

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ ПРОБИ МАКСИМАЛЬНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЛЕГЕНІВ У СПОРТСМЕНІВ

Н. П. Вакуленко

Кафедра інформаційних технологій та медичних систем**

С. В. Гречуха

Аспірант*

Контактний тел.: (0472) 45-44-23

С. О. Коваленко

Доктор біологічних наук, доцент*

*Кафедра анатомії та фізіології людини і тварин**

Контактний тел.: (0472) 45-44-23

E-mail: kovstas@ukr.net

О. О. Супруненко

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра програмного забезпечення автоматизованих систем**

Контактний тел.: 066-187-99-50

E-mail: ra-oks@mail.ru

**Черкаський національний університет імені Богдана

Хмельницького

бул. Шевченка, 81, м. Черкаси, 18031

Розроблена та апробована автоматизована система експертної оцінки функціонального стану спортсменів за параметрами проби максимальної вентиляції легенів. Показане прогностичне значення окремих характеристик пневмограми, їх динаміки упродовж виконання цього тесту

Ключові слова: максимальна вентиляція легенів, спортсмени, автоматизація експертної оцінки

Разработана и апробирована автоматизированная система экспертной оценки функционального состояния спортсменов по параметрам пробы максимальной вентиляции легких. Показано прогностическое значение отдельных характеристик пневмограммы, их динамики на протяжении выполнения этого теста

Ключевые слова: максимальная вентиляция легких, спортсмены, автоматизация экспертной оценки

The automated system of expert judgment of sportsmen's functional state according to the test of maximum ventilation of the lungs was developed and tested. Predicted value of definite characteristics of pneumogram, their dynamics while performing the test is shown

Keywords: of maximum ventilation of the lungs, sportsmen, expert judgment automation

1. Вступ

Максимальна вентиляція легенів (maximal voluntary ventilation) (МВЛ) – це гранично можлива кількість повітря, яка може бути провентильована через легені в одиницю часу. МВЛ залежить від функціонального стану системи зовнішнього дихання людини, стійкості дихального центру до гіпокапнії, мотивації до проведення вимірювань [4]. Відмічено, що цей показник може змінюватись у процесі тренування [9, 14] та при змінах умов середовища [13], відрізняється у спортсменів різної спеціалізації та у неспортсменів [10]. За допомогою додаткових експериментальних методик можливе визначення функціонального стану дихальних м'язів при виконанні тесту МВЛ [12]. Втім деякі автори відзначають, що великі коливання МВЛ знижують діагностичну цінність визначення абсолютного значення цих величин [8].

Показник МВЛ враховують як одну із складових способів оцінки резервних можливостей організму [6] та порушень функціонування системи зовнішнього дихання [5]. Разом з цим, технічних рішень і тим більше автоматизованих систем оцінки функці-

онального стану людини за окремими параметрами пневмограми, їх динаміки під час виконання тесту немає. Необхідність такого підходу обумовлюється потребою в засобах комп'ютерної пневмометрії з можливістю кількісної оцінки її характеристик та створенням на базі цих засобів експертних систем.

Тому розробка системи оцінки функціонального стану людини та зокрема системи зовнішнього дихання на основі детальних характеристик пневмограми під час проведення тесту МВЛ може підвищити практичну цінність їх визначення та відкрити нові напрямки в превентивній терапії та функціональній діагностиці.

2. Методика

Вимірювання здійснені на 26 здорових молодих чоловіках віком 18-32 років у спокої сидячи. З них 15 осіб регулярно тренувались у веслуванні на байдарках і каное та мали високі спортивні розряди, а 11 – були студентами ВНЗ, що не займалися регулярними фізичними вправами. Пробу МВЛ проводили упродовж 10 секунд. У спортсменів пробу повторю-

вали від 2 до 5 разів через проміжки часу від 6 до 86 днів (в середньому 41,4±3,61 дня) перед виконанням тренувальних занять. Пневмограму реєстрували на комп'ютерному спірографі Spirocom Standard (ХАІ-медика, Харків, Україна). Записи швидкості повітряного потоку оцифровані з дискретизацією 100 Гц обробляли у програмній системі розробленій нами з визначенням наступних показників по кожному з послідовних спіроциклів:

1) дихальному об'єму ДО:

$$DO = \frac{\int_{x_{поч.вд}}^{x_{кін.вд}} f(x)dx + \int_{x_{поч.вид}}^{x_{кін.вид}} f(x)dx}{200}$$

де визначалася площа під кривою f(x) швидкості повітряного потоку на вдиху (S_{vd}) та видиху (S_{vud}) (рис. 1),

2) частоти дихання ЧД:

$$ЧД = \frac{60}{Ч_{вд} + Ч_{вид}}$$

де Ч_{вд}, Ч_{вид} – час вдиху та час видиху, що складають тривалість поточного спіроциклу,

3) швидкості повітряного потоку на вдиху (V_{vd}) та видиху (V_{vud}),

4) прискорення повітряного потоку на вдиху (A_{vd}) та видиху (A_{vud}) з приведенням їх до умов ВТПС (рис. 1).

Для отримання графіку прискорення диференціювали з кроком h = 5<A криву швидкості повітряного потоку. Для визначення динаміки змін показників упродовж проби розраховували їх середні значення за проміжки часу на 1-3 сек., 4-6 сек. та 7-9 сек. від її початку. Визначення середніх значень, їх помилки, коефіцієнтів варіації здійснювали у електронних таблицях Excel; зв'язок між різними показниками та ступінь відтворюваності при повторних вимірюваннях оцінювали за непараметричним коефіцієнтом кореляції Спірмена у програмі Statistica-5.

3. Результати та їх обговорення

При візуальному аналізі графіків швидкості повітряного потоку при проведенні проби МВЛ показано, що існують різні варіанти форми, амплітуди та частоти його осциляцій, динаміки змін упродовж тесту (рис. 2). Переважають записи з найбільшими

амплітудами коливань на початку та їх зниженням упродовж проби. Подібні особливості свідчать про суттєві індивідуальні особливості тесту МВЛ не тільки за розрахованим хвилинним об'ємом дихання (ХОД = ДО · ЧД), але і за іншими параметрами легеневої вентиляції.

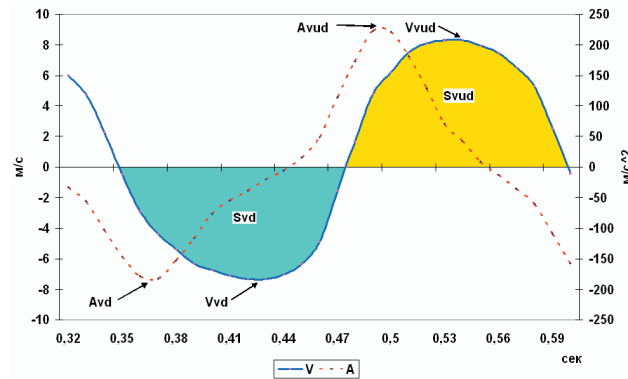


Рис. 1. Розрахунки показників пневмограми на графіках швидкості та прискорення повітряного потоку окремого спіроциклу. V – графік швидкості, A – графік прискорення, S_{vd} – площа під V на вдиху, S_{vud} – площа під V на видиху

Тому проводили визначення середніх значень, дев'яці показників зовнішнього дихання, відсотків змін упродовж проби (табл. 1). Так спортсменами в середньому досягнутий рівень ХОД 155,5 л/хв, що відповідає літературним даним [10]. Частота дихання в різних записах варіювала від 118,1 до 259 циклів/хв і також знаходилась у межах норми для досягнення МВЛ [11]. Така ж висока міжіндивідуальна девіантність була характерна і для характеристик швидкості та прискорення повітряного потоку.

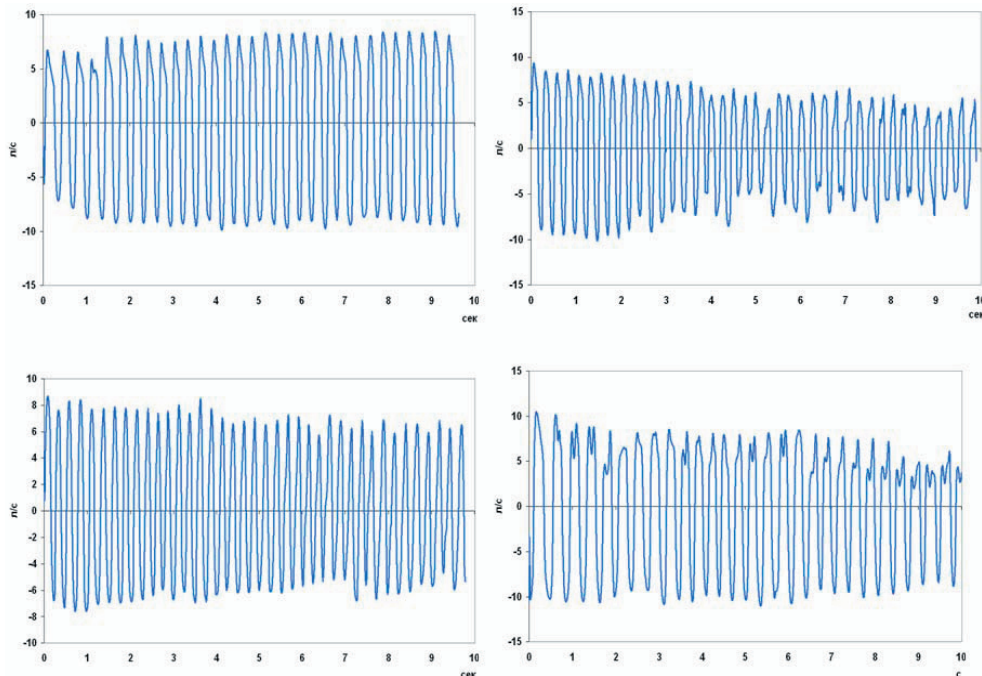


Рис. 2. Варіанти динаміки змін швидкості повітряного потоку при проведенні проби МВЛ

Таблиця 1

Пневмографічні показники та їх зміни упродовж проби максимальної вентиляції легенів у спортсменів-веслувальників високої кваліфікації (N=51)

Показники	M±m	Max-min	% змін упродовж проби
ДО, мл	826±34,9	435,9 - 1570,1	-6,84±2,29
ЧД, циклів/хв	197,1±5,4	118,1 - 259,0	-0,64±1,50
V _{vd} , л/с	7,15±0,16	4,75 - 9,96	-7,47±1,84
V _{vud} , л/с	6,77±0,15	4,89 - 8,88	-8,10±1,92
A _{vd} , л/с ²	253,8±5,3	189,2 - 346,8	-8,11±1,73
A _{vud} , л/с ²	258,4±6,0	184,0 - 367,0	-9,88±2,09
ХОД, л/хв	155,5±3,2	105,6 - 201,8	-8,28±1,97

Таблиця 2

Кореляційна матриця зв'язків між показниками пневмограми при пробі МВЛ (N=186)

	ДО	ЧД	V _{vd}	V _{vud}	A _{vd}	A _{vud}
ДО	1,00	-0,69	0,67	0,59	0,42	0,60
ЧД	-0,69	1,00	0,14	0,02	0,23	0,04
V _{vd}	0,67	0,14	1,00	0,70	0,78	0,88
V _{vud}	0,59	0,02	0,70	1,00	0,87	0,88
A _{vd}	0,42	0,23	0,78	0,87	1,00	0,87
A _{vud}	0,60	0,04	0,88	0,88	0,87	1,00
ХОК	0,75	-0,11	0,87	0,89	0,84	0,92

Разом з цим більшість показників упродовж проби тісно пов'язані (табл. 2). Немає вірогідних зв'язків між ЧД та іншими характеристиками за виключенням від'ємної кореляції з ДО. Також не пов'язана амплітуда змін розрахованих індексів з їх середніми значеннями упродовж проби. Це може вказувати на те, що зміни пневмограми від початку до закінчення тесту відображають якісно відмінні характеристики стану системи зовнішнього дихання і організму в цілому.

При повторних вимірюваннях на одних і тих же людях (N=55) з інтервалом часу в середньому 41,4±3,36 дні показано, що МВЛ відтворюється у меншому ступені (ρ=0,281, ρ=0,037), ніж V_{vd}, A_{vd}, %V_{vd} (ρ відповідно 0,361, 0,316 та 0,351) та у такій же мірі як A_{vud} (ρ=0,298, ρ=0,026) та %V_{vud} (ρ=0,284, ρ=0,035). Відсутність вірогідних кореляцій між значеннями інших показників та низький рівень значущих зв'язків може свідчити про те, що ці параметри відображають поточний функціональний стан системи зовнішнього

дихання. Для якісної числової та візуальної оцінки всіх розрахованих показників потрібна автоматизована системи експертних оцінок стану організму людини за пробою МВЛ.

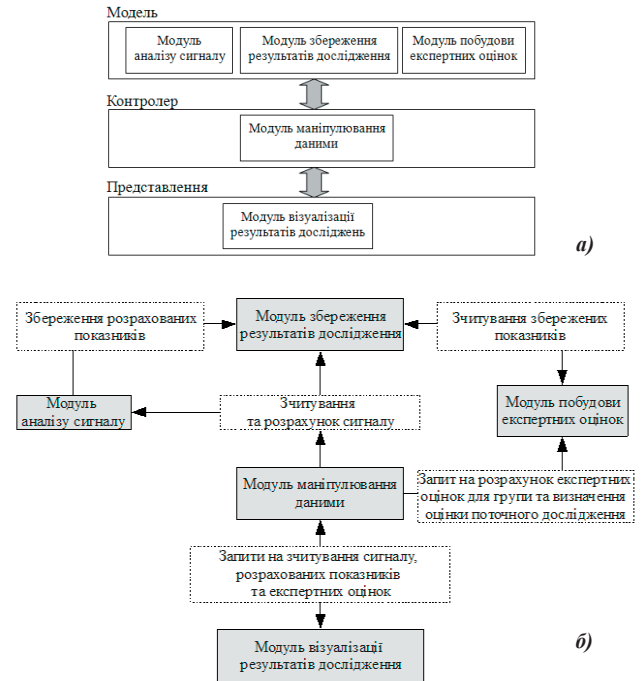


Рис. 3. Структура автоматизованої системи експертних оцінок функціонального стану людини за пневмограмою

4. Програмна реалізація експертних оцінок

При створенні автоматизованої системи експертних оцінок функціонального стану людини за по-

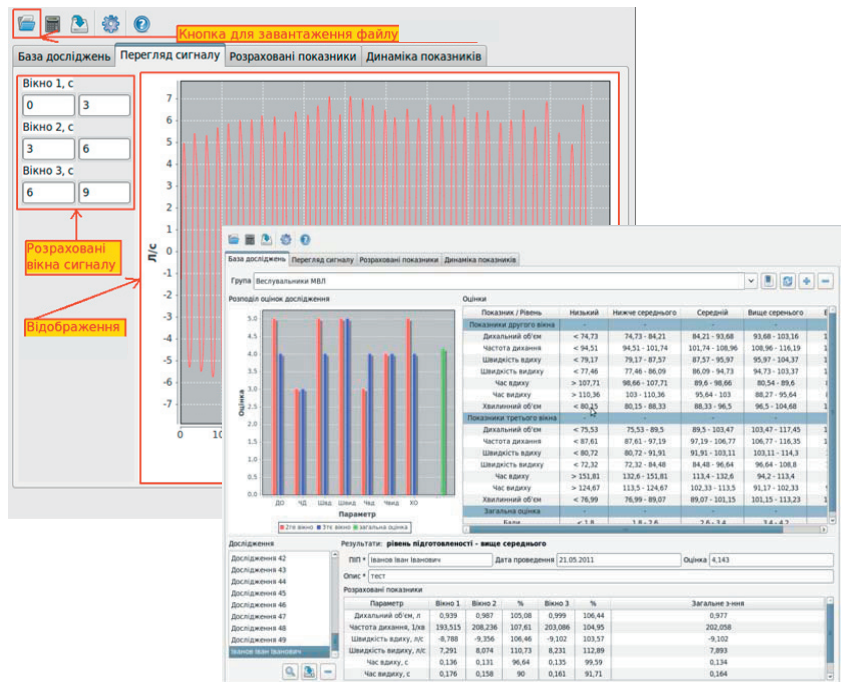


Рис. 4. Перегляд отриманого сигналу та форма збереження результатів його попередньої обробки

казниками пневмограми вирішувались задачі збереження та попередньої обробки вхідного сигналу; візуалізації даних, розрахованих за різними показниками; експертної оцінки визначених груп показників; візуалізації складових пневмограми та їх експертної оцінки.

Розроблене концептуальне рішення [7] та побудована модель системи (рис. 3, а) за шаблоном проектування «Model-View-Controller» (Модель-Контролер-Представлення) [2]. Побудована структура [1] автоматизованої системи експертних оцінок функціонального стану людини за пневмограмою (рис. 3,б).

Модуль аналізу сигналу реалізує функції зчитування пневмометричного сигналу з текстового файлу, розрахунку його основних показників для кожного циклу та для частин циклу на всіх ділянках дослідження. Модуль збереження результатів дослідження є базою даних із засоби роботи з нею. Модуль побудови експертних оцінок будує висновки на основі попередньо збережених і оброблених показників. Оцінки для визначеної групи дослідження обраховуються в динамічному режимі, і змінюються при збереженні нових чи видаленні старих досліджень.

Модуль візуалізації результатів дослідження забезпечує перегляд завантаженого сигналу та результатів попередньої обробки (рис. 4), візуалізацію результатів окремого дослідження за обраними показниками (рис. 5), а також подання остаточних результатів розрахунків та експертних оцінок (рис. 6).

При реалізації модулів розрахунку показників та формуванні експертних оцінок [3] використовувалася розроблена модель побудови експертних оцінок, які відображають особливості дихальної функції людини під час навантаження. За основу прийнято пробу МВЛ, для якої розраховано базові показники, що достатньо повно відображають стан дихального апарату людини.



Рис. 5. Результати розрахунку обраних показників пневмограми

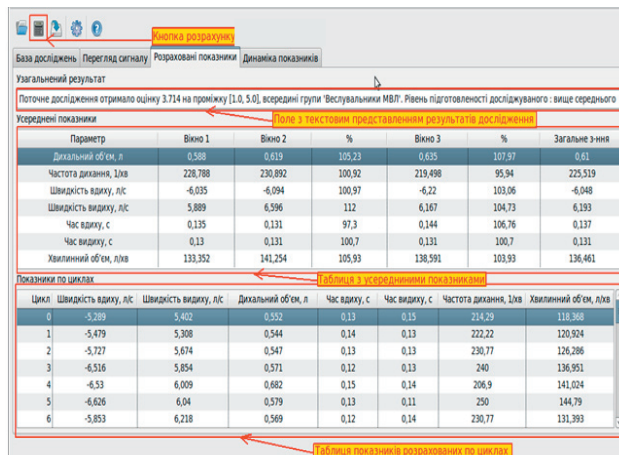


Рис. 6. Результати розрахунку показників пневмограми

Автоматизована система експертних оцінок функціонального стану людини реалізована на мові Java, в якості СУБД обрано Hsqldb. При тестуванні системи використовувалася автоматизоване тестування з використанням бібліотеки JUnit, а також ручне тестування, що покривало всі базові операції та виключні ситуації при взаємодії з інтерфейсом створеного додатку.

5. Висновок

У даній роботі розроблена методика оцінки резервних можливостей організму людини за допомогою пневмометрії, отримані результати проби МВЛ, розраховані проміжні оцінки на основі статистичних методів, проведена оцінка результатів на основі методів експертних оцінок. Спроектована та розроблена автоматизована система експертної оцінки функціонального стану організму людини за показниками пневмометрії.

Реалізовані модель первинної обробки пневмометричного сигналу, модель побудови експертних оцінок всередині окремих груп та визначення рівня фізичної підготовки людини відносно обраної групи.

Автоматизована система була протестована при дослідженні групи чоловіків, які мали високі спортивні розряди та які не мали регулярно фізичного навантаження. За системою оцінок на основі показників пневмограми визначається рівень фізичної підготовленості особи всередині заданої групи. Автоматизована система є корисною при визначенні дихальних резервів та плануванні фізичних навантажень.

Література

1. Бурков В.Н. Теория графов в управлении организационными системами [Текст]. / Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. – М.: Синтез, 2001. – 124 с.
2. Кулямин В.В. Технологии программирования. Компонентный подход. [Текст]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, ИНТУИТ.ру, 2006. – 464 с.
3. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений [Текст]. – М.: Патент, 1996. – 271 с.
4. Спортивная медицина [Текст]: учеб. / Под ред. В.Л.Карпмана. – М.: Фис, 1980. – 349 с.

5. Спосіб діагностування типу і ступеня тяжкості дихальної недостатності [Текст]: Пат. 23019 Україна: МПК7А61В 5/09 / Воронко А.А.; заявник та патентовласник Воронко А.А. - u200608338, заявл. 25.07.2006; опуб. 10.05.2007, Бюл. №6.
6. Способ оценки резервных возможностей организма человека [Текст]: Патент 2195858 Рос. Федерация: МПК7 А61В5/02 / Воронков Д.В., Соколов А.В., Баландин Ю.П., Лабутин Г.И.; заявитель и патентообладатель ООО "Центр медицинской профилактики "Валеомед". - №99108795/14; заявл. 06.05.1999; опуб. 10.01.2003.
7. Шмерлинг Д.С. Методы экспертных оценок [Электронный документ]. Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/economics/expertmeth/> Проверено 21.04.2011.
8. Do maximum flow-volume loops collected during maximum exercise test alter the main cardiopulmonary parameters? / M. Bussotti, P. Agostoni, A. Durigato, C. Santoriello, S. Farina, V. Brusasco, R. Pellegrino // Chest – 2009. - V.135, №2. – P.425-433.
9. Expiratory flow limitation during exercise in competition cyclists / S. Mota, P. Casan, F. Drobic, J. Giner, O. Ruiz, J. Sanchis, J. Milic-Emili// J Appl Physiol. – 1999. – V.86, №2. – P.611-616.
10. Ghosh A.K. Pulmonary capacities of different groups of sportsmen in India / A.K. Ghosh, A.Ahuja, G.L.Khanna // Br J Sports Med. – 1985. – V.19, №4. – P.232-234.
11. Milic Emili J. Mechanical work of breathing during maximal voluntary ventilation / J. Milic-Emili, M.M. Orzalesi // J Appl Physiol. – 1998. – V.85, №1. – P.254-258.
12. Noninvasive measurement of respiratory muscle performance after exhaustive endurance exercise / C. Perret, R. Pfeiffer, U. Boutellier, H.M. Wey, C.M. Spengler // Eur Respir J. – 1999. – V.14, №2. – P.264-269.
13. The effect of moderate altitude on some respiratory parameters of physical education and sports' students / O. Orhan, U. Bilgin, E. Cetin, E. Oz, B.E. Dolek // J Asthma. – 2010. – V.47, №6. – P.609-613.
14. The effects of learning on the ventilatory responses to inspiratory threshold loading / P.R. Eastwood, D.R. Hillman, A.R. Morton, K.E. Finucane// Am J Respir Crit Care Med. – 1998. – V.158, №4. – P.1190-1196.

□ □

Пропонується методика організації тестування при оцінюванні безпеки програмного забезпечення за національними критеріями НД ТЗІ 2.5-004-99

Ключові слова: програмне забезпечення, критерії оцінки безпеки

Предлагается методика организации тестирования при оценивании безопасности программного обеспечения по национальным критериям НД ТЗИ 2.5-004-99

Ключевые слова: программное обеспечение, критерии оценки безопасности

The organization method of testing at safety evaluation of software by the national criteria НД ТЗІ 2.5-004-99 is suggested.

Keywords: software, criteria of security evaluation

□ □

УДК 681.324

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЙОГО БЕЗПЕКИ

О.А. Авраменко
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра інженерії програмного забезпечення
Національний авіаційний університет
пр. Комарова, 1, м. Київ, Україна
Контактний тел.: 096-435-40-76
E-mail: alena.avramenko@livenau.net

Вступ

Споживачі сучасних комп'ютерних систем стурбовані поширенням загроз безпеки інформації та потребують забезпечення певного рівня її захищеності. Слід зазначити, що рівень захищеності інформації в комп'ютерних системах оцінюється за національною нормативною базою, яка визначає

відповідні критерії та методологію оцінки. В Україні використовуються так звані "національні критерії" (НК) [1].

Як відомо, одним з ключових компонентів системи захисту комп'ютерних систем є програмне забезпечення (ПЗ). У статті розглядаються деякі аспекти методики оцінки безпеки ПЗ за національними критеріями [1].