

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ

професор, д.т.н. Стрілкова Т.О., професор, д.ф.-м.н. Грицунов О.В.,
аспірант Кавецький В.В., студент Шевченко М.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв
e-mail: tetiana.strilkova@nure.ua, alexander.gritsunov@nure.ua,
viacheslav.kavetskyi@nure.ua, mykyta.shevchenko3@nure.ua .

Abstract. The report presents modern intelligent systems for health monitoring and quality of life control, based on automated data collection from sensors, IoT devices, and electronic modules within the context of Industry 4.0 and Industry 5.0 concepts. An automated cellular-biophysical method is proposed for assessing work capacity, stress load level, and health status based on the indicators of the electronegativity of buccal epithelial cell nuclei. This method provides an objective evaluation of the organism's adaptive capabilities and can be applied for monitoring the effectiveness of rehabilitation measures.

Ключові слова: контроль якості життя, реабілітаційні заходи, Industry 5.0

Вступ. Здоров'я є найважливішою біологічною характеристикою особистості, проте слід зазначити, що сутність цього поняття в сучасній медицині ще недостатньо вивчена. Не можна сказати, що проблемі здоров'я приділялося мало уваги в історії науки, однак переважно у медицині акцент робився на дослідженні хвороб, а здоров'я розглядалося як альтернатива хворобі. Водночас цим поняттям здоров'я далеко не вичерпується, і це питання заслуговує на спеціальне розгляд, особливо з огляду на його значення для військовослужбовців. Недостатня вивченість сутності поняття «здоров'я» пояснюється особливою складністю цього явища, що пов'язане з глибинною природою біологічних процесів. І якщо медицина має справу з окремими порушеннями загального стану, то розуміння загальної сутності здоров'я повинно стати фундаментом сучасної медицини.

Сучасні інтелектуальні системи моніторингу стану здоров'я та контролю якості життя базуються на автоматизованому зборі даних сенсорів, IoT-пристроїв, електронних модулів. У рамках Industry 4.0 інформаційні системи контролю якості життя інтегруються з кіберфізичними системами, великими даними та штучним інтелектом. Industry 5.0 додає акцент на людиноцентричність, сталий розвиток, якісну освіту та спрямованість на контроль якості життя та підвищення добробуту суспільства. Розробка таких систем потребує міждисциплінарної співпраці: інженери-електроніки, програмісти, медичні та соціальні дослідники. Це створює платформу для інтеграції науки (нові алгоритми), освіти (підготовка кадрів у STEM), виробництва

(впровадження сенсорних технологій та роботизованих систем).

Методи оцінки функціонального стану людини. Оцінка функціонального стану людини є комплексною процедурою, що включає фізіологічні, психофізіологічні та клітинні показники, які відображають адаптаційні можливості організму та ефективність його регуляторних систем. Використовуються різні методи та технології: електрофізіологічні, які забезпечують неінвазивний моніторинг функцій серця, мозку та м'язів; біоімпедансометрія, які визначають склад тіла та рівень енергетичного обміну; психофізіологічні – тести на увагу, швидкість реакції; клітинно-біофізичні, які відображає енергетичний потенціал і гомеостаз.

Сучасні електронні системи повинні відповідати не лише технічним вимогам, що до них висуваються, але й анатомічним, фізіологічним та психологічним вимогам, визначеним особливостями діяльності людини. Причому найвищим рівнем цієї групи вимог є психологічні вимоги, які визначають відповідність техніки психічним особливостям людини, тобто особливостям сприйняття, пам'яті, мислення тощо. Можливості людини значно розширюються завдяки використанню засобів автоматики та телемеханіки, електронно-обчислювальної техніки, обчислювально-розв'язувальних і керуючих машин. У значній мірі автоматизовано процеси управління технікою. Однак застосування засобів автоматизації та обчислювальної техніки не дозволяє повністю виключити людину з процесу управління. Це зумовлено низкою причин, серед яких однією з основних є економічна доцільність включення людини до системи «людина–машина».

Таким чином, одночасно з проблемою вдосконалення техніки постає завдання оптимального синтезу систем «людина–машина» з метою створення найбільш продуктивного комплексу, у якому взаємно компенсувалися б недоліки людини і техніки та максимально використовувалися їхні переваги. Психофізіологічні можливості людини повинні враховуватися і під час експлуатації такого класу систем «людина–машина», як сучасні електронні системи.

Метою досліджень є розробка та удосконалення автоматизованого клітинно-біофізичного методу контролю працездатності, визначення рівня стресового навантаження, стану здоров'я та ефективності реабілітаційних заходів на основі методу оцінки стану людини за показниками електровід'ємності ядер клітин букального епітелію. У сучасних умовах підвищеного психофізіологічного навантаження зростає потреба в об'єктивних методах оцінки функціонального стану людини. Одним із перспективних підходів є використання показників електровід'ємності ядер клітин букального епітелію - доступного біоматеріалу, що відображає адаптаційні можливості організму. Метод базується на визначенні електрокінетичних властивостей ядер клітин, які змінюються під впливом стресу, втоми, вікових та патологічних факторів. Зниження

електровід'ємності свідчить про зменшення енергетичного потенціалу клітин, що корелює з порушенням гомеостазу та зниженням функціональної активності.

У ході досліджень, проведених за методикою Шахбазова В.Г., Шкорбатова Ю.Г., Гончаренко М.С., Стрілкова О.І., Стрілковой Т.О., встановлено достовірні зміни ЕОЯ у представників професій з високим рівнем відповідальності (оператори, диспетчери, військові), а також у студентів під час екзаменаційного навантаження [1-5]. Метод дозволяє здійснювати моніторинг функціонального стану в динаміці, оцінювати ефективність реабілітаційних заходів та прогнозувати ризики перевантаження. Метод є неінвазивним, доступним і придатним для широкого застосування в медико-біологічних, психофізіологічних та геронтологічних дослідженнях.

Препарат, що являє собою суспензію клітин буккального епітелію у фосфатному буфері, поміщається в камеру для мікроелектрофорезу. Зовнішній вигляд клітин буккального епітелію наведено на рисунку 1.

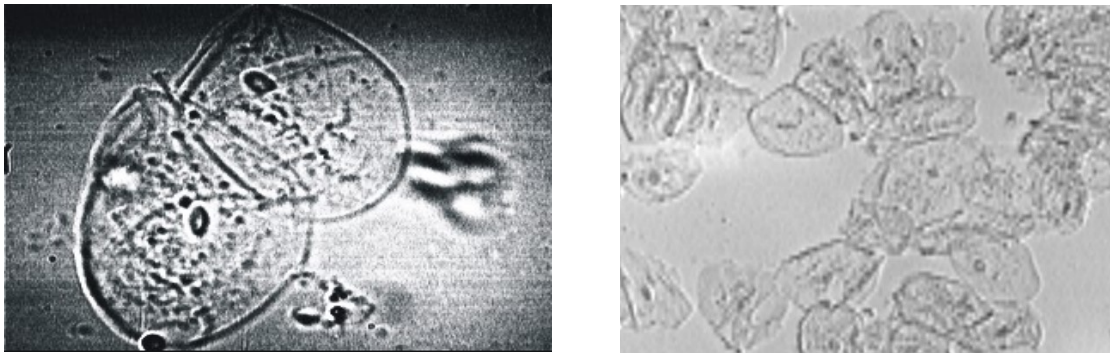


Рисунок 1 – Зображення клітин буккального епітелію в полі зору мікроскопа

В доповіді представлено розроблену автоматизовану систему контролю якості життя. Принцип роботи системи полягає у наступному: телевізійний сигнал з виходу телевізійної камери подається на вхід блока захоплення відеопотоку, який здійснює аналогово-цифрове перетворення сигналу та формування зображення. Отримане зображення надходить на вхід блока просторово-часової фільтрації, що виконує внутрішньокадрову обробку у реальному масштабі часу та видає інформацію про телевізійні координати кожного спостережуваного об'єкта. Ці дані подаються на вхід блока визначення кінетичних характеристик для подальшої міжкадрової обробки.

Отримана інформація передається до персонального комп'ютера для статистичної обробки, вимірювання траєкторій руху клітинних ядер та відображається на моніторі у вигляді розподілу об'єктів за амплітудами коливань, швидкостями та прискореннями. Додатково формується банк

даних результатів дослідження проб букального епітелію.

Запропонована система контролю якості життя включає наступні функції: Здійснюється визначення загальної кількості клітинних ядер у пробі, кількості електронегативних та нейтральних ядер, а також їх процентного співвідношення. Дозволяє розширити параметри аналізу: автоматично вимірюється амплітуда коливань, додатково визначаються швидкість та прискорення рухомих ядер, це забезпечує отримання додаткової інформації про ступінь діелектричної поляризації клітинних ядер та пов'язану з нею генетичну активність ядерного геному. Формувати бази даних: результати досліджень автоматично накопичуються у банку даних для подальшої статистичної обробки. Володіє високою точністю: похибка вимірювань не перевищує 1%, що дозволяє фіксувати мінімальні зміни параметрів руху клітинних ядер у процесі мікроелектрофорезу.

Подальші дослідження спрямовані на поєднання автоматизованого методу оцінки енергетичного стану букального епітелію та різних методів у єдиній системі оцінки стану здоров'я. Поєднання запропонованого методу з алгоритмами сучасних методів обробки зображень [6] та машинного навчання забезпечить автоматичне виявлення прихованих закономірностей у великих масивах даних, прогнозувати зміни функціонального стану організму та ризики зниження адаптаційних можливостей. Це сприяє створенню інтелектуальних профілів якості життя, що відповідають концепціям Industry 4.0/5.0 та цілям сталого розвитку.

Список використаних джерел

1. Шкорбатов Ю.Г. Структурні та електрокінетичні властивості ядер клітин букального епітелію людини у зв'язку з дією фізико-хімічних факторів та зміною функціонального стану організму. Дисертація доктора біологічних наук. Харків, 2005.

2. Стрелков О.І., Стрілкова Т.О., Литюга О.П. Реализация цитобиофизического метода определения функционального и физиологического состояния человека оптико-электронными средствами // Радиоэлектроника и информатика. – 1998. - № 2. – С. 128-130.

3. Шахбазов В.Г., Стрелков О.І., Стрілкова Т.О., Литюга О.П., Коробов А.М. Автоматизована система визначення біологічного віку людини // Фотобіологія і фотомедицина. – 2000. - № 1,2. – С. 128-130.

4. Гончаренко М.С. Волновые процессы. Природа. Человек. Здоровье.: уч. Пособие. // сост. проф. М.С. Гончаренко, - Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. – 327 с.

5. Т. О. Стрілкова, О. І. Стрелков, та О. П. Литюга, «Спосіб вимірювання і контролю функціонального та фізіологічного стану людини». Патент на корисну модель № 55351. Заявка № u201007004.