

## ЕРГОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ РЕЄСТРАЦІЇ ТА ОБРОБКИ БІОМЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

**І.М. Шакало, К.О. Чалий**

*Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика, м. Київ*

В роботі обґрунтована необхідність проведення комплексного дослідження взаємопов'язаних проблем в галузі медичної інформатики та ергономіки. Показано, що комплексна інформатизація процесів реєстрації та використання біомедичних даних збільшує роль людини як суб'єкта управління та генерує потребу в детальному вивченні ергономічних питань взаємодії лікаря-оператора з медичними інформаційними системами для розробки відповідних рекомендацій.

**Ключові слова:** ерготична система, медична інформаційна система, міжнародні стандарти, лікар-оператор.

## ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

**И.Н. Шакало, К.А. Чалый**

*Национальная медицинская академия последипломного образования  
им. П.Л. Шупика, г. Киев*

В работе обоснована необходимость проведения комплексного исследования взаимосвязанных проблем в медицинской информатике и эргономике. Показано, что комплексная информатизация процессов регистрации и использования биомедицинских данных увеличивает роль человека как субъекта управления и генерирует потребность в детальном изучении эргономических вопросов взаимодействия врача-оператора с медицинскими информационными системами для разработки соответствующих рекомендаций.

**Ключевые слова:** эрготическая система, медицинская информационная система, международные стандарты, врач-оператор.

## ERGONOMICS ASPECTS OF SYSTEMS DESIGN FOR REGISTRATION AND USAGE OF BIOMEDICAL INFORMATION

**I.Shakalo, K.Chalyy**

*National Medical Academy of Post-Graduate Education named after P.L. Shupyk*

The complex research needs of the related problems in the fields of medical informatics and ergonomics are proved in this paper. It is shown that complex computerization of registration and usage of biomedical data enhances the human role in the management process. As a result, a detailed research in ergonomics of interaction between doctor-operator and medical information systems is necessary for the development of corresponding recommendations.

**Key words:** ergonomic system, medical information system, international standards, doctor-operator.

На сьогодні контакт людини з комп'ютером має комплексний, багатогранний характер. Інформатизація швидко проникає в нові сфери діяльності людини. Якщо декілька десятиліть тому користування комп'ютером було привілеєм обмеженого кола фахівців-програмістів, то на сучасному етапі розвитку медицини значна кількість лікарів щоденно перебувають в контакт-діалозі з комп'ютеризованим медичним облад-

нанням та з комп'ютером - це і введення інформації чи її пошук та обмін, використання та оброблення баз даних, а також користування послугами Інтернет.

Загальні тенденції та проблеми впровадження ІТ в ЛПЗ.

Інформаційні технології (ІТ) стали невід'ємною частиною сучасної системи охорони здоров'я, вони використовуються на багатьох рівнях управління та

надання медичної допомоги. Високі технології та інформатизація в медицині є невід'ємною частиною успішного функціонування лікувально-профілактичних закладів (ЛПЗ), особливо у випадках, коли потрібно швидко отримати інформацію. Так, наприклад, компанія "Софтлайн" разом з Cisco, Microsoft та Samsung впроваджує перший в Україні проект "Електронна лікарня" на базі міської лікарні №12 (м. Київ), що допомагає медичному персоналу максимально оптимізувати не тільки лікувально-профілактичний процес у клініці, розвантажити лікарів та медичних сестер від рутинної роботи, а також полегшити процес створення звітів. В електронній базі накопичується вся історія хвороби пацієнта - діагностичні та лікувальні призначення, результати обстеження, листи непрацездатності, протоколи операцій тощо [1].

Використання комп'ютерної техніки та телекомунікаційних технологій з метою надання висококваліфікованої спеціалізованої допомоги фахівцями провідних медичних центрів пацієнтам незалежно від їх місцезнаходження набуває все більшого поширення у світі [2-4]. Широке застосування медичних інформаційних систем (МІС) та зберігання медичних даних в електронному вигляді створює передумови до взаємообміну інформацією між різними установами охорони здоров'я та розвитку телемедицини, що ґрунтується на можливості швидкого обміну медичною інформацією між лікарями та пацієнтами, фахівцями різних лікувальних закладів. Наприклад, в Швейцарії на базі технологій Microsoft працює кардіологічна мережа. Фахівці мають можливість спілкуватися один з одним, обмінюватися результатами ЕКГ, працювати спільно над медичними документами. Подібна система "віртуального стаціонару" створена і в Румунії та в ряді інших країн.

Вміння використовувати комп'ютерні інформаційні технології в ЛПЗ стає невід'ємною кваліфікаційною вимогою до сучасного медичного працівника. Без використання МІС іноді неможливо діагностувати деякі захворювання (наприклад, широко використовується МІС при проведенні скринінгових програм, що включають в себе не тільки медико-біологічні дані, але й дані УЗД, МРТ тощо), що, в свою чергу, спонукає до подальшого впровадження інформаційних технологій в ЛПЗ з метою забезпечення сучасного рівня надання медичної допомоги різним верствам населення [5]. Слід зазначити, що для удосконалення проведення діагностичних заходів та підвищення якості надання медичної допомоги існує потреба в накопиченні та статистичному аналізі медико-біологічних даних, що отримані при спостере-

женні багатьох пацієнтів, детальному відстеженні стану пацієнта протягом тривалого часу. Використання комп'ютерних медичних експертних систем допомагає встановлювати діагноз на основі порівняння отриманих та раніше накопичених медико-біологічних даних.

На теренах колишнього СНД та України існує ряд програм, що дозволяють автоматизувати медичні заклади та направлені на максимальну оптимізацію та автоматизацію процесів діяльності ЛПЗ, наприклад, МІС "Медик" (Україна, НЕЦ "Інфосервіс"), "ЕК-СІМЕД" (Україна), TherDer (Україна), "Медістар" (Медкор, Росія), "Інтерін" (Ін-т програмних систем РАН), МІС "Артеміда", МІС "Амулет", МІС Indivo (США) та багато інших [5, 6], що забезпечують роботу окремих ЛПЗ і виконують різноманітні завдання та, відповідно, мають функціональні відмінності. Вимоги до таких систем регламентовані низкою загальних та галузевих міжнародних стандартів (ISO, Health7, DICOM та ін.). Також минулого року набув чинності стандарт російської федерації ДСТ Р ІСО/ТС 18308-2008, що базується на основі стандартів ISO. В контексті даної роботи слід виділити декілька основних положень цих стандартів, а саме: стандартизація ведення електронної медичної карти, передача даних, забезпечення селективного доступу до даних, архівування даних, перенесення даних з однієї МІС в іншу тощо. Єдиний інформаційний простір в медичній галузі міг би забезпечити можливість створити загальну базу даних для спільного використання інформаційних та інших ресурсів та систему передачі даних, що функціонує на основі єдиних стандартів та забезпечує інформаційну взаємодію всіх учасників процесу інформатизації.

Активне впровадження комп'ютерних технологій у всі галузі медицини допомагає лікарю виконувати точну діагностику захворювання, накопичувати та ефективно використовувати поєднану інформацію в процесі лікування та науково-дослідницької роботи. Сучасну лікарню неможливо уявити без апаратури для променевої діагностики, без комп'ютеризованих лабораторій та ін. Основним напрямком впровадження комп'ютерних технологій в клінічну практику є інтеграція всієї медичної інформації в цифровому вигляді з використанням всіх сучасних досягнень комп'ютерних та телекомунікаційних технологій [7, 8]. В останні роки з удосконаленням медичної техніки та підвищенням якості діагностичних досліджень в медичних закладах значно збільшився обсяг отриманої інформації у цифровому вигляді [2]. Джерелами медичних даних є автоматизований збір об'єктив-

ної інформації, потужні програми обробки медичних зображень та сигналів, сучасні бази даних, великі об'єми відео- та фотоінформації, швидкісні цифрові лінії зв'язку, локальні та глобальні комп'ютерні мережі, ГРІД-технології, системи відеоконференцзв'язку та інші. Зокрема, ГРІД забезпечує створення глобальної інфраструктури інформаційно-комунікаційних технологій для скоординованого, гнучкого та захищеного розподілу обчислювальних ресурсів та ресурсів для накопичення та зберігання інформації.

Розробка та впровадження ІТ в медичній галузі продовжує відкривати нові перспективи підвищення клінічної, організаційної та економічної ефективності роботи медичних закладів, що включає підвищення якості та оперативності обслуговування пацієнтів. Перш за все, медичні працівники отримують актуальну інформацію про історію хвороби (дані анамнезу, результати аналізів та діагностичних досліджень, призначення та інш.), а громадяни - можливість отримання потрібної медичної допомоги та мінімізацію витрати часу при зміні лікувально-профілактичного закладу, отриманні різноманітних довідок та ін. Лікар, що використовує МІС, має можливість швидко отримати потрібну інформацію про конкретного пацієнта, незалежно від того, коли вона була отримана. Це, в свою чергу, дає можливість зекономити час на пошуки та отримання потрібної інформації. Також при використанні МІС існує можливість організувати час прийомів лікаря та роботи діагностичних кабінетів; відслідковувати використання ліжкового фонду та ліків, створення звітів тощо.

З розвитком комп'ютерних технологій повсякденною стає практика поєднання комп'ютерів в мережі в ЛПЗ, а також підключення до них діагностичної апаратури, що дозволяє багатьом користувачам вести обмін інформацією, накопичувати її в МІС, формуючи та використовуючи бази даних різного призначення. МІС, що впроваджені в багатьох ЛПЗ, найчастіше містять компоненти, які орієнтовані на обслуговування лікарні (адміністративна діяльність, приймальне відділення, комп'ютерний моніторинг пацієнтів, лабораторія, діагностичні кабінети та інш.) [1, 8, 9]. Такі системи дозволяють підвищити ефективність роботи та покращують умови праці медичного персоналу за рахунок поєднання в мережі десятків комп'ютерів, за допомогою яких вводять, зберігають, виконують пошук, обробку, аналіз та надання даних про хворого [7]. Основною метою використання ІТ в медицині є підвищення якості надання лікувально-профілактичної допомоги та створення умов для реалізації основної функції охорони здоров'я на-

селення - збільшення тривалості активного життя [10]. В якості оцінки клінічної ефективності використання МІС можна зазначити такі показники як зменшення кількості лікарських помилок при призначенні лікарських засобів, зменшення дублювання направлень на обстеження, підвищення оперативності та інформативності діагностичних досліджень, зменшення кількості загострень хронічних захворювань, загальне зниження захворюваності, підвищення ступеня відповідності лікування встановленим стандартам та ін. При оцінці організаційної ефективності системи - зменшення витрати робочого часу медичного персоналу при підготовці звітної документації.

Автоматизоване робоче місце лікаря дає можливість вести електронну історію хвороби (базу даних), що дозволяє введення, корекцію та зберігання даних; звернення до архівів; вибір оптимального плану обстежень (з врахуванням попередніх); обробку та аналіз функціональних досліджень (ЕКГ, ЕЕГ та ін.); оцінку лабораторних досліджень; діагностику захворювань; прогнозування перебігу хвороби; вибір лікувальної тактики та підбір медикаментів тощо. Зберігання в електронній історії хвороби чи базі даних висновків різних фахівців та можливість цими даними скористатися, по мірі необхідності, розширює перспективи подальшого впровадження МІС в ЛПЗ. Ведення електронної документації значно скорочує час на пошуки та отримання потрібної інформації про конкретного пацієнта. Комп'ютер дозволяє уникнути дублювання записів і знаходити потрібну інформацію в зручному вигляді. Сучасні медичні інформаційні системи використовуються на різних етапах - від реєстрації до аптеки та відділення стаціонару. До складу МІС входять програмно-апаратні компоненти, що створюють складну ієрархічну структуру, яка типово містить серверну (засоби, що надають локальні ресурси та включають послуги для загального користування) та клієнтську частини (засоби запиту до віддалених ресурсів та послуг, тонкі клієнти або мережеві комп'ютери). Залежно від виконуваних завдань, в МІС за користувачами закріплені специфічні ролі з певними правами.

#### **Ергономіка в контексті інформатизації медичних закладів.**

Швидкий темп розвитку ІТ та впровадження їх в повсякденну діяльність медичних закладів генерує потребу в лікарях "нового типу", які мають не тільки глибокі знання в галузі медицини, але й навички досвідченого користувача комп'ютеризованих систем [11]. При переході до комплексної інформатизації діяльності медичних закладів набувають особливого значення ерго-

номічні аспекти цього процесу та зростає роль медичного працівника як суб'єкта праці та управління в контексті МІС. За одним з визначень, ергономіка - це наукова дисципліна, що комплексно вивчає діяльність людини та має на меті її оптимізацію. В даному випадку людина, як оператор МІС, несе відповідальність за ефективність її роботи, від чого залежить швидкість та якість надання медичної допомоги, а припущена оператором МІС помилка може призвести в деяких випадках до тяжких наслідків, наприклад, у разі некоректного введення даних анамнезу щодо особливостей індивідуальної чутливості до лікарських засобів. Результати діяльності медичного працівника при використанні МІС залежать від прийняття ним своєчасних та адекватних рішень та від технічних засобів і інформаційних систем, за допомогою яких він оцінює реальну ситуацію [11, 12]. З розвитком комп'ютерних технологій з'явилося нове поняття в ергономіці - "usability" (юзабіліті) - якісна ознака, що характеризує зручність користування. Юзабіліті по відношенню до комп'ютерних технологій - це концепція розробки інтерфейсів програмного забезпечення, що орієнтовані на максимальне задоволення психологічних та естетичних вимог користувача.

Проектування, розробка, впровадження та подальші адаптаційні модифікації МІС створили необхідні передумови для поєднання технічних дисциплін та наук про людину і її трудову діяльність, що обумовило появу нових завдань даного дослідження. По-перше, це завдання, що пов'язані з описанням характеристик "оператора МІС" як компонента автоматизованої системи, що включає розгляд процесів сприйняття інформації, пам'яті, прийняття рішень, проблем мотивації, готовності до діяльності та роботи в колективі. З точки зору забезпечення ефективності діяльності людини важливе значення мають такі фактори, як втомлюваність, монотонність операцій, перцептивне та інтелектуальне навантаження, стресостійкість, умови роботи, фізичні фактори зовнішнього середовища, біомеханічні та фізіологічні фактори. По-друге, задачі проектування нових засобів діяльності, що відносяться переважно до взаємодії людини та МІС. До таких засобів відносять візуальні та слухові індикатори, органи управління, спеціальні вхідні системи, нові інструменти та прилади. По-третє, це задачі системного методологічного характеру, що пов'язані з розподілом функцій між оператором та машиною, з організацією робочого процесу, а також задачі оптимізації підготовки, тренування та відбору операторів МІС.

Найбільш характерною рисою діяльності медичного працівника, який використовує МІС, є те, що він виму-

шений користуватися даними, що поступають до нього через засоби візуально-графічного відображення інформації та каналами зв'язку [12, 13]. Своєрідною відмінністю екранного зображення від зображення на папері є таке: зображення має менший контраст, що зменшується ще більше за рахунок зовнішнього освітлення; зображення не неперервне, а складається з дискретних крапок - пікселів, частота мерехтіння (крапки з певною частотою загоряються та гаснуть, чим менша частота мерехтіння, тим менше точність установки акомодатії) не має чітких меж, в порівнянні з зображенням на папері. Протягом хвилини очі оператора МІС роблять багато рухів, відслідковуючи зображення на екрані, друкований текст, клавіатуру. Всі ці елементи звичайно знаходяться на різній відстані, та щоб забезпечити ясне бачення цих елементів потрібна значна робота м'язів очей - акомодатійного м'яза та прямих внутрішніх м'язів, що відповідають за конвергенцію. Тому робота операторів МІС передбачає дотримання певних гігієнічних вимог, таких як загальне освітлення приміщення та робочого місця оператора, правильне розташування комп'ютера та монітора (наприклад, відстань від поверхні екрана до очей користувача не повинна бути меншою від 50-60 см), діагональ монітора, контрастність зображення, також правильне розташування оператора біля монітора (висота поверхні стола повинна бути не менше 75 см, руки повинні бути розташовані на 15-20 см на столі, ступні повністю опиратися на підлогу), врахування вібрації та шуму та ін. Окрім врахування санітарно-гігієнічних умов (ДСанПтН 3.3.2.007-98 - Державне санітарне правило та норми праці з візуальними дисплейними терміналами ЕОМ, затверджене МОЗ України 10.12.1998 р., та наказом Державного комітету з охорони праці України №21 від 10.02.1999 р.) оператору МІС також рекомендовано робити перерви у роботі для проведення зарядки не тільки для очей, але й для хребта.

В контексті розгляду взаємодії системи "оператор-комп'ютер" ергономіка вирішує проблеми розподілу функцій в системі, співвідношення діяльності людини з функціонуванням технічної системи та її елементів, розподілу та узгодження функцій при виконанні ряду задач, а також проектує та організує діяльність людини чи групи людей з технічними системами та її елементами, обумовлює вимоги до вказаних засобів діяльності та умов її виконання, розробляє методи реалізації цих вимог в процесі проектування та використання системи [12]. Ефективність та стійкість роботи системи "людина-комп'ютер" залежить від багатьох складових і, в першу чергу, від того, як розподілені і як узгоджені вони між собою.

Однак, замість очікуваного полегшення завдяки автоматизації, комп'ютеризовані види діяльності досить часто підвищують психологічне напруження, в зв'язку зі складністю та насиченістю роботи користувача, що, в свою чергу, може бути пов'язано з необхідністю формування нових навиків для виконання тієї чи іншої задачі [14-16]. Іноді ця проблема також пов'язана з неоптимальним розподілом функцій та операцій між людиною та комп'ютерною програмою [16].

**Міжнародні стандарти проектування МІС.**

Можна передбачити, що в процесі розробки та впровадження медичного електронного паспорта (МЕП) в національному масштабі, постане ціла низка відповідальних завдань. Частина цих завдань пов'язана з забезпеченням дотримання міжнародних стандартів проектування медичних інформаційних систем та, зокрема, систем роботи з електронними історіями хвороб, серед яких слід окремо виділити наступні:

Міжнародний стандарт	Назва стандарту	Регламентація щодо ергономічних систем
ISO/TS 18308:2004	Requirements for an electronic health record architecture	Стандарт «Вимоги до архітектури електронних записів про здоров'я» визначає збір та упорядкування комплексу клінічних та технічних вимог до архітектури електронного запису про здоров'я, що підтримує використання, спільний доступ та обмін електронними записами про здоров'я в різних галузях охорони здоров'я країни.
ISO/TR 20514:2005	Electronic Health Record. Definition, scope, and context	Стандарт «Електронне врахування здоров'я. Визначення, сфера застосування та контекст» описує класифікацію електронних даних, забезпечує головні визначення електронної історії хвороби а також особливості електронного запису та записуючих систем.
ISO/TS 17090-1-3:2002	Public key infrastructure - Part 1: Framework and overview. Part 2: Certificate profile. Part 3. Policy management of certification authority.	Стандарт «Інфраструктура з відкритим ключем. Частина 1: Огляд цифрового сертифікату», направлений на забезпечення обміну медичною інформацією з використанням цифрового підпису. "Частина 3. Політика менеджменту органів по сертифікації», визначає структуру та вимоги для сертифікації, також ідентифікує принципи, що необхідні в політиці безпеки охорони здоров'я для міжнародної комунікації та визначає рівні потрібної безпеки.
ISO 20302: 2006	Health cards. Numbering system and registration procedure for issuer identifiers	Стандарт "Медичні карти. Система нумерації та методика реєстрації ідентифікаторів організації, що видають картки", направлений на забезпечення нумерації системи та реєстрації процедур ідентифікації.
ISO/TS 21667:2004	Health indicators conceptual framework	Стандарт «Концептуальна модель показників стану здоров'я», встановлює загальні індикатори здоров'я, що сприяє організації єдиного словника, потрібного для опису медичних даних, враховуючи специфіку охорони здоров'я.
ISO/TR 27809:2007	Measures for ensuring patient safety of health software	Стандарт «Заходи, що гарантують безпеку пацієнта при використанні програмного забезпечення в галузі охорони здоров'я» направлений на оцінку якості МІС, розглядає проведення необхідних заходів, що направлені на забезпечення безпеки пацієнтів при використанні програмних продуктів чи МІС.
ISO/TS 25238:2007	Classification of safety risks from health software	Стандарт «Класифікація загроз програмного забезпечення в галузі охорони здоров'я» являє собою посібник, що оснований на аналізі та класифікації загроз та ризиків від використання програмного забезпечення (ПК чи МІС).

ISO/TR 17119:2005	Health informatics profiling framework	Стандарт «Профільна структура інформатики охорони здоров'я» забезпечує загальну структуру опису при створенні стандартів (документів) медичної інформатики у вигляді готових рішень.
ISO 17115:200	Vocabulary for terminological systems	Стандарт «Словник для термінологічних систем» визначає ряд фундаментальних понять, що потрібні для опису формальних понять, представлених в системах, з врахуванням медичної специфіки.
ISO 17432:2004	Messages and communication -- Web access to DICOM persistent objects	Стандарт «Повідомлення та обмін інформацією, Веб-доступ до об'єктів DICOM», створений для розподілу результатів та забезпечує організацію обміну зображеннями DICOM
ISO 20301:2006	Health cards - General characteristics	Стандарт «Медичні картки - основні характеристики», направлений на ідентифікацію медичних даних - постачальника медичних послуг та власника медичної картки, для обміну інформацією.
ISO 21549-4:2006	Patient healthcard data - Part 4: Extended clinical data	Стандарт «Структура даних на пластиковій картці пацієнта. Частина 4: Розширені клінічні дані» може бути застосовано, коли дані пацієнта записуються чи передаються при медичній картці пацієнта, що сумісна з фізичними вимірами ID-1 карт визначених ISO7810.
ISO 21549-7:2007	Patient healthcard data - Part 7: Medication data	Стандарт "Медичні дані пацієнта. Частина 7" визначає структуру даних, що знаходяться в медичній картці пацієнта.
ISO/TS 22600-1:2006	Privilege management and access control - Part 1: Overview and policy management	Стандарт «Управління системою привілеїв та контролю доступу. Частина 1: Огляд та управління стратегією», направлений на підтримку полегшення процесу обміну інформацією.
ISO/TS 22600-2:2006	Privilege management and access control - Part 2: Formal models	Стандарт « Управління системою привілеїв та контролю доступу. Частина 2. Формальні моделі» направлений для забезпечення потреби інформації охорони здоров'я, розподіл між самостійними постачальниками охорони здоров'я, організаціями охорони здоров'я, страховими компаніями, тощо; підтримка спільної роботи між авторизованими менеджерами.
ISO/TR 22221:2006	Good principles and practices for clinical data warehouse	Стандарт «Принципи та практика, що стосується збереження даних клінічних досліджень» направлений на збір інформації, визначає принципи та методи в створенні, використанні та захисті даних, що включають етичні вимоги та вимоги щодо захисту даних, а також рекомендації з безпеки для інформаційного управління.
ISO/TR 22790:2007	Functional characteristics of prescriber support systems	Стандарт «Функціональні характеристики систем підтримки призначень».
ISO 12052:2006	Digital imaging and communication in medicine (DICOM) including workflow and data management	Стандарт «Цифрові зображення та комунікації в медицині" (DICOM) включає робочі потоки та управління даними, направлений на обмін цифровими зображеннями та інформацією, що пов'язана з обробкою та управлінням цими зображеннями.
ISO/HL7 21731:2006	HL7 version 3 - Reference information model - Release 1.	Стандарт «HL7, версія 3. Еталонна інформаційна модель» регламентує передачу даних.

ISO/TR 18307:2001	Interoperability and compatibility in messaging and communication standards. Key characteristics	Стандарт «Сумісність в запиті і стандарти комунікації. Ключові характеристики» запис мета-даних, клінічних даних та адміністративних даних, що асоціюються з історією хвороби.
ISO/TR 16056-1,2:2004	Interoperability of telehealth systems and networks, p.1,2	Стандарт «Операційна сумісність систем та мереж дистанційної охорони здоров'я, ч.1,2» описує технічні стандарти, що пов'язані з телемедициною.
ISO/HL7 FDIS 21731	Reference Information Model. Release 1	Стандарт «Референта інформаційна модель»
ISO 9241* *(Parts 1-17)	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals	Стандарт «Ергономічні вимоги до офісної роботи з терміналами візуального відображення» визначає три основних складових юзабіліті - три параметри якості системи: ефективність, продуктивність та задоволення.
ISO 14915* *(Parts 1-3)	Software ergonomics for multimedia user interfaces	Стандарт "Ергономіка програмного забезпечення мультимедійних інтерфейсів", у ньому надаються рекомендації щодо створення елементів управління для мультимедійних продуктів.

У цьому переліку слід обов'язково згадати про HL7 CDA 2.0 Clinical Document Architecture (XML Schema) - стандарт обміну, керування та інтеграції електронної медичної інформації [17].

Як відомо, діагностичні зображення можуть бути отримані з різноманітних діагностичних приладів (переважно, приладів променевої діагностики), що мають аналоговий чи цифровий відеосигнал: рентгенівські апарати, рентгенівські комп'ютерні томографи, магніторезонансні томографи, ПЕТ-сканери, ангиографи, мамографи, тепловізори, ультразвукові сканери, відеоендоскопічні системи, мікроскопи, офтальмоскопи, а також різні допоміжні прилади, що використовуються в медичній практиці (сканери рентгенівських плівок, відеокамери тощо). Комунікації діагностичних зображень виконуються згідно з стандартом DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine): Query / Retrieve, Store SCP, Store SCU, DICOM Print SCU, DICOM Worklist, DICOM part 10 [18]. Стандарт DICOM на сьогодні використовує протоколи TCP/IP, підтримує файлові системи (можливість використовувати цифрові носії та ін), описує службові класи, інтерфейс команд та взаємозв'язок між даними, вводить рівні відповідності, що дає можливість користувачу вибирати потрібні опції, включає технологію ідентифікації об'єктів. Додатково DICOM визначив інформаційні об'єкти не лише для зображень, але й для пацієнтів, повідомлень і інших угруповань даних. Із вдосконаленнями, зробленими в DICOM (Версія 3.0), стандарт дозволяє не лише передачу медичних зображень, але й полегшує розвиток і розширення систем архівування і передачі зображень (PACS), зв'язуючись з медичними інформаційними системами.

PACS-системи (Picture Archiving and Communication System), забезпечують автоматизацію процесів введення, обробки, збереження та передачі каналами зв'язку даних досліджень (діагностичних зображень, протоколів дослідження). Подібні МІС знаходять широке застосування в діагностичних, дослідницьких центрах, лікувально-профілактичних закладах, центрах променевої діагностики та терапії, кабінетах функціональної діагностики, неврологічних, хірургічних, кардіологічних та терапевтичних відділеннях

Корисним може виявитися досвід Росії із запровадження державної стандартизації МІС, що знайшов відображення в "Національному стандарті Російської федерації ДОСТ Р 52636-2006. Електронна історія хвороби. Загальні положення", який набув чинності на початку 2008 року. Всі згадані вимоги та рекомендації мають бути коректно враховані при розробці інтерфейсу МІС, що буде оптимізовано під використання МЕР.

#### **Роль лікаря-оператора в ергономічних системах.**

Завдання лікаря-оператора полягає у прийомі та переробці отриманої інформації, в даному випадку головну роль відіграють процеси відчуття, сприйняття, диференціювання, впізнання та оперативного мислення. Принципові відмінності та характер комп'ютеризованих видів діяльності розкриваються через призму теорії діяльності, що дозволяє аналізувати структуру завдання та виявляти ті психологічні функції користувача, що залучені у виконання трудової діяльності [16]. Теорія діяльності - це система методологічних та теоретичних принципів вивчення психічних феноменів. Основним предметом дослідження виз-

нається діяльність, що опосередковує усі психічні процеси.

В зв'язку з перспективами впровадження МЕР та створення автоматизованих робочих місць операторів МЕР, у яких вагома частина роботи пов'язана з візуальною інформацією, основним змістом якої є її сприйняття, інтерпретація та трансформація, це вимагає коректного врахування ергономічних аспектів при проектуванні інтерфейсу. Складність такої діяльності пов'язана з процесами прийому та переробки візуальної інформації, що отримана при проведенні того чи іншого дослідження.

Діяльність людини, що відбувається з віртуальними об'єктами та з їх заміниками чи образами, що їх імітують, називають діяльністю з інформаційними моделями реальних об'єктів. Інформаційна модель - сукупність інформації про стан та функціонування об'єкта управління та зовнішнього середовища.

Вагомою особливістю діяльності людини з інформаційною моделлю є необхідність співвідношення інформації, що отримується завдяки приладам, екранам, табло, як між собою, так і з реальними керуючими об'єктами. Отримавши інформацію, оператор так чи інакше її аналізує та перетворює, при цьому він використовує попередній накопичений досвід та знання.

Зв'язок людини з комп'ютером при вирішенні ряду технологічних завдань чи виконанні операції "система-оператор МЕР" виконується через інформаційну взаємодію, що можливо розглядати як виконання наступних етапів [12]: а) перцепція інформації; б) обробка отриманої інформації, її оцінка, аналіз та узагальнення на основі попередньо заданих чи сформульованих критеріїв оцінки (інтерпретація даних чи зображень); в) представлення прийнятого рішення (заключення) виконуючій особі (сімейному лікарю чи лікарю, який лікує даного пацієнта).

90% інформації, що характеризує об'єкт управління, стан засобів автоматизації в медичних закладах, людина отримує через візуальні засоби відображення інформації. В зв'язку з цим при побудові інформаційної моделі необхідно більше приділяти уваги особливостям з врахуванням індивідуальних рис людини [12].

В зв'язку з перспективами широкого впровадження МЕР стає актуальною проблема розробки ефективних та надійних засобів забезпечення взаємодії в системі "оператор-МЕР" з врахуванням гетерогенності підготовки та кваліфікації користувачів та ергономічних аспектів сприйняття інформації. В контексті проектування інтерфейсу управління МЕР важливим є дотримання умови узгодженості потоку

інформації та пропускну спроможності оператора. Порушення оптимального співвідношення цих змінних може призводити до критичного явища переходу від стану адекватної мобілізації оператора до стану динамічного розузгодження в його діяльності. Розробка методики адекватної оцінки цього співвідношення в системі "оператор-МЕР" стає суто прикладною задачею, розв'язання якої сприятиме безпечному функціонуванню технології МЕР. Фактори, що впливають на динаміку психофізичного переходу "мобілізація - розузгодження" оператора МЕР мають бути ретельно досліджені, класифіковані та проаналізовані щодо можливості оперативної корекції.

Використання в сучасних умовах ЛПЗ медичних інформаційних систем, цифрового діагностичного обладнання, в свою чергу збільшує інтенсивність та складність роботи, підвищує ризик неефективності витрат, але суттєво розширює сферу ергономічних досліджень [19].

Уміння формування ергономічних знань і умінь у майбутніх медиків в галузі медичних інформаційних технологій надасть можливість майбутнім фахівцям сформувати необхідний для роботи обсяг знань і умінь з урахуванням "людського фактора".

Як відомо, між каналами, що сприймаються людиною, інформація повинна підрозділятися на основі психологічного сприйняття даних різними аналізаторами. Необхідно також враховувати їх взаємодію і взаємний вплив, стійкість до дії різноманітних факторів, як, наприклад, зміна здатності до сприйняття інформації в процесі тривалої роботи з базами даних та ін. Великі обсяги інформації, що зберігаються в медичних базах даних, зазвичай, не дозволяють швидко отримати пертинентну інформацію про конкретного пацієнта [1, 9, 20]. Вагоме значення в роботі з базами даних також має вид інформації, в якому вона зберігається, умови її прийому, а також характер діяльності людини, яка буде вивчати, аналізувати чи вносити медико-біологічні дані. Некоректно введена чи оброблена інформація, в свою чергу, може призвести до тяжких наслідків, а накопичення таких помилок в подальшому може викликати негативне ставлення до цього виду документа з боку лікарів та пацієнтів.

Слід також зазначити, що будь-яка діяльність людини завжди в тій чи іншій мірі пов'язана з емоційним станом, що також впливає на якість роботи [12, 13, 15]. Людина (в даному випадку оператор МЕР), яка вводить медико-біологічну інформацію чи опрацьовує медичні бази даних, часто припускає помилки, що може бути обумовлено великим інформаційним навантаженням, монотонністю виконання робо-



ти, малим досвідом роботи чи тим, що рівень роботи зі сприйняття інформації не відповідає очікуваному фізіологічному стану. В свою чергу, припущення помилок та втрата часу на їх виправлення часто провокують негативні емоції, роздратування чи відчуття провини, що також негативно впливає на працездатність людини. При використанні МЕП мають бути запроваджені всі доступні заходи для мінімізації кількості таких помилок.

Слід відмітити, що важливим моментом при використанні медичних баз даних є перегляд та відбір потрібної інформації: користувач взаємодіє з візуальною інформацією, неодноразово звертається до інформації (змінює чи доповнює її). Однак, на жаль, великі об'єми інформації (текстова, лабораторна та діагностична інформація, фото- та відеодані), що містяться в базах даних та стають все більшими і потребують використання сучасних технічних засобів, не дають можливості швидко отримати відповідну адекватну інформацію.

Крім того, при використанні електронних баз даних, оператор МІС для отримання тієї чи іншої інформації змушений постійно звертатись до великої кількості діалогових вікон. Слід зазначити, що невід'ємною частиною ергономіки також є те, в якому вигляді представлена інформація, а саме: об'єм наданої інформації, послідовність її та витрачений час на її отримання, в зв'язку з чим було запропоновано 4 основних критерії якості модельного інтерфейсу [21]:

- швидкість роботи користувачів - складається з тривалості сприйняття вихідної інформації, тривалості інтелектуальної роботи (в розумінні - користувач думає, що він повинен зробити), тривалості фізичних дій користувача та тривалості реакції системи;

- кількість людських помилок;

- швидкість навчання - залежить від роду діяльності;

- суб'єктивне задоволення користувачів.

З врахуванням цих критеріїв, при будівництві інтерфейсу, користувач отримує можливість займатися вирішенням своєї задачі, маніпулювати елементами управління та даними і не концентрувати своєї уваги безпосередньо на процесі взаємодії з системою. Також при проектуванні інтерфейсу потрібно враховувати дві основні складові - це проектування саме інформаційної моделі та проектування органів управління.

При використанні медичних баз даних, що містять в собі великі об'єми інформації, основними ергономічними недоліками є надмірна кількість полів вводу та громіздкість найменувань елементів, що створюють

візуальне навантаження, що, в свою чергу, ускладнює заповнення та зчитування інформації з екрана, на томість медичний електронний паспорт (МЕП), в якому буде зменшена кількість полів, порівняно з базою даних, спрощує візуальне сприйняття інформації, що одночасно підвищує чіткість сприймання інформації та швидкість її оброблення. З точки зору ергономіки впровадження МЕП дозволило б значно зекономити час на отримання потрібної інформації в базі даних, що значно покращило та полегшило б роботу лікаря.

Медичний електронний паспорт має стати невід'ємною структурною складовою сучасних МІС, фізичним середовищем для проміжного зберігання інформації про пацієнта [20, 22]. МЕП - індивідуальний документ, матеріальним носієм для якого є картка, виготовлена з DVD або BluRay (BD) диска. Як відомо найважливіший параметр для будь-якого накопичувача даних - ємність. BluRay - це формат нової генерації носія інформації, на відміну від звичайних DVD та CD дисків, він вміщує в собі до 27 Гбайт інформації. Важливим недоліком цього носія інформації є слабка захисна поверхня, але ведуться розробки, спрямовані на його усунення. Використання цифрових технологій запису та зчитування інформації дозволить зберігати в МЕП дані інструментального обстеження пацієнтів (рентгенівські та ультразвукові знімки, КТ та МРТ) та розширити можливості інтерактивної роботи з візуально-графічними даними та медичними зображеннями.

В МЕП буде накопичуватися біомедична інформація, яка відображає стан здоров'я людини, історію хвороби, опис пройдених курсів лікування, результатів проведених в різні терміни аналізів та досліджень тощо протягом всього життя, незалежно від місця надання медичної допомоги. Слід зазначити, що медичний паспорт може бути доступним в електронному вигляді авторизованим фахівцям та пацієнту з врахуванням розмежування прав доступу. Інфраструктура паспорта являє собою сукупність прикладного, організаційного, методичного, нормативного та законодавчого забезпечення, а також компонентів телекомунікаційної інфраструктури, що забезпечують можливість роботи з електронним паспортом в будь-який момент часу. При цьому слід зауважити, що впровадження електронного паспорта можливо лише при наявності стандартів інформаційної взаємодії та сервісів загального користування.

Таким чином, використання МІС дає можливість не тільки швидко отримати інформацію про стан здоров'я пацієнта та надати якісну медичну допомогу, але й на адміністративному рівні оперативно прово-

дити аналіз діяльності ЛПЗ для швидкого прийняття рішення, оперативного врахування фінансових витрат на лікування пацієнтів, отримання даних статистичної обробки та ін. [1, 7, 8, 9, 20, 22].

**Висновок.** Вирішення прикладних задач впровадження МІС та, зокрема, МЕП, потребує проведення комплексного дослідження взаємопов'язаних проблем в галузі медичної інформатики та ергономіки.

### Література

1. Козлов С.М., Моїсєєв Ю.В. Інформаційно-аналітична система закладів охорони здоров'я „Електронна лікарня” // №1. -2008. - С. 72-74.
2. Владзимирський А.В. Клінічне телеконсультування. Посібник для лікарів. Друге видання, доповнене та перероблене. - Донецьк: ООО "Норд", 2005. - 107 с.
3. Владзимирський А.В. Основні концепції використання телемедицини в охороні здоров'я // Український журнал телемедицини та медичної телематики - 2007. - Т. 5, №3.
4. Казаков В.М., Климовицький В.Г., Владзимирський А.В., Лях Ю.С. Стан і перспективи розвитку телемедицини в Україні // Український журнал телемедицини та медичної телематики. - 2003. - Т. 1, №1. - С. 7-12.
5. Кемпі С.І. Використання медичної інформаційної системи в роботі діагностичного відділення ЛПЗ // Охорона здоров'я. - №8. - 2004. - С. 175-181.
6. Mandl K.D, Simons W.W, Crawford W.CR, Abbettl J.M Indivo: a personally controlled health record for health information exchange and communication // BMC Medical Informatics and Decision Making. - 2007. - P.7-25.
7. Агаджанян В.В, Устьянцева І.М, Солнишко С.В. Удосконалення організації роботи середнього медичного персоналу при впровадженні в багатопрофільному ЛПЗ інформаційної системи // Головна медична сестра. - 2003. - № 3. - С. 41-45.
8. Кобринський Б. А. Використання інформаційних технологій у діяльності медичних закладів // Головний лікар. - 2005. - №6. - С.18-21.
9. Гусев О.В., Романов Ф.А., Дуданов І.П., Воронін А.В. Медичні інформаційні системи: Монографія. - Петрозаводськ: Видавництво ПетрДУ 2005. - 404 с.
10. Горбунов П.А. Підходи до створення єдиної системи інформатизації лікувально-профілактичних закладів. - Програмні системи: теорія та додатки / За ред. С.М. Абрамова: В двох томах. — М.: Фізматліт, 2006. - Т.1. - С. 69-72.
11. Сажко Г. І. Методика формування ергономічних знань

Комплексна інформатизація процесів збереження та використання біомедичних даних збільшує роль людини як суб'єкта управління та змушує детально досліджувати ергономічні питання взаємодії людини-оператора з МІС. Необхідно приділити достатню увагу особливостям побудови інфраструктури МІС та МЕП та узгодити їх з психофізичними характеристиками лікаря-оператора.

- та умінь майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій. Автореферат.: 13.00.02. - канд. пед. наук. - Харків, 2006. - 23 с.
12. Скібін Ю.В. Введення в ергономіку. Методологічні вказівки до вивчення дисципліни для студентів за фахом "Інформаційні системи та технології" очної та заочної форм навчання. - Самара: СамГАПС, 2004.- 21с.
13. Концевой М.П. Здоров'я і комп'ютер // Інформатика та освіта. - 2000. - № 1. - С. 88-91.
14. Волошин В. Ергономіка повинна бути ергономною. - М., 1999.
15. Сейдлер Д., Бономо П. Керівництво по ергономіці. - М., 2000.
16. Сугак Є.Є. Перспективи людино-машинного спілкування: науковий підхід в інформатизації робочих місць в Росії // Зб. "Науки про культуру - Шаг в ХХІ століття". - Москва: РІК, 2001.
17. Robert H.Dolin, Liora Alshuler, Sandy Boyer et al. HL7 Clinical Document Architecture, Release 2. // JAMIA PrePrint: Accepted Article. Published October 12, 2005 as doi: 10.1197-39 s.
18. Веб-ресурс DICOM Home page. <http://dicom.nema.org>
19. Протасенко О. Ф. Вдосконалення професійної підготовки операціоністів банківського відділення на основі контролю формування стресостійкості. Автореф. дис.канд.тех. наук. - Х., 2005.- 17 с.
20. Скоробогатов А.М. Електронний паспорт пацієнта - базис єдиного інформаційного простору у галузі охорони здоров'я // В зб.: "Інформаційні системи та технології в охороні здоров'я". - М., ЦНДІОЗ. - 2003. - С.65-69.
21. Головач В.В. Дизайн інтерфейсу користувача. Юзабіліті. Веб-ресурс: [www.uibook.ru](http://www.uibook.ru).
22. Мінцер О.П. Інформаційна основа медицини третього тисячоліття - медичний електронний паспорт // Медичний всесвіт. - 2002. - №1-2. - Том 2. - С. 150-160.