

3. Личко А.Е. Психопатии и акцентуации характера / А.Е. Личко. — М., 1983. — 405 с.
4. Novik AA, Guide to the study of quality of life in medicine / AA Novik, T. I. Ionova, Yu. L. Shevchenko. — Moscow: "Olma-Press, Starry World", 2007. — 320 p.
5. Hjeltnes L. Theories of Personality (Basic Provisions, Research and Applications) / L. Hjeltnes, D. Siegner. — SPb., 1997. — 321 p.
6. Yazlovetsky V. S. Fundamentals of Physical Rehabilitation / VS Yazlovetsky, V. M. Mukhin, A. L. Turchak. — Kirovograd: RVV KPPU named after V. Vinnichenko, 2005. — 380 p.
7. <http://social-science.com.ua/article/1296>

Юхно Ю. О., Хмельницька І. В.

Національний університет фізичного виховання і спорту України

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ

*Мета дослідження – за результатами узагальнення огляду літератури про сучасні інформаційні технології (ІТ) виділити основні напрями використання ІТ у сфері фізичної реабілітації. Проаналізовано біля 200 літературних джерел. Систематизовані дані про використання ІТ, що дозволяють здійснювати реєстрацію, обробку, зберігання, передачу й надання інформації дослідникам у фізичній реабілітації. У наш час одними з основних напрямів використання ІТ у фізичній реабілітації є: 1) одержання кількісної інформації про рухові дії людини за допомогою спеціалізованих прикладних програм; 2) відновлення втрачених рухових функцій за допомогою автоматизованих тренажерних систем та екзоскелетів. Відповідно за результатами аналізу літературних та Інтернет-джерел виділені та охарактеризовані наступні напрями використання сучасних ІТ у сфері фізичної реабілітації: діагностичні системи; автоматизовані тренажерні системи; екзоскелети.*

**Ключові слова:** інформаційна технологія, фізична реабілітація, тренажерні системи, екзоскелети.

*Юхно Ю.А., Хмельницкая И.В. Информационные технологии в физической реабилитации. Цель исследования – по результатам обобщения обзора литературы о современных информационных технологиях (ИТ) выделить основные направления использования ИТ в сфере физической реабилитации. Проанализировано около 200 литературных источников. Систематизированы данные об использовании ИТ, позволяющих осуществлять регистрацию, обработку, хранение, передачу и предоставление информации исследователям в физической реабилитации. В наше время одними из основных направлений использования ИТ в физической реабилитации являются: 1) получение количественной информации о двигательных действиях человека с помощью специализированных прикладных программ; 2) восстановление утраченных двигательных функций с помощью автоматизированных тренажерных систем и экзоскелетов. Согласно результатам анализа литературных и Интернет-источников выделены и охарактеризованы следующие направления использования современных ИТ в сфере физической реабилитации: диагностические системы; автоматизированные тренажерные системы; экзоскелеты.*

**Ключевые слова:** информационная технология, физическая реабилитация, тренажерные системы, экзоскелеты.

*Yukhno Y.A, Khmelnytska I.V. Information technologies in physical rehabilitation. The purpose of the study is to highlight the main areas of information technologies (IT) using in the field of physical rehabilitation based on the results of a general review of the references on modern IT. Approximately 200 literary sources have been analyzed. The data on the use of IT, which allow to register, process, store, transfer and provide information to researchers in physical rehabilitation have been systematized. Nowadays, one of the main directions of IT using in physical rehabilitation are: 1) obtaining quantitative information about the human motor actions by specialized application programs; 2) restoration of human lost motor functions with the help of automated training systems and exoskeletons. According to the results of the analysis of references and Internet sources, the following directions of using modern IT in the field of physical rehabilitation have been distinguished and characterized: diagnostic systems; automated training systems; exoskeletons.*

**Key words:** information technology, physical rehabilitation, training systems, exoskeletons.

**Постановка проблеми.** Фізична реабілітація є одним з основних напрямів підготовки фахівців галузі знань «Фізична культура і спорт». Якість підготовки майбутніх фахівців із фізичної реабілітації має важливе значення для удосконалення фізичної реабілітації в Україні. Використання знань про сучасні інформаційні технології (ІТ) у сфері фізичної реабілітації дасть можливість удосконалити педагогічний процес підготовки фізичних реабілітологів, полегшити оволодіння студентами теоретичними основами та практичними навичками, розширити технології обміну інформацією та досвідом між фахівцями-практиками і науковцями, формувати партнерські стосунки між навчальними, реабілітаційними закладами та науково-практичними центрами на місцевому, національному та міжнародному рівнях [7, 8]. В кінцевому результаті – сприяти удосконаленню потенційних можливостей процесу фізичної реабілітації в Україні [3, 4].

Аналіз літературних джерел і практичних розробок свідчить про наявність досліджень, які присвячені використанню ІТ у сфері фізичної реабілітації, зокрема у науковій літературі пропонується широкий спектр комп'ютерних систем і програм для вирішення завдань різних напрямів фізичної реабілітації [1, 2, 5, 6, 10]. Проте необхідно зазначити, що для того, щоб правильно зрозуміти, оцінити, грамотно розробити й використовувати ІТ у фізичній реабілітації, необхідна попередня їх систематизація. Вирішенню проблеми узагальнення ІТ у сфері фізичної реабілітації присвячені поодинокі дослідження. Наприклад І.А. Воронов розділив ІТ у фізичній реабілітації на три великих класи: 1) діагностичні (первинна і проміжна діагностика); 2) тренажерні; 3) відновлювальні та стимулюючі [1]. Водночас проведений аналіз та узагальнення даних

вітчизняної й зарубіжної літератури, а також джерел Інтернету свідчить про те, що незважаючи на актуальність, питання систематизації ІТ у фізичній реабілітації наразі залишається невирішеним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами.** Роботу виконано відповідно Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 2016 – 2020 роки Міністерства освіти і науки України за темою 3.13 «Теоретико-методичні основи здоров'яформуючих технологій у процесі фізичного виховання різних груп населення» (номер державної реєстрації 0116U001615).

**Мета дослідження** – представити основні напрями використання інформаційних технологій у фізичній реабілітації.

**Методи дослідження:** узагальнення огляду літератури, системний підхід.

**Результати дослідження.** За результатами аналізу біля 200 літературних джерел виділені основні напрями використання ІТ у сфері фізичної реабілітації: діагностичні системи; автоматизовані тренажерні системи; екзоскелети.

Ключовим фактором функціонування ІТ у сфері фізичної реабілітації є оперативне прийняття ефективних рішень, пов'язаних з діагностикою, дозуванням фізичного навантаження, контролем за виконанням рухових дій, рекомендаціями на рухову реабілітацію. Системи, що дозволяють здійснювати реєстрацію, обробку, зберігання, передачу й надання інформації дослідникам, є структурною основою в забезпеченні ефективної реабілітації.

Наразі в спортивній і медичній практиці для визначення опорних взаємодій тіла людини використовують різноманітні тензоплатформи і тензостельки. Для реабілітаційних методик з метою реєстрації абсолютного й відносного положення проекції загального центру мас тіла при стоянні й інших статичних положеннях призначені стабілометричні комплекси. Стабілометрия: дозволяє проводити реєстрацію проекції положення загального центру мас при стоянні з виміром його середнього положення, відхилень від середнього положення й багатьох інших характеристик. Комп'ютерна стабілографія широко використовується за кордоном при доборі й припасуванні протезів ніг, штучних колінних, гомілковостопних і тазостегнових суглобів. Наприклад, комплекс для білатеральних досліджень для оцінки здатності людини зберігати рівновагу використовує дві стабілоплатформи і дозволяє проводити реєстрацію: проекції стоп на опорну поверхню стабілоплатформ; стабілограми й балістограми для кожної ноги й сумарні балістограми; статокінезиграм загального центру тиску; статокінезиграм кожної кінцівки на проекції стоп; розподілу маси на праву й ліву ноги з наступною математичною обробкою.

Для оцінки й тренування динамічної стійкості пацієнта використовуються балансувальні платформи. Їх принцип дії заснований на аналізі можливостей пацієнта зберігати стійке положення на нестабільній (рухливій) платформі. Рівень нестабільності балансувальної платформи регулюється мікропроцесорним обладнанням. Тестування пацієнта полягає в реєстрації відхилень керованої пацієнтом платформи щодо вихідного, ідеально збалансованого, «нульового» положення.

Завдяки дії майже на всі тканини й системи організму надзвичайно ефективна нейромеханічна вібрація, тому для проведення лікування широкого спектра реабілітаційних проблем використовують вібраційну платформу, яка впливає на: нейром'язову систему; систему кровообігу; хрящові тканини; кісткову систему; ендокринну систему; нейротрансмітери.

Багатофункціональні силосимірувальні подометричні платформи з ємнісними датчиками сили дозволяють аналізувати статичну й динамічну силу й розподіл тиску на стопу/взуття в положенні стоячи й при ходьбі. Програмне забезпечення діагностичного комплексу дозволяє проводити всі класичні види аналізу, по силі, часу, з вибором окремих зон навантаження, побудовою двовірних і тривірних наочних графіків. Крім цього можливо дослідити коливання центру ваги і його проекції на площину опори з визначенням відповідних характеристик.

На кафедрі біомеханіки та спортивної метрології Національного університету фізичного виховання і спорту України під керівництвом професора Лапутіна А.М. розроблено програмне забезпечення «Bio Video» для визначення кінематичних і енергетичних характеристик рухових дій людини за відеограмою руху (І.В. Хмельницька, 2001) [9].

На рис. 1 зображено отриману за допомогою програми «Bio Video» біокінематичну схему ходьби пацієнта з травмою правого колінного суглоба, побудовані траєкторії загального центра мас, кульшового, правого та лівого колінного суглобів.

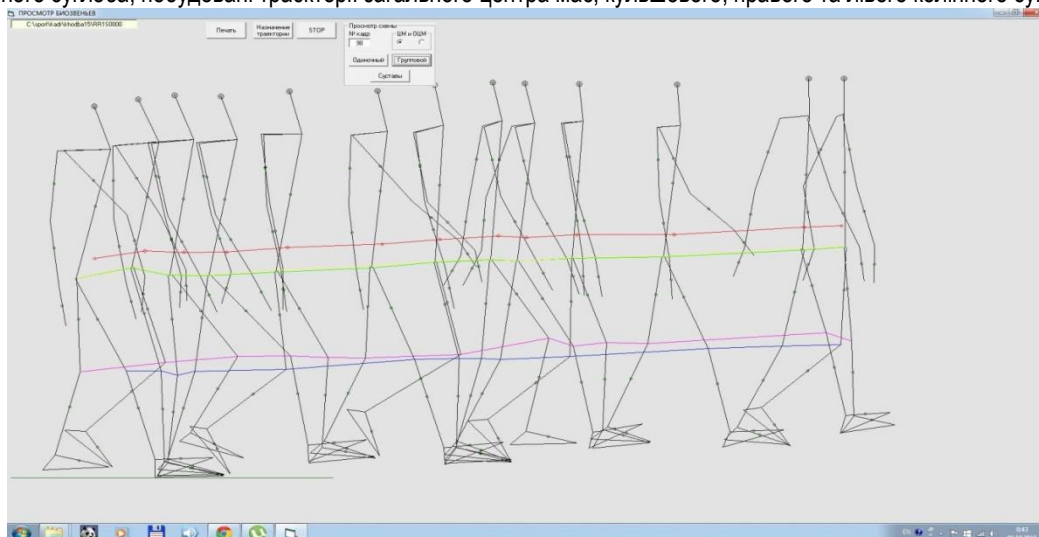


Рис. 1. Вікно програмного забезпечення «Bio Video» для визначення кінематичних і енергетичних характеристик рухових дій людини за відеограмою руху

Серед автоматизованих тренажерних систем потрібно відмітити стабілографічні та силовимірвальні платформи; що вбудовуються в доріжки для ходьби в спеціалізованих лабораторіях. Наприклад, для контролю статичної й динамічної пози тіла людини призначена система Delos Postural System (Італія), яка складається з 3-х модульних блоків: DEB (Delos Equilibrium Board) — платформи рівноваги, DPA (Delos Postural Assistant) — помічника по втриманню пози, DVC (Delos Vertical Controller) — вертикального керуючого пристрою. DVC — це зчитувальний пристрій контролю пози. Він записує і візуалізує у реальному часі амплітудно-частотні коливання загального центру мас тіла, тулуба, окремих сегментів тіла в сагітальній і фронтальній площинах. DPA — додатковий засіб по втриманню пози. DPA швидко навчає людину, навіть якщо в неї погані координаційні здатності й функціональні обмеження. DPA знижує час по навчання збереження вертикальної стійкості тіла. DEB — платформа рівноваги — це електронна качальна платформа з візуальним оберненим зв'язком в реальному часі для ефективного навчання і оцінки динамічної стійкості. DEB представляє еволюцію класичних пропріоцептивних платформ. В навчально-тренувальній діяльності DPS підвищує координаційні здібності та збільшує ефективність силового тренування. DPS забезпечує профілактику травм опорно-рухового апарату спортсменів [10].

Тренажери для реабілітації верхніх кінцівок дозволяють пацієнтам з геміпарезом, використовуючи залишкові функціональні можливості uszkodженої верхньої кінцівки, відновлювати й підсилювати локомоторну й хватальну функції. Наприклад, комплекс Armeo Spring Pediatric спеціально розроблений і адаптований для дітей з руховим дефіцитом верхніх кінцівок рук і кистей у зв'язку з неврологічними захворюваннями й травмами. Тренажер може проводити оцінку функціональних можливостей руки й виступати в якості тренажера-сенсора для виконання інтерактивних завдань. Pablo — це обладнання, що дозволяє вимірювати силу згинання, розгинання суглобів верхньої кінцівки й діапазон руху в них. Pablo має мультифункціональні можливості для виміру сили й діапазону рухів у проксимальних і дистальних відділах руки.

У нейрореабілітації й травматології може використовуватися роботизований реабілітаційний комплекс Amadeo System. Він рекомендований для пацієнтів з порушеннями дрібної моторики дистальних відділів верхніх кінцівок. Даний апарат є єдиним механізованим обладнанням для відновлення активних рухів у пальцях, включаючи великий, причому дозволяє працювати одночасно всіма пальцями, послідовно або окремо кожним пальцем [11].

Для реабілітації нижніх кінцівок призначений динамічний тренажер сходи-бруси DST 8000. Йому притаманні унікальна гнучкість (електронна безступінчаста зміна висоти щаблів від 0 до 16 см) і простота керування, мобільність, доступність (спеціальна рампа для входу або в'їзду на інвалідній колясці).

Комплекс tergumed 3D дає можливість об'єктивно оцінити стан спини (особливо в поперековому відділі). Комплекс tergumed 3D оцінює силу м'язів і діапазон руху хребта, тобто його гнучкість, а також наочно показує дефіцит діапазону руху хребта у всіх трьох площинах: згинання й розгинання, обертання (скручування) і бічні нахили. Тестування проводиться зі стандартизованого положення для кожної із трьох рухових площин.

Реабілітаційний тренажер Kinetec Performa призначений для Срт-Терапії (постійної пасивної розробки) плечового, колінного й тазостегнового суглобів і для лікування еквіноварусної деформації стопи (клинноногія в дітей).

Комплекс MCU фірми BTE використовується для тестування, оцінки й реабілітації шийного відділу хребта. Працює в режимі реального часу в динамічному режимі та робить оцінку ізометричної сили в 3-х площинах (згинання-розгинання, бічні нахили, обертання).

Серед багатофункціональних реабілітаційних систем необхідно відмітити комп'ютерний комплекс для реабілітації й оцінки рухових можливостей REV 9000. За допомогою REV 9000 можна точно виміряти індивідуальний кістковий нейром'язовий стан. REV 9000 здатний оцінювати й діагностувати функції систем у нормі, а також реєструвати відхилення в стані нейром'язової системи стосовно до суглобів кінцівок і тулуба. Надалі можливе тестування спортсменів, запобігання патологій з можливістю збереження інформації, демонстрація на екрані комп'ютера показників максимальної сили, швидкості, роботи, потужності, оцінки стомлюваності, розгиначів суглобів і даних електроміографії.

Тренувальні програми REV 9000 призначені для поліпшення показників сили, потужності й м'язового опору. Використовуються не тільки ізокінетичні, але й ізотонічні, ізометричні й пасивні рухи в концентричному й ексцентричному режимах: ізокінетичний / рух з постійною швидкістю й змінюваним опором; ізотонічний / рух з постійним опором і змінюваною швидкістю; ізометричний / генерування сили без руху в суглобах; тривала пасивна мобілізація /CPM. Усі динамічні вправи можуть бути виконані в концентричному й ексцентричному режимах. REV 9000 вимірює максимальну силу, швидкість, роботу, потужність, оцінює стомлюваність, розгинання суглоба й електроміографічний сигнал, а також комбінацію всіх перерахованих факторів шляхом спеціальної синхронізації. За допомогою REV 9000 ці види рухів можуть виконуватися на всіх суглобах тіла, з можливим додаванням електроміографії (рис. 2).



Рис. 2. Загальний вигляд комп'ютерного комплексу для реабілітації й оцінки рухових можливостей REV 9000

Основні біомеханічні характеристики, які реєструє комплекс REV 9000: максимальний момент сили – до 600 Н/м; кут прояву максимального моменту сили – у градусах; час досягнення максимального моменту сили – у секундах; індекс

втомлення; швидкість рухових дій – до 400 град/с; роботу – у джоулях; потужність – у ватах; амплітуду рухів – для будь-якого суглоба індивідуально.

Мультисуглобовий лікувально-діагностичний комплекс BIODEX MULTI-JOINT SYSTEM 3 і 4 дозволяє проводити діагностику та лікування суглобово-м'язової патології. Области застосування: ортопедія (доросла й дитяча), спортивна медицина, виробнича реабілітація, профілактика й лікування остеоартритів, геронтологія. Комплекс забезпечує швидку та точну діагностику, лікування й документування порушень, які є причиною функціональних розладів м'язів і суглобів. Комплекс дозволяє проводити мобілізацію суглобів у напрямку згинання/розгинання, відведення/приведення й ротації, що необхідно для повноцінного відновлення їх втрачених функцій.

Апарат для динамічної оцінки рухливості суглобів Norotrack 360 – це система із двома інклінометрами (датчиками кута). Використовується для оцінки рухливості суглобів при різних порушеннях, визначення ступеня непрацездатності й документування результатів лікування пацієнтів. Дозволяє безпомилково вимірювати в реальному масштабі часу діапазон руху хребта й кінцівок. Norotrack дозволяє оцінити функцію руху суглоба не тільки в кінцевих положеннях діапазону руху, але й на всім його протязі. Система дозволяє лікареві якісно й кількісно оцінити роботу суглобів пацієнта й зіставити її з відповідною до типу руху хребта або кінцівки «нормою».

Система для скелетно-м'язового тестування MES-9000 дозволяє легко та швидко виконати силове тестування в реальному масштабі часу й скласти карту розподілу болі з реєстрацією через комп'ютерний інтерфейс. MES – м'язовий тестер, що формує графіки сили й порівняльні звіти для документування стану, ефективності лікування й досягнення максимального поліпшення. Додаткова цифрова альгометрія дозволяє скласти карту болю пацієнта.

Апарати для витягування хребта: електронне програмувальне тракційне обладнання MP-1 має діапазон зміни тракційного навантаження 0-100 кг. Можливі режими тракції: постійна, змінна, циклічна. Програмувальний модуль обладнання дозволяє створити та зберегти 10 тракційних програм.

Фізична реабілітація є однією з основних областей використання екзоскелетів – обладнання, що призначене для збільшення мускульної сили людини за рахунок зовнішнього каркаса. Екзоскелет повторює біомеханіку людини для пропорційного збільшення зусиль при рухах. За повідомленнями відкритої преси, реально діючі зразки в наш час створені в Японії і США. Іншою областю застосування екзоскелетів є допомога травмованим людям і людям з інвалідністю, людям похилого віку, які у силу свого віку мають проблеми з опорно-руховим апаратом.

#### Висновки.

1. Фізична реабілітація є одним з основних напрямів підготовки фахівців галузі знань «Фізична культура і спорт», проте питання використання ІТ у фізичній реабілітації з цієї точки зору у науково-методичній літературі висвітлені недостатньо. Отже, розширення знань про напрями використання ІТ у фізичній реабілітації є особливо актуальним та потребує більш детального дослідження

2. За результатами аналізу літературних та Інтернет-джерел виділені та охарактеризовані наступні напрями використання сучасних ІТ у сфері фізичної реабілітації: діагностичні системи; автоматизовані тренажерні системи; екзоскелети.

Перспективи подальших досліджень полягають у узагальненні основних напрямів використання ІТ, зокрема у такій області фізичної реабілітації як кінезитерапія відповідно до використання у освітній галузі «Фізичне виховання і спорт».

#### Література

1. Воронов И.А. Информационные технологии в физической культуре и спорте: уч. пособие / И.А. Воронов. – Издательство: СПбГУП: 2007. – 140 с.
2. Дюк В. А. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях / В. А. Дюк, В. Л. Эммануэль. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.
3. Вакуленко Л. О. Шляхи удосконалення фізичної реабілітації в Україні / Л. О. Вакуленко, Д. В. Вакуленко, О. Р. Барладин, С. З. Храбра, В. С. Грушко / Вісник наукових досліджень. – 2016. – № 3. – С. 92. – ISSN 1681-276X.
4. Клапчук В. В. Фізична реабілітація в Україні: історичні відомості і проблемні питання / В. В. Клапчук, В. М. Зайцева, І. В. Пушина // Вісник Запорізького національного університету. Фізичне виховання та спорт. – 2014. – № 1. – С. 204–209
5. Медведев А. С. Основы медицинской реабилитологии / А. С. Медведев. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 435 с.
6. Панченко О. А. Применение информационных технологий в современной реабилитологии / О. А. Панченко. О. П. Минцер. – К. : КВИЦ, 2013. – 136 с.
7. Вакуленко Л. О. Основы медичної та соціальної реабілітації в медсестринстві : навч. посіб. / [Л. О. Вакуленко, І. Р. Мисула, Л. В. Левицька, Д. В. Вакуленко та ін.] ; за заг. ред Л. О. Вакуленко. – Тернопіль : ТДМУ, 2015. – 444 с.
8. Федоров А.И., Романов А.И. Интеграция информационных технологий в процесс профессиональной подготовки студентов вузов физической культуры. – Челябинск: УралГАФК, 2002. – 36 с.
9. Kashuba V.A., Khmelniyskaya I.V. Software for the Biomechanical Analysis of High Skilled Athlete's Motor Actions. // 4<sup>th</sup> Intern. Scient. Conference on Kinesiology "Science and Profession – Challenge for the Future". – Opatija, Croatia. – Sept. 7–11, 2005. – P. 855–857.
10. Stergiou N. Innovative Analyses of Human Movement/ N. Stergiou // . – Human Kinetics, 2004 – 344 p.
11. What Social Robots Can and Should Do / Proceedings of Robophilosophy 2016 / TRANSOR 2016 // Editors: Seibt, J., Norskov, M., Schack Andersen, S. – October 2016 – 424 p. / ISBN print: 978-1-61499-707-8, ISBN online: 978-1-61499-708-5.