**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**ФАКУЛЬТЕТ АВІАЦІЙНИХ І КОСМІЧНИХ СИСТеМ**

**КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

|  |  |
| --- | --- |
| «На правах рукопису»УДК 006.91:519.2 | «До захисту допущено»Завідувач кафедри\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.С. Єременко«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 р. |

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»**

**на тему: «Система визначення допустимого рівня фізичного навантаження при заняттях спортом»**

Виконала:

студентка VІ курсу, групи ВВ-61м

 Носанчук Олена Юріївна \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Керівник:

професор, к.т.н., доцент

Яремчук Н.А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент:

 доцент кафедри АЕД, к.т.н., доцент

Добролюбова М.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студентка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Київ – 2018 року

**РЕФЕРАТ**

Магістерська дисертація: 125с., 57 рис., 109 табл., 2 додатки, 40 джерела.

 Об’єкт дослідження – Процес реалізації «м’яких» вимірювань в вимірювальних системах, що включають процедуру прийняття рішень

 Мета роботи - розробка визначення допустимого рівня фізичного навантаження при заняттях спортом.

 Метод дослідження – методи статистичної обробки, методи інтелектуального аналізу даних, методи діагностування.

 Передача вимірюваних параметрів у даній системі відбувається за допомогою технології Bluetooth та JSON та обчислюється з урахуваннях особливостей кліматичних умов.

 З урахування нестабільності латентного параметру і простоти розрахунку рівня впевненості за допомогою LR – чисел розраховуються функції належності результатів вимірювання систолічного тиску, діастолічного тиску та пульсу.

Проаналізовано вплив характеристик якості вимірювань на якість процедури прийняття рішень.

 При прогнозні припущення щодо розвитку об’єкта дослідження - присутнiй попит та рентабельнiсть роботи на ринку.

Ключові слова: СИСТОЛІЧНИЙ ТИСК, ДІАСТОЛІЧНИЙ ТИСК,ПУЛЬС, «М’ЯКІ» ВИМІРЮВАННЯ, СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ,МОНІТОРИНГ, НЕЧІТКІ ЧИСЛА.

**ABSTRACT**

The total volume of: 125s, 57 illustrations, 109 tables, 2 applications, the number of bibliographic items - 40.

The object of research is the process of implementation of "soft" measurements in measuring systems, including the decision-making procedure.

The purpose of the work is to develop a definition of the permissible level of physical activity during sports.

Method of research is the methods of statistical processing, methods of the intellectual analysis of data, methods of diagnosis.

Transmission of measured parameters in this system takes place using Bluetooth technology and JSON and is calculated taking into account the peculiarities of climatic conditions.

Taking into account the instability of the latent parameter and the simplicity of calculating the level of confidence using the LR - numbers, the functions of the membership of the results of measurement of systolic pressure, diastolic pressure and pulse are calculated.

The influence of metrics quality characteristics on the quality of the decision-making process is analyzed.

With predictable assumptions about the development of the research object - there is demand and profitability in the market.

Key words: SISTOLIC BLOOD PRESSURE, DIASTOLIC BLOOD PRESSURE, PULSE, "SOFT" MEASUREMENTS, SOLUTION SYSTEMS, MONITORING, FUZZY NUMBERS.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ

І ТЕРМІНІВ .............................................................................................................. 5

1 ОГЛЯД СПОСОБІВ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ «М’ЯКИХ»

ВИМІРЮВАНЬ В СИСТЕМАХ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ................................... 6

1.1 Загальне поняття про системи прийняття рішень ...................................... 6

1.2 «М’які» вимірювання в системах прийняття рішень ............................... 12

1.3 Особливості проектування систем прийняття рішень. ............................ 16

1.4 Висновок ....................................................................................................... 21

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ І АЛГОРИТМУ

ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМОГО РІВНЯ

ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ЗАНЯТТЯХ СПОРТОМ ................... 23

2.1 Розробка алгоритму роботи системи ...................................................... 23

2.2 Розробка структурної схеми системи ........................................................ 24

2.3.1 Розрахунок систолічного тиску для рівня комфортності

навколишнього середовища «Комфорт» ......................................................... 29

2.3.2 Розрахунок діастолічного тиску для рівня комфортності

навколишнього середовища «Комфорт» ......................................................... 32

2.3.3 Розрахунок пульсу для рівня комфортності навколишнього

середовища «Комфорт» ..................................................................................... 36

2.3.4 Прийняття рішення ................................................................................... 39

2.4.1 Розрахунок систолічного тиску для рівня комфортності

навколишнього середовища «Субомфорт» ..................................................... 40

2.4.2 Розрахунок діастолічного тиску для рівня комфортності

навколишнього середовища «Субкомфорт» ................................................... 43

2.4.3 Розрахунок пульсу для зони «Субкомфорт» .......................................... 45

2.4.4 Прийняття рішення ................................................................................... 45

2.5 Розрахунок фізичного навантаження для рівня комфортності

навколишнього середовища «Дискомфорт» ................................................... 47

2.5.1 Розрахунок систолічного тиску для рівня комфортності

навколишнього середовища «Дискомфорт» ................................................... 47

2.5.2 Розрахунок діастолічного тиску для рівня комфорту навколишнього

середовища «Дискомфорт» ............................................................................... 49

2.5.3 Розрахунок пульсу для рівня комфортності навколишнього

середовища «Дискомфорт» ............................................................................... 50

3 СТРУКТУРА ОКРЕМИХ БЛОКІВ СИСТЕМИ .............................................. 52

3.1 Блок «Користувач» ...................................................................................... 53

3.2 Блок передачі даних зі смартфону на сервер ........................................... 54

3.3 Блок формування вимірювальної інформації у вигляді нечітких чисел 54

3.4 Блок формування нечіткого виведення про рівень фізичного стану

людини ................................................................................................................ 55

3.5 База даних фізичного стану ........................................................................ 56

3.5.1 Бази знань для жінок ................................................................................. 57

3.5.2 Бази знань для чоловіків ........................................................................... 64

3.6 Блок виведення рішення про рівень фізичного навантаження ............... 72

3.7 Блок отримання нечіткої рекомендації щодо рівня ФН .......................... 76

3.8 Блок арифметизації ...................................................................................... 76

3.9 Блок дефазифакіції ....................................................................................... 77

3.10 Блок отримання характеристик навколишнього середовища ............... 80

3.11 Блок передачі кліматичних даних ............................................................ 80

3.12 База знань з функціями належності для клімату .................................... 81

3.12.1 Кліматичні умови для «Літа» ................................................................. 81

3.12.2 Кліматичні умови для «Зими» ............................................................... 82

3.13 Блок формування результатів вимірювання навколишнього

середовища.......................................................................................................... 83

3.14 Блок надання рекомендації щодо рівня фізичного навантаження ........ 84

4 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ВИМІРЮВАНЬ НА

ЯКІСТЬ ПРОЦЕДУРИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ................................................ 84

4.1 Розрахунок і аналіз вимірювання при незміщеному центрі ваги ........... 84

4.2 Цент ваги зміщено ....................................................................................... 91

5 РОЗРОБКА СТАРТАП - ПРОЕКТУ ................................................................ 96

5.1 Опис ідеї проекту ......................................................................................... 98

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту ............................................................ 100

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту ...................... 100

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту ................................................. 111

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту ........................ 115

ВИСНОВОК ......................................................................................................... 120

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ....................................................................................... 121

ДОДАТОК А

ДОДАТОК В

# ОГЛЯД СПОСОБІВ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ «М’ЯКИХ» ВИМІРЮВАНЬ В СИСТЕМАХ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

## 1.1 Загальне поняття про системи прийняття рішень

В наш час, сприятливий вплив регулярних фізичних вправ у профілактиці, реабілітації та ведені активного способу життя відомий кожному. Він знижує вагу і артеріальний тиск, регулює серцевий ритм, покращує процеси обміну речовин і зменшується ризик розвитку серцево-судинних захворювань, діабету, суглобної патології тощо. Також відомо, що недостатня кількість занять спортом призводить до погіршення стану здоров’я. Однак, важливо відзначити той факт, що невірне (шкідливе або надмірне) навантаження може бути дуже небезпечним. Вибір неправильної фізичної діяльності , обраний особисто, неправильної тривалості, частоти та інтенсивності вправ може бути небезпечним.

Основну фізичну інформація, включаючи хронічні захворювання, фактичний фізичний стан, вік та багато інших субфакторів, слід враховувати, щоб спортивна практика була безпечною для здоров’я. Хоча ми можемо розробити план дій надзвичайно детально, непередбачувана кризова ситуація може виникнути через недосконалість або неправильність оцінки стану здоров'я людини. У таких випадках час - є вирішальним фактором. Тобто чим швидше було припинено діяльність при попередньому відчутті дискомфортних симптомів,тим ймовірніше,що вдасться запобігти виникненню серйозних проблем. Моніторингова система прийняття рішень, використовує персоналізовану модель ризику, постійно спирається на стан у реальному часу, що буде доречним, якщо необхідно попередити людину про певні відхилення від норми [1].

Система підтримки прийняття рішень (СППР) (англ. Decision Support System DSS) – є автоматизованою комп’ютерною система (програмний комплекс), що призначена для допомоги та підтримання різноманітних видів людської діяльності при прийнятті рішень щодо розв’язання слабо структурованих або неструктурованих проблем [2].

Існують аналогічні підходи, як і у моніторинговій системі прийняття рішень, для різних цілей, що є відомими з літератури. Ці системи - ( системи домашнього нагляду, інтелектуальні будинки тощо) дають можливість для спостереження за хворими.

Внаслідок старіння населення по всьому світу, системи моніторингу здоров’я в першу чергу орієнтовані на людей похилого віку з хронічними захворюваннями, які часто проводять свої дні наодинці без нагляду. Ризик виникнення надзвичайних ситуацій у цих випадках може бути дуже високим. Використання таких видів додатків може зменшити смертність, а показники здоров’я пацієнтів можуть бути поліпшені [3].

Вчасна госпіталізація, в тому числі з тривожними показниками, має критичне значення [4]. Проте системи моніторингу здоров'я можуть бути корисними не тільки для людей похилого віку, але і для пацієнтів, які страждають серцевими захворюваннями [5], [6]. Крім того, такий контроль може бути корисним у випадку здорових пацієнтів для контролю їх фізичної активності і для розрахунку можливих ризиків [7].

Системи прийняття рішень також є корисними інструментами під час реабілітації, коли ефективність домашніх тренувань є важливою, тому застосовують адаптивні системи домашнього тренування, в тому числі також можуть бути запропоновані інструкції з підготовки психотерапевта [8]. Основними характеристиками систем прийняття рішень моніторингу здоров'я є:

1) використання бездротового зв'язку;

 2) портативність;

3) неінвазивність;

 4) простота у використанні;

5) розмір;

6) мінімальна кількість пристроїв [9].

Ці характеристики перш за все служать комфорту пацієнта, але вони особливо важливо для хворих на інвалідних візках. Для цих пацієнтів датчики, які вимірюють фізіологічні параметри пацієнта, можуть бути вбудовані в інвалідний візок [10].

Перевага бездротових мереж - це менша вартість в порівнянні з традиційні загальні дротові системи, тоді як вони не обмежують користувача[11. Вимірювальні інструменти можуть бути інтегровані в єдиний пристрій [3], [12], але пристрої також можуть використовуватися окремо. Зазвичай, вимірюються лише статичні фізіологічні параметри пацієнта, але, застосовуючи бездротові мережі під час руху можна отримати більш докладну картину про стан хворого [13] - [15]. Технологія розширеної реальності також може використовуватися для контролю стану пацієнтів без прямого нагляду терапевта [6]. Використовуючи цей підхід, відкриваються нові можливості. Інформаційна передача між пристроями та центральним комп'ютером може бути реалізована через Bluetooth, радіочастоту або бездротову локальну мережу , в той час як сигнал тривоги в більшості випадків передається через мобільний телефон, SMS або навіть через кілька інтернет - приймачів [3], [7]. У даній роботі - нова інтелектуальна система проводить моніторинг показників у будь-який час за бажанням користувача, що дає можливість попередити людину, якщо рівень ризику під час певної спортивної діяльності стає вищим за допустимий.

Якщо виміряні значення записуються регулярно, ці дані можуть бути проаналізовані, а статистичні дані можуть бути зроблені таким чином,що не нормальний стан пацієнта може бути помічений негайно і на підставі зміни стану можна зробити висновки про зміни здоров’я вчасно.

 Система прийняття рішень використовує ієрархічні моделі розрахунку рівня ризику на основі нечіткої логіки постійно прогнозуючи поточний рівень ризику людини . Деякі частини моделі працюють в режимі реального часу і постійно вимірюють певні фізіологічні параметри людина за датчиками (наприклад, артеріальний тиск і частота серцевих скорочень). Решта моделі оцінюється в автономному режимі, перш ніж оцінювати в реальному часі починає використовувати параметри, які не змінюються під час вимірювання (наприклад, хронічні захворювання). Модель може працювати в будь-який час, тобто, якщо з’являються нові симптоми (вимірювані атрибути), що вказують на різкий резонанс зміни стану здоров'я людини, можна проаналізувати , чи є дана ситуація занадто ризикованою. Таким чином, попередження може бути надано раніше, тим самим запобігаючи виникненню небезпечних ситуацій.

Основна увага приділяється прогнозу рівня ризику під час спортивних занять, так як він розглядається як під час профілактичних занять, так і під час реабілітації.

У таких випадках оповіщення може бути відправлено іншій особі, що має доступ до системи:

 1) самому пацієнту;

 2) члену сім'ї

3) лікарю, в залежно від серйозності ситуації.

 Виходячи з цього, на перший погляд різні області можуть управлятися разом, тому що в обох випадках одні й ті ж характеристики повинні дотримуватися, щоб визначити рівень ризику. Тим не менш, період дискретизації і швидкість різні в обох областях. У разі спортивної діяльності моніторинг триває протягом обмеженого періоду часу, на відміну від системи моніторингу здоров'я, де потрібно кілька щоденних вимірювань протягом більш тривалого періоду [9].

 Запропонована у даній роботі модель може бути застосована з використанням нечіткої логіки на основі прийняття рішень, що є дуже корисним в медицині і в управлінні ризиками. У нечіткій логіці та медицині, лінгвістичні терми можуть бути використані для характеристики стану здоров'я пацієнта. Це може надійно обробляти невизначеність, неточність і суб'єктивність даних в процесі оцінки, таким чином, забезпечуючи набагато більш реалістичний результат в зручному форматі [16].

Сучасні теорії інформаційних технологій, інтелектуальних систем, концепції отримання знань та принципи побудови потребують того, щоб мета створення системи ґрунтувалась на усвідомленій цілеспрямованій людській діяльності. Створюючи такі системи, використовують експертні оцінки, нейронні мережі, алгоритми «м’яких» обчислень, методи оптимізації, регресійний аналіз, байєсівські моделі та методи, а також багато інших сучасних підходів і методів.

Досягнення усвідомлених, а потім сформульованих цілей потребує створення інструментальних засобів, які дозволяють скоротити неминуче виникаючі ( і зростаючі) витрати, що обмежуються наявними ресурсами. Попит на такого роду засоби породив науковий напрям, головним завданням якого стало поширення і використання знань спеціалістів, що мають найвищу кваліфікацію. Потреба в такого роду засобах викликала до життя в рамках методів та систем штучного інтелекту спектр інформаційних технологій, покликаних допомогти в справі управління суспільством, виробництвом, торгівлею, кредитною і фінансовими сферами. Найбільш популярними назвами цих технологій є: експертні системи, дорадчі системи, інтелектуальні системи, інформаційні системи підтримки прийняття рішень. Спільною рисою перерахованих технологій можна назвати те, що усі вони в тій чи іншій формі використовують знання людини-експерта.

Дорадчі системи призначенні для допомоги у прийнятті рішень у тих випадках, коли виникає проблема пошуку альтернатив і вибору одного правильного рішення. Існуючі методики, як правило, виходять із того, що вже відомі варіанти рішень і наслідки їх прийняття, які фіксуються в матриці рішення. Проте, як показує практика, пошук альтернативних варіантів і побудови функцій, спроможних розрахувати наслідки прийняття того або іншого варіанту, справа далеко не проста.

Застосування СППР забезпечує виконання ґрунтовного та об’єктивного аналізу предметної області при прийнятті рішень в складних умовах [2].

Рішенням вважається обґрунтований набір дій з боку особи, що приймає рішення (ОПР), спрямованих на об’єкт чи систему управління, який надає можливість привести даний об’єкт чи систему управління, який надає можливість привести даний об’єкт чи систему до бажаного стану або досягнути поставленої мети [17], [18]. Рішення є одним із видів розумової діяльності і проявом волі людини. Характерними ознаками рішення є:

* Можливість вибору з набору альтернативних варіантів: за відсутності альтернатив, відсутній і вибір, отже, відсутнє й рішення;
* Наявність мети: безцільний вибір не розглядається як рішення;
* Необхідність вольового акту ОПР при виборі рішення, тому що вона формує рішення при боротьбі мотивів і думок.

Необхідно зазначити, що важливою постає кваліфікація самих рішень.

Прийняття рішення – це процес вибору найбільш професійного рішення з множин допустимих рішень або упорядкування множини рішень. Прийняття рішень можливе на підставі знань про об’єкт управління, процеси, що в ньому відбуваються і можуть відбутися з перебігом часу, а також за наявності множини показників, що характеризують ефективність та якість прийнятого рішення. Тобто необхідні адекватна модель об’єкту і модель прийняття та оцінювання прийняття рішення. Під моделлю прийняття рішень мається на увазі формальне подання поставленої задачі та процесу прийняття рішення.

Суттєвий вплив на розв’язок задач прийняття рішень спричиняють умови та середовище, в яких відбувається прийняття рішень. У сучасній теорії прийняття рішень класифікують такі умови прийняття рішень:

* Визначеність – рішення приймається в умовах визначеності, коли точно відомий результат кожного з альтернативних варіантів вибору.
* Ризик – до рішень, що приймаються в умовах ризику відносяться такі, при формуванні яких результати альтернативних варіантів не є визначеними але відомі їх імовірності. Найбільш бажаний спосіб визначення імовірності – об’єктивність. Імовірність є об’єктивною, коли ії можна визначити математичними методами або шляхом статистичного аналізу накопиченого досвіду.
* Невизначеність – рішення приймається в умовах невизначеності, коли неможливо оцінити імовірність потенціальних результатів. Така ситуація зазвичай має місце, коли фактори, що необхідно врахувати, є складними, і стосовно їх неможливо отримати достатньо інформації. Невизначеність є характерною для багатьох рішень, які приймаються у швидко мінливих обставинах.
* Середовище, в якому відбувається прийняття рішення, також є важливим фактором, що впливає на процес прийняття рішення, також є важливим фактором, що впливає на процес прийняття і результат прийняття рішення [19].

## 1.2 «М’які» вимірювання в системах прийняття рішень

У системах реального часу, складність моделі оцінки є важливим фактором. Завдяки складності , вчасно обумовлюються досить точні результати. У цих видах систем, будь-яка затримка, коли сигнал не надходить вчасно, може мати серйозні наслідки. Можливий спосіб впоратися з цієї проблеми є поєднання «м'яких» обчислень і методів «в будь – який час», тому що режим «в будь-який час» роботи може адаптивно працювати з наявною інформацією, яка, як правило, є недосконалі або навіть зовсім відсутньою. Вона може впоратися з динамічними змінами і, можливо, із недостатньою кількістю ресурсів та часу реакції.

Здійснення прийняття рішень у системах керування та проблемно-орієнтованих інформаційних системах відбувається в умовах апріорної невизначеності, що є обумовленою неточністю або неповнотою вхідних даних, стохастичною природою зовнішніх впливів, нечіткістю мети, людським фактором, відсутністю адекватної математичної моделі функціонування, та ін. До зростання ризиків від прийняття неефективних рішень призводить невизначеність системи, результатом чого можуть бути різноманітні наслідки [1], [20].

Застосування чітких (hard) моделей є безперечно корисним. У той же час більш повне уявлення про еволюцію отримання надійних прикладних результатів можливо тільки на м'яких (soft) моделях, що допускають застосування раціональних та інтуїтивних міркувань різного типу. На сьогодні у системному аналізі успішно розробляються і використовуються як м'які моделі, так і моделі, що базуються на традиційних математичних методах. Математичні моделі, що побудовані на основі методів м'яких обчислень та нечіткої логіки, називають “м'якими”, тому що для даних систем характерною є слабка конструктивність, неточність причинно - наслідкових зв'язків, неоднозначність відгуку на зовнішні чинники [21].

Добре окреслені проблеми, що піддаються аналізу та мають одне певне визначене чи найліпше рішення називаються жорсткими. Такі проблеми не викликають труднощів, адже відома методика їх вирішення. Єдиною задачею в цьому випадку буде побудова алгоритмів рішень, що забезпечують їх прийнятну якість. Проте значна кількість проблем не піддаються аналогічному аналізу, не мають ясних і однозначних рішень, адже багато з факторів, що розглядаються, не піддаються формальній оцінці, їх важко виміряти кількісно або їх вплив і наслідки такого впливу непередбачувані. Можна тільки робити прогнози. Не можна точно сказати, яке саме рішення є правильним. Даний тип проблем відносять до м'яких. Отже, необхідний якийсь інший підхід, в якому заздалегідь враховується відсутність відповіді, що перевіряється за умовами завдання. У таблиці 1.2.1 наведено особливості, що характеризують відмінності між двома типами протилежних проблемам, що називаються жорсткими і м'якими[22].

Таблиця 1.2.1 – Ідентифікація жорстких і м’яких проблем

|  |  |
| --- | --- |
| Жорсткі проблеми | М'які проблем |
| Єдине зрозуміле рішення  | Зрозумілих рішень немає |
| Рішення є однозначним  | Рішень може бути кілька |
| Відомо, що являє собою проблема  | Невідомо, що являє собою проблема  |
| Відомо, що потрібно дізнатися  | Невідомо, що потрібно дізнатися  |
| Метод рішення очевидний  | Метод рішення не очевидний  |
| Проблема структурована  | Проблема не структурована  |
| Проблема ясно окреслена | Проблема не має чітких кордонів |

Невизначеності у системах прийняття рішень компенсують за допомогою різноманітних методів штучного інтелекту. Для ефективного прийняття рішень при невизначеності умов функціонування системи застосовують методи на основі правил нечіткої логіки. Такі методи ґрунтуються на нечітких множинах і використовують лінгвістичні величини і висловлювання для опису стратегій прийняття рішень . Методи нечітких множин особливо корисні за відсутності точної математичної моделі функціонування системи. Теорія нечітких множин дає можливість застосувати для прийняття рішень неточні та суб’єктивні експертні знання про предметну область без формалізації їх у вигляді традиційних математичних моделей [20].

 За теперішнього часу почала формуватись концепція «м’яких» вимірювань. Цей термін був введений Лотфі Заде у 1994 році. На противагу булевій алгебрі, яка має лише дві величини (0 та 1, правда чи неправда) у нечіткій логіці існують також перехідні величини (стани). Він об’єднував у собі у загальний клас неточні, наближені методи вирішення задач, часто не мали рішення за поліноміальний час [23].

І хоча чіткого визначення «м’яких» вимірювань немає, можна навести декілька прикладів особливостей вимірювань, що їх відносять до
«м’яких» за одним напрямом вважають, що концепція «м’яких» вимірювань походить від концепції «м’яких» обчислень (soft computing), що використовують нечітку логіку, штучні нейронні мережі, генетичні алгоритми. Основою моделі вимірювань є подання вимірювань з використанням нечітких множин, де неточності відповідає носій нечіткої множини, а невизначеності - функція належності.

Теорія нечітких множин ідеально описує суб'єктивний фактор діяльності осіб, які приймають рішення. Ступінь впевненості експерта в оцінці може моделюватися функцією приналежності, носієм якої є допустима безліч значень аналізованого фактору .

Більше того, особа, що приймає рішення, одержує можливість кількісної інтерпретації ознак, спочатку сформульованих якісно, в термінах природної мови. Нечітко-множинні моделі швидко знайшли своє застосування у вигляді програмного забезпечення для персональних комп'ютерів, що дозволяє як менеджерам різного рівня, так і власникам підприємств приймати економічно обґрунтовані рішення.

Нечітка логіка дозволяє описувати якісні, неточні поняття і наші знання про навколишній світ, а також оперувати цими знаннями з метою отримання нової інформації. Засновані на цій теорії методи побудови інформаційних моделей істотно розширюють традиційні галузі застосування комп'ютерів і утворюють самостійний напрям науково- прикладних досліджень, яке отримало спеціальну назву ‒ нечітке моделювання [22].
 За іншим підходом до «м’яких» відносять вимірювання на об’єктах з великою невизначеністю, результати яких уточнюють за допомогою

апріорних даних і експертних оцінок.
 Інші автори вважають, що «м’які» вимірювання відрізняються від класичних можливістю врахування багатьох умов для отримання результату. Розвиток методології «м’яких» вимірювань корисний не тільки тому , що дозволяє отримати новий вимірювальний продукт, але й тому, що ії відрізняє аналітичність підходів, еврістичність і системостворююча основа [24].

ВИСНОВОК

У ході дослідження було виконано огляд існуючих систем прийняття рішень про рівень фізичного навантаження при заняттях спортом.

Передача вимірюваних параметрів у даній системі відбувається за допомогою технології Bluetooth та JSON.

Було розраховано функції належності результатів вимірювання ДТ, СТ та пульсу, враховуючи нестабільність латентного параметру і простоту розрахунку рівня впевненості.

Розроблено структурну схему і алгоритм функціонування з урахуванням баз знань за кліматичними та фізичними показниками.

Розроблено спосіб об’єднання результатів композиції нечітких даних вимірювань і нечітких відношень СТ, ДТ та пульсу. Також було розроблено спосіб обчислення центру ваги ОФП при наявності лінгвістичних даних.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Toth-Laufer, Varkonyi – Koczy. A soft computing – based hierarchical sport activity risk level calculation model for supporting home exercises// IEEE Transaction on instrumentation and measurement. Vol 63, №6, 2014, p. 1400-1411.

2. Бідюк П.І., Коршевнюк Л.О. Проектування комп’ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Київ: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2010. -340с.

3. J. M. Kang, T. Yoo, and H. C. Kim, “A wrist-worn integrated health monitoring instrument with telereporting device for telemedicine and telecare,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 55, no. 5, pp. 1655–1661, Oct. 2006.

4. B. Meade, “Emergency care in a remote area using interactive video technology: A study in prehospital telemedicin,” J. Telemed. Telecare, vol. 8, no. 2, pp. 115–117, Apr. 2002.

5. C. De Capua, A. Meduri, and R. Morello, “A smart ECG measurement systems based on web-service-oriented architecture for telemedicine applications,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 59, no. 10, Oct. 2010, pp. 2530–2538.

6. A. Alamri, C. Jongeun, and A. El Saddik, “AR-REHAB: An augmented reality framework for poststroke-patient rehabilitation,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 59, no. 10, Oct. 2010, pp. 2554–2563.

7. F. Rahnman, A. Kumar, G. Nagendra, and G. Sen Gupta, “Network approach for physiological parameters measurement,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 54, no. 1, pp. 337–346, Feb. 2005.

8. A. Karime, M. Eid, J. M. Alja’am, and A. E. Saddik, “A fuzzy-based adaptive rehabilitation framework for home-based wrist training,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 63, no. 1, pp. 135–144, Jan. 2014.

9. L. Fanucci, S. Saponara, T. Bacchillone, M. Donati, P. Barba, I. Sánchez Tato, et al., “Sensing devices and sensor signal processing for remote monitoring of vital signs in CHF patients,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 65, no. 3, pp. 553–569, Mar. 2013.

10. O. A. Postolache, P. M. B. S. Girao, J. Mendes, and E. C. Pinheiro, “Physiological parameters measurement based on wheelchair embedded sensors and advanced signal processing,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 59, no. 10, pp. 2564–2574, Oct. 2010.

11. A. Araujo, J. Garcia-Palacios, J. Blesa, F. Tirado, E. Romero, A. Samartin, et al., “Wireless measurement system for structural health monitoring with high time-syncronization accuracy,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 61, no. 3, pp. 801–810, Mar. 2012.

12. D. G. Park and H. C. Kim, “Comparative study of telecommunication methods for emergency telemedicine,” J. Telemed. Telecare, vol. 9, no. 5, pp. 300–303, Sep. 2003.

13. Y. Koyama, M. Nishiyama, and K. Watanbe, “A motion monitor using hetero-core optical fiber sensors sewed in sportswear to trace trunk motion,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 62, no. 4, pp. 828–836, Apr. 2013.

14. B. Najafi and K. Aminian, “Measurement of stand-sit and sit-stand transitions using a miniature gyroscope and its application in fall risk evaluation in the elderly,” IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 49, no. 8, pp. 843–351, Aug. 2002.

15. G. Hache, E. D. Lemaire, and N. Baddour, “Wearable mobility monitoring using a multimedia smartphone platform,” IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 60, no. 9, pp. 3153–3161, Sep. 2011.

16. M. Kozlovszky, J. Sicz-Mesziár, J. Ferenczi, J. Márton, G. Windisch, V. Kozlovszky, et al., “Combined health monitoring and emergency management through android based mobile device for elderly people,” in Wireless Mobile Communication and Healthcare (Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering), vol. 83. New York, NY, USA: Springer-Verlag, 2012, pp. 268–364.

17. Нейман Дж. Теорія ігр та економічна поведінка / Пер. з англ./ Нейман Дж., Моргенштерн О. – М.:Наука, 1970. – 707с.

18. Simon H.A. The New Science of Management Decision / Simon H.A. – New York: Harper and Row.1960.

19. Згуровський М.З. Системний аналіз: проблеми, методологія, додатки / Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. – К.: Наукова думка. – 2005. – 743с.

20. Кравець П. Системи прийняття рішень з нечіткою логікою / Кравець П., Киркало Р.- УДК 004.83; 004.89 – 2009. – 9с

21. Слєпцова А.І., М’які та нечіткі знання в прийнятті управлінських рішень / Слєпцов А. І., Зоденкамп М. А., м. Київ. - 9 c.

22. Дунська А.Р., Нечітка логіка в стратегічному управлінні зовнішньоекономічною діяльністю вітчизняних підприємств/ Дунська А.Р., Поліщук А.С., м. Київ -12с.

23. Кофман А., Введение в теорию нечетких множеств / Пер. с франц. - М.: Радио и связь, 1982. - 432 с.

24. Грабовецький Б. Є., Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія / Б. Є. Грабовецький. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 171 с.

25. Владзимирский, А.В. Телемедицина [Текст] : [монография] / А.В. Владзимирский. — Донецк : НОУЛИДЖ, 2011. — 436 с.

26. Ross, T.J. Fuzzy Logic with Engineering Applications / T.J. Ross. — New York : McGraw-Hill, 1995. — 600 p

27. Штовба, С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С.Д. Штовба. — Винница : Изд-во ВГТУ, 2001. — 198 с.

28. Бережная, М.А. Методы проектирования нечетких устройств принятия решений на основе программируемых логических интегральных микросхемах. / М.А. Бережная // Технология приборостроения. — 2009. 23 c.

29. Лазарєв, Ю.Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник / Ю.Ф. Лазарєв — К.: НТУУ «КПІ», 2011. — 421 с.

30. Романец, Ю.В. Защита информации в компьютерных системах и сетях: 2 изд., перераб. И доп. / Ю.В. Романец, П.А. Тимофеев, В.Ф. Шаньгин ; ред. В.Ф Шаньгин. — Москва : Радио и связь, 2001. — 376 с

31. Дубчак Л.О., Захист інформації в телемедичних системах на основі нечіткої логіки.-Тернопіль: ТНЕУ -7с.

32. Y. Wu, Y. Ding, and H. Xu, “Comprehensive fuzzy evaluation model for body physical exercise,” in Risk Life System Modeling and Simulation (Lecture Notes in Computer Science). New York, NY, USA: Springer Verlag, 2007, pp. 227–235.

33. E. Tóth-Laufer, M. Takács, and Z. Keresztényi, “Current physical status evaluation subsystem using user-specific tuned membership functions in sport activity risk calculation,” in Proc. IEEE 9th ICCC, Tihany, Hungary, July 2013, pp. 185–190.

34. Automatic Blood Pressure Monitor Model MIT5 Connect Instruction Manual [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

https://www.omron-healthcare.com/en/support/manuals/download/mit5-connect-hem-7280t-e-en

35. I – MEDIC медичні статті [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

http://i-medic.com.ua/index.php?newsid=2078

36. Introducing JSON [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

 https://www.json.org

37. Зак Ю.А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных. Fuzzy-технологии/ Либроком, 2013. — 352 с.

38. Триус Ю.В. Web - орієнтована консультаційна експертна система з методів оптимізації / Ю.В. Триус, М.О. Манько.2014 – 16с.

39. Математическая логика [Електронний ресурс] – Режим доступу:

http://bookwu.net/book\_matematicheskaya-logika\_879/41\_6.5.-arifmetizaciya.-gedelevy-nomera.

40. Яремчук Н.А. Інтелектуальні засоби вимірювальної техніки. Том 1.Методологія інтелектуальних засобів вимірювальної техніки/ Н.А. Яремчук.- К: Корнійчук, 2017. -208с