

М.В. БАЧИНСЬКИЙ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

О.С. КОВАЛЕНКО

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН і МОН України, м. Київ

С.В. ТИМЧИК

Вінницький національний технічний університет

Н.В. ТИТОВА

Національний транспортний університет

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ЗАСОБІВ І СИСТЕМ ДЛЯ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОЇ СВІТЛОВОЇ ТЕРАПІЇ

Стаття присвячена розробленню концепції побудови засобів і систем для низькоінтенсивної світлової терапії як окремого підкласу медичних інформаційних систем. Визначено низку задач, що зумовили необхідність докорінної зміни існуючої парадигми проектування біомедичних, інформаційних управляючих систем для низькоінтенсивної світлової терапії. Сформульовано вимоги до системи такого класу в частині: збору і передачі інформації, її обробки і зберігання та підтримки прийняття рішень і здійснення управління такою системою, що дозволило визначити основні принципи створення таких систем. Процес створення засобів і систем для низькоінтенсивної світлової терапії має класичну структуру і представлений у вигляді шести послідовних етапів. Для кількісного оцінювання нового підкласу медичних інформаційних систем пропонується використовувати комплексний, статистичний критерій ефективності І.В. Кузьміна, модифікований С.М. Злепко та С.В. Тимчиком.

Ключові слова: концепція, низькоінтенсивна терапія, вимоги, принципи, біооб'єкт, оператор, екстремальні види діяльності, етапи створення, критерій оцінювання, світлове випромінювання.

M.V. BACHYNS'KYY

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

O.S. KOVALENKO

International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine, Kyiv

S.V. TYMCHYK

Vinnytsia National Technical University

N.V. TITOVA

National Transport University

CONCEPTUAL BASES OF TOOLS AND SYSTEMS FOR LOW INTENSIVE LIGHT THERAPY

The article is devoted to the development of the concept of building tools and systems for low intensive light therapy as a separate subclass of medical information systems. A number of problems that have necessitated a radical change in the existing biomedical paradigm design, information management systems for low-light therapy. The requirements of the class system in terms of: collecting and transmitting information processing and storage, and support decision-making and implementation of this management system, allowing to define the basic principles of such systems. The process of creating tools and systems for low intensive light therapy has a classical structure and represented as six consecutive stages. For quantitative evaluation of a new subclass of medical information systems proposed to use complex statistical performance criterion I.V. Kuzmin, a modified SM Zlepko and S.V Tymchuk.

Keywords: concept, low intensive care requirements, principles, biological objects, operator, extreme activities, the stages of creation, evaluation criteria, thermal radiation.

Вступ

Процеси взаємодії оптичного випромінювання з живими біооб'єктами достатньо складні і до цієї пори так і не отримали необхідного теоретичного обґрунтування, що в свою чергу, стало одним із найбільш потужних гальмівних моментів в створенні методів та апаратури для неінвазивного світлового впливу і стимуляції організму людини на різних довжинах хвиль, за змінних значень когерентності, монохроматичності і поляризації, різних інтенсивностей.

Основний текст статті

Незважаючи на існуючу, достатньо велику кількість засобів і приладів для фототерапії, в більшості із них практично не враховані фізичні і біологічні властивості біооб'єкта, як середовища розповсюдження випромінювання (діелектрична проникність, механізми поведінки в тканинах, глибина проникнення, рівень поглинання і ступінь розсіювання тощо), власна біоелектрична активність органів і тканин тощо.

Поряд із цими проблемами існує ряд задач прикладного характеру, але таких, що потребують свого вирішення.

1. Практично повна відсутність в існуючій апаратурі елементів, що забезпечують індивідуалізацію параметрів впливів, режимів їх застосування і контролю реакції організму людини (наприклад із використанням біологічного зворотного зв'язку – БЗЗ).

2. Недостатня системна проробка питань, пов'язаних із розробкою і виробництвом апаратно-програмних комплексів і систем.

3. Низька ефективність наукових досліджень та їх впровадження в практичну охорону здоров'я.

4. Інтеграція приладів і засобів нижнього рівня ієрархії до більш високого, що забезпечує

неперервність технологічного процесу, як біотехнічного.

Перераховані проблеми свідчать про необхідність докорінної зміни існуючої парадигми проектування біомедичної апаратури для низькоінтенсивної світлової стимуляції людини, і перш за все, такої, що працює в умовах підвищеної емоційної напруженості. Закордонний досвід провідних виробників медичної апаратури, власні, і наших колег наукові здобутки, дозволять здійснити якісний прорив в галузі створення діагностичних, інформаційно-управляючих систем і засобів для низькоінтенсивної світлової стимуляції біооб'єктів. Наша впевненість базується на концептуальних основах побудови засобів і систем для низькоінтенсивної світлової терапії, які направлені на підвищення резистентності організму оператора екстремальних видів діяльності, розширення діапазону його адаптації і стійкості до дії негативних зовнішніх і внутрішніх факторів при одночасному покращенні його функціонального стану (ФС), підвищенні працездатності і здатності прийняття адекватних рішень в умовах дефіциту часу шляхом розроблення теоретичних методів та апаратно-програмних засобів для низькоінтенсивної світлової стимуляції операторів екстремальних видів діяльності.

Досягнення мети забезпечується вирішенням комплексу задач, сформульованих на основі базових принципів системного підходу і таких, що використовуються при проектуванні сучасних інформаційних систем і технологій, таких як: цінність, ієрархічність побудови, структуризація, першого керівника та інші.

Цілісність, яка дозволяє розглянути одночасно систему як єдине ціле, і в той же час, як підсистему для вищих рівнів.

Ієрархічність побудови, тобто наявність множини (як мінімум двох) елементів, що знаходяться на основі підпорядкування елементів нижчого рівня – елементам вищого.

Структуризація, яка забезпечує аналіз елементів системи та їх взаємозв'язку в рамках конкретної структури.

Першого керівника – визначає ступінь участі першого керівника в процесі створення системи, зумовленого розумінням проблем предметної області та його здатністю виробити на основі аналізу альтернатив ефективну стратегію її побудови.

Оцінки досягнення мети – визначення основної ознаки проектуємої системи або засобу, за якого один варіант побудови забезпечить кращий, у порівнянні з іншими, результат з найменшими витратами енергії, людських ресурсів тощо.

Відкритість – передбачає можливість взаємодії системи або засобу з аналогічними, представленими іншими розробниками.

Адаптивність – передбачає в проектуваній системі засобів (а в засобі – елементів) налагодження на специфіку конкретної предметної області в межах функціональних можливостей системи або засобу, напряму їх розвитку і визначення задач, що забезпечують досягнення мети.

Модульність (апаратна і програмна) – ґрунтує вимоги до структурної організації системи або засобу, основою якої є базові апаратні і програмні модулі; визначає правила та послідовності утворення із них більш складних, прагматично зумовлених конструкцій алгоритмів і програм.

Комфортність – визначає лінгвістичні властивості проектуваної системи або засобу, враховуючи при написанні програм стереотипи мислення і поведінки лікарів та забезпечуючи тим самим, зручну і комфортну взаємодію системи і користувачів.

Функціональна сумісність – характеризує здатність систем і засобів встановлювати взаємні комунікації, обмінюватися даними, ефективно і послідовно, використовуючи інформацію, що отримана в процесі обміну.

При формулюванні переліку функцій системи, будемо виходити із того, що фактично, вона представляє собою інтелектуальну адаптивну систему управління (моніторингу і корекції) ФС операторів екстремальних видів діяльності, яка в свою чергу відповідає ряду вимог [1]:

1. В частині збору і передачі інформації: моніторинг стану оператора повинен здійснюватися неперервно в режимі реального часу, а його корекція (стимуляція) може здійснюватися дискретно, через часові проміжки, що задаються самою системою або лікарем; вимірювальні перетворювачі біосигналів повинні бути виконані із застосуванням інтегральної функціональної електроніки, що забезпечить їх малі габарити і вагу та високу достовірність і надійність реєстрації сигналів; передача даних повинна здійснюватися по бездротових каналах зв'язку; дані повинні бути захищені від несанкціонованого доступу та електромагнітного випромінювання; для забезпечення сумісності системи повинні бути використані відкриті протоколи передачі даних.

2. В частині обробки і зберігання інформації: оцінка ФС оператора повинна здійснюватися на моделях, побудованих на нечітких множинах; базу даних повинні формувати дані, що поступають з блоку давачів і сенсорів, а базу знань – наповнювати знаннями і правилами експерти або обслуговуючий персонал; необхідно максимально зменшити негативний вплив психоемоційного фону оператора на достовірність обробки інформації; повинна бути сформована система критеріїв, яка дає повну уяву про інструментарій і механізми оцінювання за таким визначенням: критерій це ознака, основа, правило прийняття рішення з оцінювання чого-небудь на відповідність сформульованим вимогам.

3. В частині прийняття рішень і здійснення управління: управління повинно здійснюватися на основі сигналів біологічного зворотного зв'язку за замкненим типом; моніторинг і діагностування стану, а також формування управляючого впливу повинні виконуватися в режимі слідкуючого управління; повинно

бути досягнуто повну відповідність розробленої системи вимозі функціональної повноти.

Дана Концепція передбачає також розширення функціональних можливостей системи та засобів НІСС за окремими протоколами і стандартами, що забезпечить їх застосування для оцінки і прогнозування стану здоров'я населення: виявлення, оцінка і моніторинг ризиків виникнення захворювань; оперативне виявлення осіб, що складають групи ризику виникнення важких захворювань; планування і здійснення заходів по попередженню і зниженню розповсюдження захворювань, в т.ч. і при проведенні масових заходів.

Процес створення засобів і систем для низькоінтенсивної світлової терапії має класичну послідовність і за аналогією з [3] може бути представлений таким чином:

Перший етап – аналіз проблеми – включає в себе осмислення і сприйняття проблеми, на рішення якої направлена система, її структурування, взаємодію з іншими захворюваннями, оцінку об'ємів інформації, яка існує та ступінь її достатності, попередній вибір знань і даних для формування в подальшому відповідних БЗ і БД.

Другий етап в класичному представленні – це етап виявлення прихованих медичних знань, який передбачає пошук і виявлення певних закономірностей між наявними даними, виділення сталих зв'язків в них. Однак, на наш погляд, в такій інтерпретації і цільовій установці ми зіткнемося з надлишком інформації, яка буде знайдена і класифікована як «приховані знання», але в подальшому використовуватися не буде. Тому в проєктованій системі та ПППР другий етап визначений як моделювання захворювань, що передбачає побудову моделі передбачуваного захворювання і вже з її допомогою визначає: а) чи достатньо наявних медичних знань для переходу до третього етапу чи ні; б) якщо недостатньо, то формує перелік конкретних відсутніх знань; в) якщо достатньо, то переходить відразу до третього етапу, формулювання цілей і задач дослідження.

Третій етап – формулювання мети і задач – передбачає визначення головної мети – ідентифікувати ФС оператора в умовах його діяльності та сформулювати для цього перелік задач, вирішення яких і забезпечить досягнення необхідної мети.

Четвертий етап – визначення критеріїв, принципів і вимог, відповідно до яких можна класифікувати операторів на групи однорідності за фізичним розвитком, функціональним станом і фізичною працездатністю.

П'ятий етап – формування безлічі альтернатив – груп однорідності операторів за діагнозом, видом захворювання, рівнем фізичного розвитку, ступенем фізичної працездатності і т.ін.

Шостий етап – аналіз альтернатив має фактично два етапи: визначає приналежність операторів до тієї чи іншої групи однорідності, вибирає найкращу альтернативу (рішень) з числа згенерованих і здійснює перевірку на наявність в прийнятому рішенні хоча б однієї із проактивних функцій.

Для кількісного оцінювання ефективності засобів і систем для низькоінтенсивної світлової терапії рекомендується використовувати модифікований Злепко С.М. і Тимчиком С.В. комплексний статистичний критерій ефективності Кузьміна І.В. [2]:

$$E_r(t_n - t_3) = \frac{H_1(t_n, t_3) + H_2(t_n, t_3) - H_3(t_n, t_3)}{H(t_n, t_3)},$$

де $H(t_n, t_3)$ – ентропія інформаційної системи від початку до закінчення процесу контролю та управління; $H_3(t_n, t_3)$ – залишкова ентропія ІС; $H_2(t_n, t_3)$ – ентропія ІС, яка зумовлена пацієнтом; $H_1(t_n, t_3)$ – ентропія, що зумовлена лікарем; 0 ± 1 діапазон значень критерію.

Висновки

Розроблена концепція побудови засобів і систем низькоінтенсивної світлової терапії визначає мету, принципи, структурно-функціональну організацію, основні етапи створення теоретичних основ для низькоінтенсивної світлової стимуляції операторів екстремальних видів діяльності, їх інформаційний і програмний зміст, які у сукупності із ресурсною підтримкою забезпечать їх створення і супроводження, а також – отримання соціально-економічного ефекту.

Література

1. Жернаков С. В. Система медицинского мониторинга и коррекции функционального состояния организма человека / С. В. Жернаков, М. А. Шулакова // Вестник УГАТУ. – 2011. – Т. 15, № 2 (42). – С. 196–203.
2. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. – К. : Вища школа, 1977. – 280 с.
3. Тимчик С. В. Підсистема підтримки прийняття рішень лікарем для визначення стану здоров'я людини / С. В. Тимчик // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – № 4. – С. 151–155. – ISSN 2219-9365.

Рецензія/Peer review : 10.5.2016 р.

Надрукована/Printed : 6.6.2016 р.
Рецензент: д.т.н., проф.. Павлов С.В.