

УДК 61:004

О.І. Олар, О.Ю. Микитюк, В.І. Федів, М.А. Іванчук, О.В. Гуцул

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ: СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

Резюме. Показано взаємозв'язок між розвитком інформаційних технологій та практичною медициною і

медичною наукою.

Ключові слова: медицина, комп'ютерні технології.

Інформаційні технології (ІТ) на даний час впроваджені фактично в усі галузі охорони здоров'я. Завдяки цьому медицина набула сьогодні абсолютно нових рис. У багатьох медичних дослідженнях просто неможливо обійтися без комп'ютерів і спеціального програмного забезпечення до них. Цей процес супроводжується суттєвими змінами в медичній теорії та практиці, пов'язаними з внесенням коректив до підготовки медичних працівників. ІТ допомагають лікарю проводити об'єктивну діагностику захворювань, накопичувати й ефективно використовувати отриману інформацію на всіх стадіях лікувального процесу і, що найважливіше для медичної науки, є неocenними в науковому пізнанні [4].

Основним напрямком впровадження комп'ютерних технологій у клінічну практику стає інтеграція всієї медичної інформації в цифровому вигляді з використанням новітніх досягнень комп'ютерних і телекомунікаційних технологій.

Зобразимо схематично деякі напрями застосування сучасних інформаційних технологій і дамо їх коротку характеристику:



Медична інформаційна система (МІС) – це програмно-технічний комплекс, за допомогою якого забезпечуються процеси збирання, зберігання і обробки інформації в медицині й галузі

охорони здоров'я. Медична інформатика в поєднанні з організаційними заходами сприяє покращанню якості медичної допомоги, яку надають населенню, за одночасного зменшення фінансових видатків. Особливого значення набуває впровадження МІС, які допомагають автоматизувати всі аспекти діяльності лікувальної установи, забезпечують зберігання інформації в електронній карті пацієнта [5, 11, 12].

Залежно від завдань, які підлягають вирішенню, МІС поділяються на такі класи: інформаційно-довідкові системи, електронні медичні картки, консультативно-діагностичні системи, апаратно-комп'ютерні системи, автоматизовані робочі місця фахівців, призначені для автоматизації лікувально-діагностичного процесу та забезпечення інформаційної підтримки прийняття лікарем діагностичних і тактичних (лікувальних, організаційних та ін.) рішень, мережеві бібліотеки.

Впровадженню МІС сприяють оснащення медичних установ і закладів сучасним обладнанням; зростання кількості фізіологічних параметрів, вимірювання яких можливе за допомогою сучасної діагностичної апаратури; збільшення обсягів інформації, необхідної лікарю для оцінки стану кожного пацієнта; прагнення лікарів одержати доступ до інформації з мережі Інтернет; постійне здешевлення комп'ютерних систем і підвищення їхньої надійності; доступність програм для автоматизації господарської і облікової діяльності.

За допомогою МІС у лікувальних установах вирішуються такі основні завдання: об'єктивізація трактування результатів досліджень; автоматизація обробки інформації на етапі попередньої роботи медичного персоналу з визначення діагнозу і тактики лікування; автоматизація лабораторних досліджень; створення баз даних і знань; упорядкування потоку інформації усередині медичної установи.

На сучасному етапі відбувається перехід від окремих інформаційних систем до інформаційних середовищ. Інформаційні медичні середовища – це якісно нова форма організації обміну інформацією в медицині, яка дає можливість інтегрувати в рамках єдиного технологічного процесу МІС різних класів.

Провідною тенденцією в розробці й впровадженні МІС у світі є проектування не тільки окремих ІС установ охорони здоров'я, але й інтегрованих ІС охорони здоров'я цілих міст, провін-

цій і регіонів з наступною їх інтеграцією в ІС охорони здоров'я всієї країни. Подібні розробки впроваджуються на основі міжнародних стандартів електронної медичної документації. У національних програмах розвитку охорони здоров'я більшості західних країн зазначається, що подальший розвиток медицини й охорони здоров'я без використання сучасних комп'ютерних і телекомунікаційних систем, без створення інтегрованих національних систем керування охороною здоров'я практично неможливий.

Досвід впровадження МІС у світі набуває все більшого поширення на теренах нашої держави. У серпні 2012 року МОЗ України затвердило «Порядок ведення електронного реєстру пацієнтів Вінницької, Дніпропетровської, Донецької областей та м. Києва», згідно з яким формуються бази даних Реєстру з використанням комп'ютерних програм «УкрМедСофт: Стаціонар» та «УкрМедСофт: Поліклініка» [9]. Реєстр за своєю структурою має три рівні: центральний (Міністерство охорони здоров'я України), обласний, місцевий. Підставою для внесення фізичної особи (пацієнта) до Реєстру є факт звернення пацієнта до закладу охорони здоров'я та наявність його письмової згоди на обробку персональних даних. Заклади охорони здоров'я, які вносять дані в Реєстр, обробляють та забезпечують захист персональних даних з дотриманням вимог Законів України «Про інформацію», «Про захист персональних даних», «Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах» [1-3].

Телемедицина – використання комп'ютерних і телекомунікаційних технологій для адресного обміну медичною інформацією між спеціалістами з метою підвищення якості і доступності діагностики і лікування. Цей метод надання медичної допомоги на відстані є особливо необхідним у невідкладних ситуаціях, коли фактори часу і відстані є критичними [6].

Національна телемедична мережа України функціонує з 2009 року. Основним експертним та методичним центром є Державний клінічний науково-практичний центр телемедицини МОЗ України. Впродовж останніх років кілька провідних українських компаній енергетичної, телекомунікаційної та інших галузей спрямували свою соціальну діяльність на побудову телемедичних центрів та мереж з метою наближення спеціалізованої медичної допомоги до будь-якої місцевості, де її потребують.

Створення Національної телемедичної мережі відбулося у 2007 році після підписання Меморандуму про взаєморозуміння між Міністерством охорони здоров'я України, Представництвом ООН в Україні та ЗАО «МТС Україна». У 2011 році до Меморандуму приєдналися Національна академія медичних наук України, ТОВ «Донбаська паливо-енергетична компанія», Благодійний фонд «Розвиток України». Станом на початок 2012 року мережа охоплює ряд лікувально-профілактичних установ, що надають спеціалізовану медико-санітарну допомогу в Київській, Донецькій, Львівській, Рівненській, Івано-Франківській областях та АР Крим. У мережі здійснюються телемедичні консультації, наукові заходи, відбувається дистанційне навчання. Мережа постійно розширюється. Одним із найбільш вагомих кроків щодо розвитку телемедицини в Україні є видання Наказу МОЗ України № 261 від 26.03.2010 «Про впровадження телемедицини в закладах охорони здоров'я» [8].

Медична діагностика. Сучасні дослідження в медицині (комп'ютерна томографія, магніторезонансна томографія, ультрасонографія та ін.) неможливі без застосування обчислювальної техніки, тому що значну кількість інформації, яка отримуються за таких досліджень, людина нездатна сприйняти та опрацювати. В останні роки створені нові комп'ютерні програми, що дозволяють отримувати діагностичні зображення в тривимірній графіці, у режимі анімації, модифікувати й отримувати приховані і раніше недоступні детальні аналізи структури і функції досліджуваних органів.

Експертні системи є одним із найпоширеніших типів систем штучного інтелекту, призначений для успішного вирішення складних задач діагностики захворювань внутрішніх органів, починаючи з 60-х років минулого століття. Експертні системи акумулюють знання досвідчених фахівців у конкретних предметних галузях із метою надання консультацій менш кваліфікованим користувачам. Зокрема, експертні системи використовуються в кардіології для аналізу електрокардіограм. При цьому алгоритми клінічного аналізу ЕКГ, які наведені в численних книгах, присвячених цій проблемі, використовуються відповідними системами для формулювання діагностичного висновку.

Перевагами експертних систем над людиною-експертом є сталість, легкість передавання або відтворення інформації, стійкість і відтворюваність результатів, а також вартість експлуатації [7, 10, 13].

Проте експертні системи використовуються не тільки для діагностики, а й для лікування, зокрема для розробки стандартів лікування з використанням рефлексотерапії та ін.

Медичні апаратно-комп'ютерні системи – це медичні системи моніторингу за станом хворих шляхом довготривалого і неперервного аналізу великого обсягу даних, що характеризують стан фізіологічних систем організму (ЕКГ, артеріальний тиск, частота дихання, температурна крива, вміст газів у крові та в повітрі, що видихається тощо); системи комп'ютерного аналізу даних томографії, УЗД, радіографії; автоматизовані системи інтенсивної терапії, біологічного зворотного зв'язку, протези та штучні органи, що створюються на основі мікропроцесорної технології; системи автоматизованого аналізу даних мікробіологічних та вірусологічних досліджень, аналізу клітин і тканин людини.

Серед медичних апаратно-комп'ютерних систем заслуговує на увагу мікропроцесорна система Argus II – мікромініатюрний імплантат у сітківку ока (Німеччина), що за допомогою масиву електричних фоторецепторів стимулює клітини сітківки з подальшим надходженням сигналу через зоровий нерв у мозок. Бездротовий сигнал передається від камери, вбудованої в окуляри, які носить пацієнт, на чіп, імплантований біля сітківки. Argus II призначений для людей, які страждають на пігментний ретиніт, при якому пошкоджуються світлочутливі фоторецептори за інтактності інших клітин сітківки. Це ідеальний протез, який здійснює стабільну, довгострокову стимуляцію сітківки та відтворює навколишній простір у портативній формі, придатній для повсякденного життя [15].

У даний час продовжується робота щодо створення пристроїв, які керуються безпосередньо мозком людини. Японська компанія «Riken» у співпраці з «Toyota» та рядом інших фірм створили інвалідний візок, що надає можливість людям, які не здатні пересуватися без сторонньої допомоги, керувати візком самостійно. В основі нового інтерфейсу лежить технологія електроенцефалографії. Датчики, що приймають та перетворюють сигнали мозку, передають їх на спеціальний ноутбук, який керує рухом візка. Сигнали візуально відображаються на екрані комп'ютера, що дозволяє їх бачити і на них реагувати. Це дозволяє самостійно рухатися за складними траєкторіями. Час проходження сигналу і реакції на нього є дещо меншим, ніж у інших подібних системах, і складає 125 мілісекунд.

У грудні 2012 року американська компанія завершила роботу над новою версією LifeBot 5 – портативної системи мобільної телемедицини, захищеної від попадання пилу, вологи і механічних пошкоджень. Цей портативний координаційний центр забезпечує віддалену взаємодію лікарів з колегами, пацієнтами та мобільними бригадами парамедиків, а також інтеграцію пристроїв у єдиний комплекс за їх підключення до будь-якого сумісного медичного обладнання. Крім вікна відеоконференції на екран LifeBot 5 у реальному часі виводяться діагностичні дані. LifeBot 5 буде використовуватись армійськими підрозділами, а також для ліквідації наслідків стихійних лих і надання невідкладної медичної допомоги населенню.

Серед медичних апаратно-комп'ютерних систем окремої уваги заслуговує *робототехніка*. У період з 2005 по 2010 рр. у більшості провідних країн світу спостерігалось істотне збільшення кількості проектів зі створення медичних роботів, що в ближчому майбутньому зробить реальним функціонування в лікувально-профілактичних закладах роботів та інженерно-технічної служби з їх технічної підтримки. На даний момент роботи-манекени, роботи-кур'єри, роботи-санітари вже є реальністю. З'явилася велика кількість роботів, які виконують надзвичайно складні

маніпуляції. Прикладом цього може бути самозбірний робот ARES для проведення операцій без розрізу шкірних покривів, окремі функціональні блоки якого ковтаються пацієнтом, після чого всередині організму збираються в керований модуль, за допомогою якого проводиться хірургічне втручання [14].

Унікальний хірургічний робот Da Vinci дозволяє через невеликі отвори в шкірі виконувати найскладніші операції на внутрішніх органах. Чутливі маніпулятори точно відтворюють рухи рук хірурга, який сидить за пультом, при цьому фільтруючи тремтіння або випадкові різкі рухи. Низький травматизм і висока точність втручання істотно скорочують відновлюваний післяопераційний період. Обмін інформацією між маніпуляторами і пультом може здійснюватися на будь-якій відстані, що дозволяє проводити втручання пацієнтові, який знаходиться в географічно віддаленій від хірурга точці [19, 20, 22].

Медичною сенсацією стала Robotic Glove – рукавичка, оснащена датчиками (акселерометр і звукова система), які можуть сприймати вібрацію, звук і температуру і, передаючи зібрану інформацію на комп'ютер, сигналізувати про порушення функціонування органів, що вимагають негайної уваги. Вбудований зумер сприяє тому, щоб уражену ділянку розглядати більш детально. Можливими напрямками застосування зазначеного методу діагностики є раннє виявлення раку молочної залози, збільшених печінки та лімфатичних вузлів, оцінка причин болю в животі, ультразвукове вивчення аномалій серця. Застосування Robotic Glove в навчанні майбутніх лікарів сприятиме оволодінню ними практичних навичок обстеження хворих та постановки діагнозу.

Розробники роботів з Нідерландів об'єднали різні інформаційні системи в одну мережу і підключили до неї англійський медичний робот AMIGO, запропонований для впровадження в клінічну практику Лестерським університетом (Великобританія) наприкінці 2010 року з метою хірургічного лікування аритмій серця. AMIGO допомагає вводити через артерію катетер до пошкоджених ділянок серцевого м'яза. AMIGO став першим роботом, який самостійно підключився до єдиної європейської інформаційної мережі робототехнічного програмного забезпечення.

Ідея об'єднати розрізних роботів по всьому світу в одну єдину інформаційну мережу знайшла своє втілення наприкінці 2009 року: група інженерів з Технологічного університету в Ейндховені отримала схвалення проекту RoboEarth від Єврокомісії. До цього проекту увійшли дослідницькі групи розробників з Німеччини, Іспанії, Швейцарії, Нідерландів. Одним із найбільш потужних учасників проекту став концерн «Philips». Головна ідея проекту RoboEarth – створити універсальну систему управління з використанням інтернет-технологій і локальних комп'ютерних мереж, щоб зробити її доступнішою для користувачів.

Інноваційні технології у лікувальному процесі. Влітку 2012 року на Конгресі Європейського Товариства Кардіологів сектор фірми «Philips» «Охорона здоров'я» представив новітні розробки, які дозволять зробити лікування пацієнтів успішнішим і безпечнішим незалежно від складності операції і тяжкості стану хворого. «Philips» продемонструвала систему EchoNavigator, що використовує революційну технологію з інтервенційної візуалізації шляхом об'єднання рентгенографії та ехокардіографії, дозволяючи в режимі реального часу поєднати показання медичних приладів із зображенням. Кардіохірурги отримали більш інтерактивний і інтуїтивно зрозумілий спосіб проведення малоінвазивних процедур при лікуванні структурних захворювань серця. Революційне рішення дозволяє проводити лікування ішемічної хвороби серця при мінімальному інвазивному втручанні.

«Philips» також представила першу ангиографічну систему Allura Clarity з унікальною технологією Clarity IQ. Allura Clarity IQ пропонує найвищу в галузі якість зображення при коронарографії у випадку, якщо променеве навантаження зменшене в декілька разів. Традиційно зменшення дози опромінення під час інтервенційних рентгеновських процедур означало погіршення якості зображення і, як наслідок, ускладнювало постановку діагнозу і лікування пацієнтів. Перші клінічні випробування Allura Clarity показали, що зниження дози при коронарографії в середньому на 50 % не позначається на якості зображення. Дослідження, проведені, зокрема, при цифровій субтракційній ангиографії, показали можливість зниження дози аж до 83 %.

Такі технології здатні не тільки істотно підвищити ефективність діагностики, але і знизити ризик ускладнень через радіаційне опромінення у пацієнтів і медичного персоналу.

Отже, інформаційні технології найближчим часом змінять систему кардіологічної допомоги на всіх етапах догляду за пацієнтами.

Наукові дослідження у медицині. У новому тисячолітті виник ряд нових галузей, що розширюють можливості застосування новітніх інформаційних технологій:

1. Нанотехнології – зондова мікроскопія, тунельна спектроскопія, молекулярна діагностика клітин, мікроорганізмів, генних патологій, візуалізація та ідентифікація молекул білків, внутрішньоклітинних процесів при хімічних і хвильових впливах, молекулярне "збирання" біосенсорів, біосумісних полімерів і тканин, електронно-променевий і лазерний вплив на клітинні структури і молекули біологічних тканин.

2. Біомедичні дослідження в поєднанні з математичним і комп'ютерним моделюванням будови, функцій, поведінки, генезу і патологій живого організму, його систем, органів, тканин, клітин, енерго- і масообміну, фізичних полів, прийнятих сигналів, побудова і використання імітаційних моделей функціонування органів і

систем для комп'ютерного управління апаратурою життєзабезпечення і терапії, у тому числі з біологічним зворотним зв'язком.

3. Багатофакторні енергетичні впливи в діагностичних і терапевтичних цілях на системи, органи і тканини організму, в т.ч. на клітинному і генному рівнях за допомогою електромагнітного, лазерного, іонізуючого, теплового, ультразвукового модульованого (у часі і просторі) випромінювання з моніторингом стану організму.

4. Мікроаналіз біологічних рідин і тканин радіонуклідними, імуноферментними, люмінесцентними, інтерференційними аналітичними методами з автоматизацією відбору і приготування проб і комп'ютерною обробкою отриманої інформації.

5. Створення штучних органів і тканин, у т.ч. гібридних і забезпечення їх біологічної сумісності, їх інструментальна, терапевтична і фармакологічна підтримка в клініці і в побутових умовах пацієнта.

Новим методом у медицині, який у даний час знаходиться на ранніх етапах розвитку, є 3D-біопрінтинг, або тривимірний друк живих тканин.

Вчені з американського Інституту регенеративної медицини у 2012 році створили гібридний 3D-принтер, який у змозі виробляти життєздатні хрящові імплантати для пацієнтів, що їх потребують [17].

В основі цієї технології лежить пошарове осадження живих клітин із гідрогелю, який відіграє роль чорнила в струменевих принтерах. Однак такі надруковані конструкції, що складаються лише з природних біоматеріалів, виявилися не надто міцні. Цю проблему вирішили шляхом поєднання для побудови каркасу тканини живі клітини і синтетичний полімер. Розробники поєднали в одному приладі струменевий принтер і електропрядильну систему. За допомогою такої комбінації обладнання була отримана життєздатна хрящова тканина, яка володіє більш високою механічною міцністю, ніж натуральні матеріали в чистому вигляді. При цьому клітини, осаджені з традиційного гідрогелю, створюють сприятливе середовище для розростання імплантованої тканини в організмі пацієнта. У процесі друку каркаса полікапролактонові волокна чергувалися з еластичними хондроцитами з вухного хряща кролика. Виживаність хондроцитів у гібридному каркасі через тиждень після друку становила 80 %. Каркасні хрящі імплантували мишам і виявили, що отримана хрящова тканина здатна зберігати свої функціональні властивості як у лабораторних умовах, так і в живому організмі. Після перебування імплантатів у організмі миші впродовж восьми тижнів утворювалася нова хрящова тканина, причому її структура і властивості нічим не відрізнялися від звичайного еластичного хряща. Отже, випробування продемонстрували можливість використання нової технології для реальних пацієнтів.

Вчені сподіваються, що застосування технології біопринтингу дозволить виробляти прості структури тканин людини для токсикологічних випробувань. Це дозволить медичним дослідникам тестувати ліки на моделях печінки та інших органів, тим самим знижуючи потребу у випробуваннях на тваринах.

Інноваційні технології також дали можливість дослідникам зробити значний прорив у дослідженні функцій головного мозку людини. 10 грудня 2008 року в науковій періодиці з'явилася інформація про перший у світі вдалий досвід з візуалізації думок людини, який здійснила група японських спеціалістів з Обчислювальної нейробіологічної лабораторії Міжнародного дослідного інституту передових засобів телекомунікації (ATR) під керівництвом доктора Ю. Камітани. Було відкрито спосіб перетворення думок у візуальну інформацію, яку можна відобразити на моніторі комп'ютера [21].

Вчені зуміли перехопити електричний сигнал, що від сітківки ока передається у відповідну зону кори головного мозку і відтворити на його основі зоровий образ. Це перше розпізнання моделі індивідуального зорового сприйняття людей на основі аналізу сигналів, отриманих при розгляданні 440 статичних картинок. МРТ-томограф виявляв зміни в течії крові через зміни в зоровій корі головного мозку, пов'язані з активністю тих чи інших груп нейронів. Після чого була встановлена кореляція між пікселями на текстовому зображенні і нейронами, що активізуються. Проте розпізнавання рухомого зображення за допомогою МРТ-томографії, на відміну від статичних картинок, на практиці не вдавалося реалізувати через те, що сканер реєструє зміни в потоці крові через кору мозку, а вони відбуваються набагато повільніше, ніж змінюються нервові сигнали (затримка в часі може складати біля 7 секунд).

Проблема була розв'язана внаслідок створення двоступеневої моделі, яка описує окремо нервові клітини і сигнали від потоку крові, про що в жовтні 2009 року доповів професор нейробіолог Д. Геллент з Каліфорнійського університету в Берклі на зустрічі Асоціації неврології разом з колегою програмістом Ш. Нішімото. Вони продемонстрували, що можна створити грубу репродукцію відеоролика, який людина вже продивилася, на основі аналізу активності мозку за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення [18].

У рамках проекту з комп'ютерного моделювання неокортексу людини «Блакитний Мозок» (започаткований у 2005 році компанією ІВМ і Швейцарським Федеральним технічним Інститутом Лозанни) у 2010 році дослідники зуміли виявити підсвідоме мислення і навіть охарактеризувати діяльність мозку, що стоїть за ним. Мета дослідження полягала у визначенні різниці між активністю мозку, пов'язаною зі свідомим сприйняттям, і діяльністю, пов'язаною з несвідомим сприйняттям. Дослідження мозкової діяльності відбувалося на підставі аналізу електроен-

цефалограм. Було показано, що свідомість «включається» приблизно через півсекунди після сприйняття, що з філософської точки зору ставить під сумнів концепцію волі.

Слід зазначити, що розробки з візуалізації думки викликають певну стурбованість. Тому багато дослідників є обережними щодо використання термінології (замість терміну «читання думок» застосовують термін «декодування нейронної активності»).

Розвиток технології візуалізації думки є перспективним щодо розуміння процесів, що відбуваються у мозку тих, хто не може розмовляти, наприклад у хворих, які постраждали від інсульту чи знаходяться в комі.

28 січня 2013 року започаткований проект «Людський мозок», який є одним із двох проектів, які будуть отримувати підтримку від Європейської комісії Future and Emerging Technologies (FET) Initiative. Г.Маркрам, засновник та співдиректор проекту, сподівається, що впродовж наступного десятиліття (до 2023 р.) консорціум проекту з понад 80 установ буде використовувати щорічно до 100 мільйонів доларів на фінансування створення повної цифрової моделі людського мозку. "Це інфраструктура, яка дасть можливість будувати і моделювати людський мозок, об'єктивно класифікувати захворювання головного мозку, і побудувати принципово нові обчислювальні пристрої", – так оцінює зазначений проект Г. Маркрам. Проект «Людський мозок» є наступником проекту «Блакитний Мозок», у рамках якого вже проводилися експерименти на реальних нейронах, а отримані результати наблизилися до високого рівня реалізму [16].

Чим краще ми знаємо, що собою являє мозок, тим краще ми зможемо діагностувати і лікувати неврологічні захворювання. Тому комп'ютерні технології є надзвичайно перспективними для цієї галузі медичної науки і можуть внести неocenний вклад у лікувальний процес у майбутньому.

Література

1. Закон України від 02.10.1992 № 2657-ХІІ «Про інформацію» // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 48. – С. 650.
2. Закон України від 05.07.1994 № 80/94-ВР «Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах» // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 31. – С. 286.
3. Закон України від 01.06.2010 № 2297-VI «Про захист персональних даних» // Відомості Верховної Ради України. – 2010. – № 34. – С. 481.
4. Качмар В.О. Стан розвитку медичної інформатики в Україні / В.О. Качмар // Мед. транспорту України. – 2009. – № 4. – С. 95-99.
5. Кузьмук В. В. Роль інформаційних технологій у донологічній оцінці стану здоров'я людини / В.В. Кузьмук, О.О. Супруненко: Тезиси і доклади Міжнародної конференції ["Інтегративна медицина"], 24-25 мая 2008 г. – К.: Алтмед, 2008. – С. 108-109.
6. Лобас В.М. Електронні засоби державного управління охороною здоров'я: Навчальний посібник / В.М. Лобас, А.В. Владзимирський, В.В.Мозговой. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2012. – 222 с.

7. Любченко К.М. Экспертні системи в практичній медицині / К.М. Любченко // Вісн. НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук. пр. – К.: Век+, – 2008. – № 49. – С. 3-7.
8. Наказ МОЗ від 26.03.2010 № 261 «Про впровадження телемедицини в закладах охорони здоров'я» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL http://moz.gov.ua/ua/portal/dn_20100326_261.html.
9. Наказ МОЗ від 30.08.2012 № 666 «Про затвердження Порядку ведення електронного реєстру пацієнтів Вінницької, Дніпропетровської, Донецької областей та м. Києва» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1579-12>.
10. Суботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник / С.О. Суботін. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.
11. Хвищун А.І. Принципи формування єдиної медичної інформаційної системи великого міста / А.І. Хвищун, В.О. Качмар, Р.А. Бунь // Луган. інформ. вісник. – 2008. – № 1. – С. 192-194.
12. Гулиев Я.И. Внедрение информационных систем в медицине: финансовый анализ / Я.И. Гулиев, И.Ф. Гулиева, Е.В. Рюмина // Аудит и финансовый анализ. – 2009. – № 2. – С. 457-464.
13. Джарратано Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е издание, пер. с англ. / Д. Джарратано, Г. Райли – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2007. – 1152 с.
14. A reconfigurable modular robotic endoluminal surgical system: vision and preliminary results / K. Harada, D. Oetomo, E. Susilo [et al.] // *Robotica*, – 2010. – Vol. 28, Sp. Is. 02. – P. 171-183.
15. Argus II Study Group / A.K. Ahuja, J.D. Dorn, A. Caspi [et al.] // *Br. J. Ophthalmol.* – 2011. – Vol. 95, Is. 4. – P. 539-543.
16. Hatsopoulos N.G. Columnar organization in the motor cortex / N.G. Hatsopoulos // *Cortex*. – 2010. – Vol. 46, Is. 2. – P. 270-271.
17. Hybrid printing of mechanically and biologically improved constructs for cartilage tissue engineering applications / T. Xu, K. W. Binder, M.Z. Albanna [et al.] // *Biofabrication*. – 2013. – Vol. 5, Is. 1. – P. 1-10.
18. Reconstructing Visual Experiences from Brain Activity Evoked by Natural Movies / Sh. Nishimoto, An.T. Vu, T. Naselaris [et al.] // *Current Biology*. – 2011. – Vol. 21, Is.19. – P. 1641-1646.
19. Residency training program paradigms for teaching robotic surgical skills to urology residents / S. Grover, G.Y. Tan, A. Srivastava [et al.] // *Curr. Urol. Rep.* – 2010, Is. 11. – P. 87-92.
20. Robotic versus open radical hysterectomy: a comparative study at a single institution / E.M. Ko, M.G. Muto, R.S. Berkowitz [et al.] // *Gynecol. Oncol.* – 2008. – Vol. 111 (3). – P. 425-430.
21. Visual Image Reconstruction from Human Brain Activity using a Combination of Multiscale Local Image Decoders / Y. Miyawaki, H. Uchida, O. Yamashita [et al.] // *Neuron*. – 2008. – Vol. 60, Is. 5. – P. 915-929.
22. White M.A. Robotic single-site surgery / M.A. White, G.P. Haber, J.H. Kaouk // *Curr. Opin. Urol.* – 2010. – Vol. 20. – P. 86-91.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Е.И. Олар, О.Ю. Микитюк, В.И. Федив, М.А. Иванчук, О.В. Гуцул

Резюме. Показано взаимосвязь между развитием информационных технологий и практической медициной.

Ключевые слова: медицина, компьютерные технологии.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN MEDICINE: STATE OF ART AND PROSPECTS

O.I. Olar, O.Yu. Mykytiuk, V.I. Fediv, M.A. Ivanchuk, O.V. Gutsul

Abstract. A relationship between the development of information technologies and practical medicine is shown.

Key words: medicine, computer technologies.

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi)

Рецензент – доц. В.П. Унгуриян

Buk. Med. Herald. – 2013. – Vol. 17, № 2 (66). – P. 155-160

Надійшла до редакції 14.03.2013 року