоліків. Одна з них пов'язана з точністю вимірювань. Якщо порівняти, наприклад, отримані дані сучасних трекерів і стандартного вимірювача кроків, то точність результатів останнього завжди буде вище. Про те, що результати

хібні, можна здогадатися також зіставивши результати двох різних браслетів – швидше за все вони будуть відрізнятися. У спеціально влаштованих випробуваннях (активність за 20 днів) з'ясувалося, що показання браслетів серйозно відрізняються – в середньому показники відрізнялися на 20 %. Крім того, багато питань викликає так званий трекінг сну. Він також ґрунтується на фізичній активності – пристрій (якщо ви не забудете перевести його в режим сну) сприймає вас у стані сну, в разі відсутності рухів. Багато користувачів відзначили, що браслети нерідко помиляються в своїх оцінках, в тому числі і з приводу трактувань фаз сну: власники, наприклад, інколи дивуються з того, що пристрій показує їм несподівані інтервали неспання уві сні.

### Висновки

Розробка та впровадження засобів моніторингу фізіологічного стану в системі комплексу бойового екіпірування військовослужбовця збройних сил, дозволить реалізувати деякі вимоги закладені в Концепції створення комплексу бойового екіпірування військовослужбовця ЗСУ, а саме забезпечення моніторингу фізіологічного стану військовослужбовців, автоматизоване оповіщення та розроблення даних для надання невідкладної медичної допомоги за різних життєвих ситуацій, які можуть трапитись під час виконання завдань за призначенням, будь то несення служби в добовому наряді, патрулювання та охорона об'єктів, виконання бойових завдань. Засіб моніторингу фізіологічного стану військовослужбовця повинен виконувати такі функції:

- визначити рівень активності, навантаження військовослужбовця;
- визначити частоту серцевого ритму;
- визначити кількість зроблених кроків, або пройденої відстані;
- визначити та передавати координати місцеположення військовослужбовця використовуючи технологію GPS;
- передавати інформацію з усіх датчиків на пристрій обробки даних, для узагальнення та відображення в зрозумілій формі;
- визначити перехід військовослужбовця в стадію сну;
- здатність подачі сигналу тривоги, (наявність тривожної кнопки) для повідомлення про небезпеку, або поранення військовослужбовця.

### Перспективи подальших досліджень

Подальше дослідження можливе у разі затвердження робіт, щодо розроблення пристроїв моніторингу фізіологічного стану та виглядлення додаткових коштів на оплати праці залучених додатково фахівців в питанні розробки спеціального програмного забезпечення, комплектуванні та збиранні даного пристрою.

### Список використаних джерел

1. *Концепція створення комплексу бойового екіпірування військовослужбовців Збройних Сил України, затверджено наказом Міністра оборони України від 10.12.2014 № 876.*
2. *Минобороны приобретёт браслеты Стрелец-часовой на 400 млн. рублей – Режим доступу: <https://topwar.ru/100062-minoborony-rossii-priobretet-braslety-strelec-chasovoy-na-400-millionov-rublej.html>*
3. *Усовершенствованный комплекс Стрелец-Часовой – Режим доступу: <http://www.interpolitex.ru/media/news/novosti-vystavki/usovershenstvovannyi-kompleks-strelets-chasovoy/>*
4. *Новейшие технологии для экипировки солдат – Режим доступу : <http://army-news.ru/2011/09/novejshie-texnologii-dlya-ekipirovki-soldat/>*
5. *Вільям Френсіс Ганонн (2002). Фізіологія людини (Українська). (Наук.ред.перекладу: М.Гжегоцький, В.Шевчук, О.Заячківська). Львів: БАК. с. 397-412. ISBN 966-7065-38-3.*

6. *Сенсоры и датчики в фитнес-браслетах и умных часах: как это работает?* – Режим доступа: <http://medgadgets.ru/obzory/sensory-i-datchiki-v-fitness-brasletax-i-umnyx-chasax-kak-eto-rabotaet.html>

7. *Датчики и сенсоры современных мобильных устройств* – Режим доступа: <https://infocity.az/2013/07датчики-и-сенсоры/>

8. *Ультимативный гид по гаджетам для спорта* – Режим доступа: <http://www.furfur.me/furfur/culture/culture/178043-ultimativnyy-gid-po-gadzhetaм-dlya-sporta>

**Рецензент:** Гончарук А.А., к.т.н., с.н.с., Військова академія (м. Одеса)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В КОМПЛЕКСЕ БОЕВОЙ ЭКИПИРОВКИ ВОЕНОСЛУЖАЩЕГО

В.О. Дидык

*В статье проанализировано существующие средства мониторинга физиологического состояния, которые используются в комплекте боевой экипировки военнослужащих разных армий мира, предложено основные функции, которые должны выполняться средствами мониторинга физиологического состояния военнослужащего Вооружённых Сил Украины.*

**Ключевые слова:** мониторинг физиологического состояния, комплект боевой экипировки, трэкер.

## USE OF PHYSIOLOGICAL STATUS MONITORING MEANS WITHIN COMBAT OUTFIT SET

V. Didyk

*The article provides analysis of the available means of physiological status monitoring which are used in combat equipment of various armies» soldiers; it suggests the main features that should be included in the means of monitoring the physiological state of Ukrainian Armed Forces soldier.*

**Keywords:** physiological status monitoring, set of combat equipment, tracker.