Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. СТРАТЕГІЇ ОТРИМАННЯ МЕДИЧНИХ ЗНАНЬ. ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ

Методичні рекомендації
для практичних занять здобувачів вищої освіти 2-го року навчання
з дисципліни «Медична інформатика»

Електронний ресурс

Харків – 2023

УДК 61:004.832(072)
М 54

Рецензенти:

Д. В. Бреславський – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерного моделювання процесів та систем Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

В. П. Берест – доктор фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри молекулярної і медичної біофізики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 9 від 16 червня 2023 року)

М 54 **Методи** підтримки прийняття рішень. Стратегії отримання медичних знань. Експертні системи : методичні рекомендації для практичних занять здобувачів вищої освіти 2-го року навчання з дисципліни «Медична інформатика» [Електронний ресурс] / укладачі О. В. Мартиненко, Л. В. Малярова. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. – (PDF 35 р.)

У методичних рекомендаціях наведені покрокові інструкції (алгоритм виконання навчальних дій) щодо роботи здобувачів вищої освіти 2-го року навчання при вивченні теми «Методи підтримки прийняття рішень. Стратегії отримання медичних знань. Експертні системи» на практичному занятті з дисципліни «Медична інформатика».

УДК 61:004.832(072)

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2023
© Мартиненко О. В., Малярова Л. В., укл., 2023

ЗМІСТ

Вступ…….....4
Методи підтримки прийняття рішень……..…….....6
Експертні системи…….…….....12
Моделювання медико-біологічних процесів……26
Тестові завдання для самоконтролю……..29
Контрольні питання для визначення кінцевого рівня знань та умінь…….....32
Література …….....33

ТЕМА. МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. СТРАТЕГІЇ ОТРИМАННЯ МЕДИЧНИХ ЗНАНЬ. ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ

Вступ

I. Час проведення заняття - 2 години.

II. Місце проведення заняття: комп'ютерний клас кафедри гігієни та соціальної медицини.

III. Актуальність теми: Сучасний рівень розвитку інформаційних технологій дозволяє ставити і вирішувати завдання створення та впровадження різних систем підтримки прийняття рішень (СППР), в тому числі, і для ідентифікації об'єктів або їх станів. Необхідність використання СППР в управлінні очевидна, оскільки швидкий розвиток і ускладнення економічних, соціальних, технічних зв'язків, наявність складних взаємозв'язків між окремими процесами і явищами призводять до різкого зростання труднощів прийняття рішень. Наслідки помилок стають більш значущими. Використання СППР дозволить зняти гостроту проблеми, мінімізувавши кількість допускаються помилок. Особливої актуальності прийняття вірних рішень має в медицині та охороні здоров'я, так як помилкові дії в тактиці чи стратегії лікування хворого можуть призвести до подальшої втрати здоров'я людини. З розвитком медичних інформаційних технологій стали актуальними питання створення СППР, призваних у складі медичних інформаційних систем (МІС) надати лікарю дієву оперативну допомогу при лікуванні хворого.

IV. Мета: Ознайомитися з основними видами, факторами, етапами та методами прийняття медичних рішень; основними елементами, функціями та характеристиками експертних систем.

V. Методичне забезпечення:

1. Робоча програма з медичної інформатики
2. Календарно-тематичний план з медичної інформатики
3. Матеріали лекції, методичні розробки кафедри
4. Наочний матеріал за темою практичного заняття (презентації, схеми, таблиці тощо)
5. Комп'ютер, Інтернет, пакет прикладних програм

VI. В результаті самостійної підготовки за темою практичного заняття студент повинен знати:

1. Основні види медичних рішень;
2. Підходи до прийняття медичних рішень;
3. Методи прийняття рішень в медицині;
4. Фактори впливу на процес прийняття рішень;
5. Загальні поняття про системи знань;
6. Етапи моделювання, характеристики та приклади експертних систем;
7. Основні види моделювання медико-біологічних процесів.

VII.В результаті вивчення теми студент повинен вміти:

1. Розрізняти основні види медичних рішень;
2. Застосовувати на практиці основні підходи до прийняття медичних рішень;
3. Застосовувати на практиці основні методи прийняття рішень в медицині;
4. Визначати фактори впливу на процес прийняття рішень;
5. Розрізняти тапи моделювання, характеристики та приклади експертних систем;
6. Визначати основні види моделювання медико-біологічних процесів.

VIII. Методика проведення заняття:

Привітання та облік відвідування занять здобувачами - 5 хв

Вступне слово про тему заняття - 5 хв

Опитування студентів, перевірка домашнього завдання - 30 хв

Пояснення складних моментів теми, доповнення сучасними даними - 15 хв

Контроль знань студентів (тестування) та вирішення ситуаційних задач - 20 хв

Домашнє завдання та завершення заняття - 5 хв

МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Види медичних рішень та підходи до їх прийняття

Рішення - це вибір одного варіанту дій із багатьох. Рішення в медицині - це фіксований медичний акт, який спрямовує діяльність медичного трудового колективу або окремого лікаря до досягнення цілей, поставлених перед медичною організацією або лікарем.

До медичних рішень належать програмовані або непрограмовані. Програмовані ті, де визначена наперед послідовність кроків у прийнятті рішень. Непрограмовані ті, які виникають при нових ситуаціях або при невідомих факторах.

Залежно від виду проблем та підходів їх вирішення у процесі формування медичних рішень, їх розділяють на інтуїтивні, основані на судженнях та раціональні рішення.

Інтуїтивні медичні рішення - це вибір альтернативи чи варіанта на основі відчуття, що вона або він правильні. Рішення, засноване на судженнях - це вибір альтернативи на основі знань або досвіду. Раціональне медичне рішення - це вибір альтернативи за допомогою об'єктивного аналітичного процесу. До аналітичного процесу належать діагностика хвороб, формування критеріїв діагностики хвороб, скорочення числа альтернатив, оцінка альтернатив та вибір альтернатив.

У процесі прийняття медичних рішень лікарю необхідно **відповісти** на такі питання:

- що робити;

- як робити;

- кому доручити роботу;

- що це дає, тощо.

Процес прийняття медичних рішень досить складний і багатогранний, а також залежить від кваліфікації лікаря, ситуації та ін.

Найбільш визнаним підходом до прийняття медичних рішень є дотримання процедури виконання обов'язкових дій:

- розпізнавання проблеми;

- встановлення цілей розв'язання проблеми;

- вивчення проблеми за допомогою збирання та оброблення інформації, результатів аналізів, огляду хворого, медичної картки;

- обґрунтування альтернативних дій;

- порівняння та відбір альтернатив;

- формулювання та видавання рішень.

Методи прийняття рішень в медицині

До основних методів прийняття медичних рішень належать:

- матричний;

- теорії ігор;

- дерево рішень;

- аналітично-систематизаційний;

- ділових ігор;

- груповий тощо.

Матричний - це занесення до матриці (прямокутної таблиці чисел) усіх можливих наслідків реалізації рішення.

Теорії ігор - це розрахунки можливих наслідків хвороби, дій медичних препаратів, наслідків застосування інших методів лікування, які можуть бути використані у конкретній ситуації.

Дерево рішень - це з'ясування розгалуження медичної проблем і рішень шляхом теорії графів та ймовірностей.

Аналітично-систематизаційний - це сукупність трьох складових:

- аналізу ситуації;

- аналізу проблем;

- аналізу рішень.

Ділова гра - це імітаційна гра, яка моделює медичну діяльність і дає можливість передбачити причини, що змінюють процес лікування.

Груповий - це створення деякими медичними колективами груп для прийняття важливих рішень.

Фактори впливу на процес прийняття рішень та організація їх виконання

До факторів як позитивного, так і негативного впливу на процес прийняття медичних рішень відносять особисті оцінки лікаря, середовище прийняття рішень, інформаційні обмеження, негативні наслідки, взаємозалежність рішень, тощо.

Особисті оцінки лікаря - це суб'єктивна оцінка стосовно корисності, шкідливості, наслідків та інше. Середовище прийняття рішень - це обставини, при яких приймається рішення. Це може бути при обставинах визначеності, невизначеності або ризику. Інформаційні обмеження - це недоступність або дорожнеча інформації. Обмеження у поведінці - це перешкоди за рахунок можливих негативних наслідків у процесі прийняття рішень. Негативні наслідки

- це компроміси при прийнятті рішень, коли знають наперед про можливість як позитивного, так і негативного результату лікування, застосування того або іншого медичного препарату. Взаємозалежність рішень - це взаємозв'язок головного рішення з другорядним, взаємовплив медичних препаратів, методів лікування, різних хвороб.

Медичні рішення приймаються для того, щоб їх потім виконувати. Доки рішення не впроваджено на практиці, до того часу воно залишається лише рекомендацією, а для виконання його необхідна певна робота з боку лікаря.

Для організації впровадження рішень лікареві необхідно знати стан хворого, специфіку захворювання, потреби і наявність матеріальних засобів, методи виконання цілей тощо.

Основними операціями щодо організації виконання рішень в медицині є визначення термінів виконання рішень, призначення відповідального виконавця, доведення рішення до виконавця або до колективу виконавців, матеріально-технічне забезпечення процесу лікування, роз'яснення цілей і завдань на медичній нараді, координація дій виконавців, мотивація діяльності виконавців, контроль виконання рішення за допомогою зворотнього зв'язку, коригування раніше прийнятого рішення.

Загальні поняття про системи знань

Люди мають запас "знань" про світ, у якому вони живуть. Деякі види знань загальновідомі; до них відносяться знання, пов'язані із прийомом їжі або водінням автомобіля. Інші знання більш спеціальні, наприклад ті, що використовуються експертами. Знання звичайно представляються у вигляді *фактів,* характерних для навколишнього світу (тобто класів об'єктів і взаємозв'язків між ними), процедур і правил маніпулювання фактами, а також у вигляді інформації про те, коли і як варто застосовувати правила й процедури.

Об'єкти групують за класами. Терапевт, окуліст, хірург, стоматолог, фельдшер, медсестра можуть означати об'єкти. їх можна віднести до класу "медики". Крім того терапевт, окуліст, ендокринолог, можуть класифікуватися як "лікарі", а фельдшер, медсестра - як "середній медперсонал". Перевага будь-якої класифікації в тому, що достатньо пам'ятати тільки характеристики класу, а не кожного окремого об'єкта. Ми можемо визначити також відношення між класами чи окремими об'єктами. Наприклад стоматолог - керівник медсестри; медсестра - асистент хірурга; Іван - підлеглий Марії. Знання про об'єкти та їх взаємовідношення дозволяють класифікувати ці об'єкти і співвідносити між собою.

Інший тип знання - *правила.* Вони дають можливість визначити, як вивести нові відмінності класу чи відношення для об'єктів, раніше не поділених на класи. Природно, що подання якого-небудь процесу обробки знань вимагає дуже складного набору правил і експерти схильні застосовувати правила й процедури, незрозумілі для неспеціалістів. Найчастіше сам експерт не в змозі по-справжньому усвідомити використовуваний ним процес обробки знань при формулюванні судження.

Отже, ми ввели дві складові - факти й правила. Третій необхідний компонент процесу обробки знань - керуюча структура; вона визначає спосіб застосування різноманітних правил. Будь-яка керуюча структура дозволяє вирішити, яке із правил повинне застосовуватися наступним. У більшості реальних ситуацій кількість необхідних правил дуже велика, і при цьому можливі різні форми керуючих структур. Правила можна вибирати послідовно, або ж деяка підмножина правил може бути застосована для вибору наступного правила (такі підмножини мисляться як правила більш високого рівня, або метаправила). Механізм застосування правил у тих ситуаціях, коли потрібно робити їх вибір, є прерогативою керуючої структури.

Для опису процесу обробки знань можна використати як декларативні знання (класи, відносини), так і процедурні знання (правила й керуючі структури). Границя між ними дуже розмита. Чим менше знань ми декларуємо, тим більше процедурних знань необхідно, і навпаки. У реальних умовах розходження між декларативними й процедурними знаннями не має істотного значення, оскільки визначення того або іншого правила може розглядатися як декларативне знання.

Людина, розуміючи мову, зображення, образи тощо для вирішення виникаючих задач використовує знання з конкретної предметної області. Для виконання тієї ж роботи комп'ютером необхідно знання представити в деякій стандартній формі і скласти програму їх обробки.

При використанні традиційних структурних мов програмування необхідні знання вміщуються безпосередньо в прикладну програму і складають з нею єдине ціле. Однак такий підхід утруднює розуміння того, яким чином використовуються знання і яка їх роль. Тобто знання, закладені в програму, і сама програма їх обробки жорстко пов'язані між собою і існує можливість отримати з наявних знань лише ті висновки, які передбачені програмою їх обробки.

В системах, що ґрунтуються на концепції штучного інтелекту та інженерії знань (системи знань), така проблема відсутня. В цих системах функції зберігання знань і функції вирішення задач розділені подібно до баз даних (БД), де СУБД забезпечує автономне зберігання даних і програм їх обробки.

Система знань - це система програмного забезпечення, основними структурними елементами якої є база знань і механізм логіч-. них висновків.

В системах знань:

- знання представляються в конкретній формі в базі знань, яка дозволяє їх легко визначати, модифікувати і поповнювати;
- функції вирішення задач реалізуються автономним механізмом логічних висновків, зроблених на основі знань, що зберігаються в базі.

Знання у вигляді набору фактів (предметне знання) і евристичних прийомів (їх можна назвати емпіричними правилами) вводяться в комп'ютер. Програма застосовує ці евристичні прийоми для вироблення рішень. Хід міркувань системи може бути розкритий користувачеві для того, щоб показати, як вона прийшла до конкретного висновку.

Комп’ютерні програми, як правило, пристосовані для розв’язання точно визначеного кола задач. Розширити чи якось змінити це коло можна тільки шляхом внесення у програму відповідних інструкцій програміста. Але таке удосконалення потребує багато часу і завжди існує ймовірність додаткових помилок. Розвиток технологій штучного інтелекту (програмних засобів, які можуть у певних межах імітувати на комп’ютері деякі риси мислення людини) зумовив появу нового класу програмних засобів, здатних до самонавчання та накопичення нової, корисної інформації. Саме до цього класу належать експертні системи, які широко застосовуються в медицині для підтримки прийняття рішень при розв’язанні різноманітних проблем діагностики, прогнозування, лікування, управління, навчання і т. ін.

ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ

Експертні системи — це складні програмні пакети, що акумулюють знання висококваліфікованих фахівців у конкретних предметних галузях і здатні на їхній основі давати обгрунтовані рекомендації чи розв’язати поставлену задачу з поясненнями у зрозумілій формі.

Існує багато видів експертних систем, серед яких можна виділити наступні:

- експертні системи інтерпретації даних, що визначають зміст даних, зокрема даних медичних спостережень та дослідів;

- експертні системи діагностики, під час якої визначається характер відхилення стану об’єкта від норми і на цій основі його зараховують до відповідної категорії.;
- експертні системи моніторингу, орієнтовані на неперервну інтерпретацію даних у реальному часі та сигналізацію про вихід тих чи інших параметрів за допустимі межі, зокрема, експертні системи медичного моніторингу в палатах реанімації;
- експертні системи прогнозування логічно роблять імовірнісні висновки про майбутній перебіг подій із ситуацій, що склалися, з урахуванням усіх обставин. В медицині з їхньою допомогою прогнозують перебіг хвороби при різних схемах лікування, визначаючи найкращу для конкретного хворого;
- експертні системи навчання визначають похибки при вивченні якоїсь дисципліни, збираючи при цьому та аналізуючи дані про «слабкі місця», а потім дають необхідні пояснення та рекомендації, що визначають, які вправи потрібні для поліпшення підготовки майбутнього лікаря;
- експертні системи планування визначають оптимальні плани дій об’єктів, здатних виконувати деякі функції;
- експертні системи проектування готують документацію на створення об’єктів із заздалегідь визначеними властивостями, що містять навіть готові креслення та відповідний опис.

За ступенем інтеграції експертні системи розрізнюють таким чином:

- автономні експертні системи, що працюють безпосередньо у режимі консультацій з користувачем без застосування якихось традиційних методів обробки даних (розрахунки, моделювання та ін.);
- гібридні експертні системи, що містять стандартні пакети прикладних програм обробки, СУБД, електронні таблиці та засоби управління ними.

Зрозуміло, що гібридні експертні системи значно складніші, але їх можливості виправдовують витрати на їх розробку та обслуговування.

Моделювання експертних систем

При створенні експертної системи група, що складається з експертів і інженерів по знанню, збирає факти, правила й евристичні правила. Зібрані дані і знання далі включаються в програму штучного інтелекту.

Експертні системи можуть функціонувати в двох режимах роботи: режимі навчання і режимі роботи.

При роботі в режимі навчання ЕС знаходиться в активному діалозі з експертом. При цьому відбувається заповнення баз даних і знань як на підставі інформації, що вводиться самим експертом, так і на підставі його відповідей на питання, які ЕС сама активно задає експертові. Останній режим роботи, коли експерт виявляється в ролі опитуваного, обумовлений тим, що експертна система, як накопичувач емпіричного досвіду в предметній області, "бачить" ту необхідність зв’язку фактів і знань, що може бути упущена самим експертом.

У режимі роботи ЕС виконує ті функції, для яких вона створюється із споживчої точки зору.

*Функці*ї експертних систем:

1. Експертиза проектів.
2. Оцінка кваліфікації фахівців.
3. Постановка діагнозу.
4. Оцінка ефективності лікування.
5. Призначення схеми лікування.

З урахуванням усього вищесказаного, експертна система – це "інтелектуальна" програма, що виконує функції експерта при рішенні якої-

небудь задачі в області його компетенції. ЕС, як і експерт-людина, у процесі своєї роботи оперує зі знаннями. Знання про предметну область, що необхідні для роботи експертної системи, певним чином формалізовані і представлені в пам’яті у вигляді бази знань, що може змінюватися і доповнюватися в процесі розвитку системи.

ЕС виникли як значний практичний результат у застосуванні і розвитку методів штучного інтелекту (ШІ) – сукупності наукових дисциплін, що вивчають методи вирішення задач інтелектуального, творчого характеру, з використанням ЕОМ.

Область ШІ має вже більш ніж 40-річну історію розвитку. Із самого початку в ній розглядався ряд досить складних задач, що і дотепер є предметом досліджень: автоматичний доказ теорем, машинний переклад з однієї мови на іншу, розпізнавання зображень і аналіз схем, планування дій роботів, алгоритми і стратегії ігор. З часом змінюється точка зору на методи рішення цих задач.

У 50-і роки основним напрямком розвитку систем ШІ було моделювання роботи людського мозку за допомогою нейронних мереж. Однак, через недостатньо високий рівень розвитку обчислювальної техніки в той час, розробка нейронних мереж поступилася місцем іншим методам ШІ і знову активізувалася лише в 80-і роки, коли були розроблені перші нейрокомп'ютери.

У 60-і роки основна увага була приділена розробці загальних методів евристичного пошуку методів, заснованих на евристиках (неформалізованих правилах рішення задач). Приклад універсальної евристики, у якій сформована стратегія рішення задач відома як пошук у глибину:

ЯКЩО – метод рішення задачі невідомий,

ТО – варто спробувати розбити задачу на частині і вирішити кожну з них як самостійну задачу.

Цей простий приклад демонструє всі особливості евристик: нечіткість, обмеженість області застосування. Досвід показав, що універсального набору евристик, що дозволяє вирішити задачу з будь-якої області і будь-якої складності, очевидно, не існує.

Інтелектуальні розв'язники задач, побудовані на наборах загальних евристик, виявилися в змозі вирішувати лише "іграшкові" задачі. Однак саме дослідження методів евристичного пошуку виявилося необхідним кроком до наступного етапу розвитку.

З кінця 60-х років провідні спеціалісти в області ШІ істотно змінили свою точку зору на методи рішення задач. Було з'ясовано, що ефективність методу рішення задачі залежить у першу чергу від конкретних знань про досліджувану область, і лише в останню – від загальних стратегій і схем логічного висновку.

Цей принцип – один з найважливіших принципів розробки ЕС. Інакше кажучи, чим більш універсальну систему ШІ планується зробити, тим меншою потужністю вона буде володіти (здатна буде вирішувати лише дуже прості задачі). І навпаки, чим більш ми конкретизуємо область, задачу і знання про її рішення, тим вище буде "інтелектуальний рівень" системи, що вирішує дану задачу з використанням вкладених у неї знань: однак при цьому система буде здатна вирішувати тільки одну задачу.

Першою системою заснованої на такому підході стала система DENDRAL, розроблена в 1965 році в Стенфордському університеті. Система DENDRAL – висококваліфікований експерт в області хімії. Вона вирішує задачу побудови можливих хімічних структур по експериментальним даним про досліджувану речовину. Ця система у своїй роботі використовує базу знань, що містить не загальні евристичні правила, подібні приведеним вище, а кілька десятків

евристик – специфічні правила міркувань, що відбивають, властивих хімікам. Ця система з’явилася новим етапом у розвитку ЕС.

Проблеми пов’язані з побудовою експертних систем.

Перші труднощі виникають у зв’язку з постановкою задачі. Більшість замовників, плануючи роботу ЕС, внаслідок недостатньої компетентності в питаннях застосування методів ШІ, схильні значно перебільшувати очікувані можливості системи. Замовник бажає бачити в ній самостійного, мислячого експерта в досліджуваній області, здатного вирішувати широке коло задач. Тому, коли замовник формулює задачу системі, вона виходить занадто широкої, занадто громіздкої для системи. І як наслідок, система втрачає свою продуктивну потужність. Тому найбільше доцільно обмежиться для початку не занадто складною доступною для огляду задачею в розглянутій області, для рішення якої немає простого алгоритмічного способу. Крім того, важливо, щоб вже існувала сформована методика рішення цієї задачі "вручну" або якими-небудь розрахунковими методами. Для успішної розробки ЕС необхідна не тільки чітка і конкретна постановка задачі, але і розробка докладного (хоча б словесного) опису "ручного" методу її рішення. Якщо це зробити важко, то подальша робота з побудови експертної системи втрачає зміст.

Другі й основні труднощі – проблема набуття знань. Ця проблема виникає при передачі ЕС знань, якими володіють експерти-люди. Зрозуміло, для того щоб навчити комп’ютерну систему для початку необхідно формалізувати, систематизувати ці знання на папері. Це може показатися парадоксальним, але більшість експертів успішно використовуючи свої знання в роботі, утруднюються при спробі сформулювати і представити в систематичному виді хоча б основну частину цих знань.

Таким чином, з’ясовується, що для побудови експертної системи необхідна участь у ній особливого роду фахівців, що володіють зазначеною сукупністю знань і виконуючих функцій посередників між експертами в предметній області і комп’ютерних системах. Вони одержали назву інженери знань.

Треті серйозні труднощі – у дуже великій трудомісткості створення ЕС: потрібно розробити засоби керування базою знань, логічного висновку, діалогової взаємодії з користувачем і т.д. Обсяг програмування настільки великий, а програми настільки складні і не традиційні, що має сенс на попередньому етапі створювати демонстраційний прототип системи.

Функціонування експертних систем

Аналіз роботи експертної системи найбільше зручно провести, попередньо розглянувши її структурну організацію (рис.1).

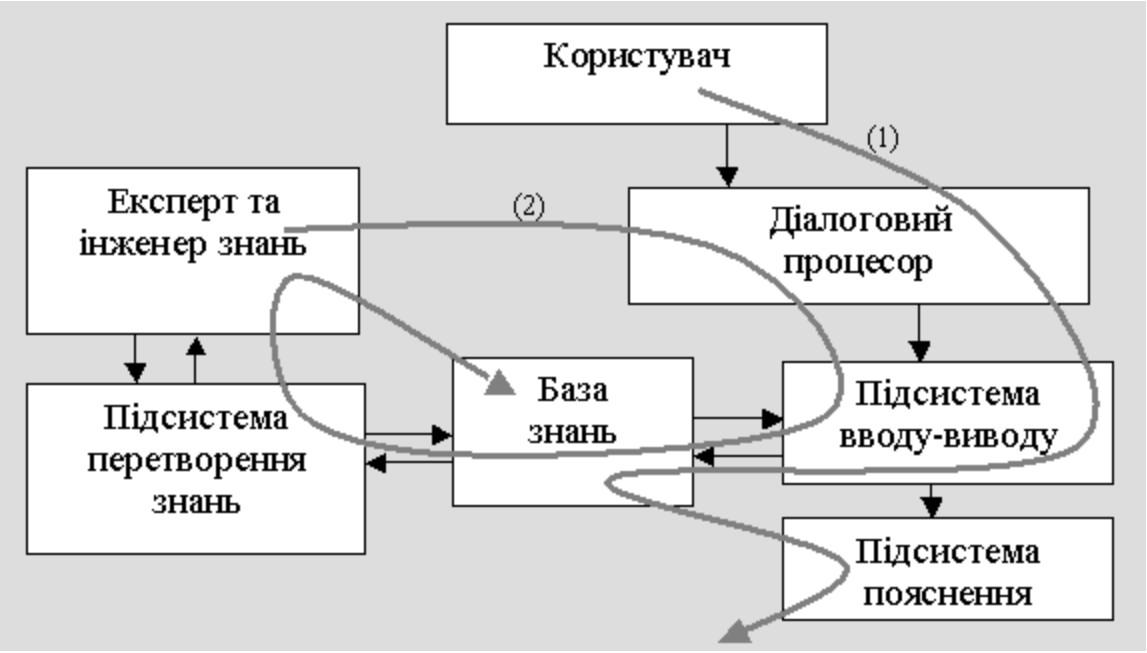

Рис. 1.

ЕС має дві категорії взаємодії і два окремих входи, що відповідають різним цілям роботи користувачів з ЕС:

1. Користувач, якому буде потрібна консультація ЕС – діалоговий сеанс роботи з нею, у процесі якого вона вирішує деяку експертну задачу. У цьому випадку діалог з ЕС здійснюється через діалоговий процесор – спеціальний компонент ЕС, призначений для забезпечення контакту користувача і ЕС. Існує дві основні форми діалогу з ЕС – діалог на обмеженій підмножині природної мови і діалог на основі меню. На рисунку 1 послідовність процесів у структурі ЕС зображена у виді сірої ламаної лінії (1).
2. Експертна група інженерії знань, що складає з експертів у предметній області й інженерів знань. У функції цієї групи входить заповнення бази знань, яке здійснюється за допомогою спеціального діалогового компонента ЕС – підсистеми перетворення знань, що дозволяє частково автоматизувати цей процес. Послідовність процесів при контакті з ЕС контактної групи знань зображена у виді сірої ламаної лінії (2).

База знань – найбільш важливий компонент ЕС, на якій засновані її "інтелектуальні здібності". У відмінності від всіх інших компонентів ЕС, база знань – змінна частина системи, що може поповнюватися і модифікуватися інженерами знань, у міру нагромадження знань і досвіду використання ЕС, між консультаціями. Існують кілька способів представлення знань у ЕС, однак загальним для усіх них є те, що знання представлені в символьній формі, елементарними компонентами представлення знань є тексти, списки й інші символьні структури. Тим самим, у ЕС реалізується символьна природа міркувань, що полягає в тім, що процес міркування представляється як послідовність символьних перетворень.

Найбільш розповсюджений спосіб представлення знань – у виді конкретних фактів і правил, по яких з наявних фактів можуть бути виведені нові. Факти представлені, наприклад, у виді трійок:

(АТРИБУТ, ОБ’ЄКТ, ЗНАЧЕННЯ)

Такий факт означає, що заданий об’єкт має заданий атрибут (властивість) із заданим значенням. Наприклад, трійка (ТЕМПЕРАТУРА, ПАЦІЄНТ, 37.5) представляє факт – "температура хворого дорівнює 37.5 градусів". Такий спосіб представлення фактів прийнятий у системі MYCIN. У більш простих випадках факт виражається не конкретним значенням атрибута, а яким-небудь простим твердженням, що може бути істинним або хибним. Наприклад: "*У хворого нежить*". У таких випадках факт можна позначати яким-небудь коротким ім’ям або використовувати для надання факту сам текст відповідної фрази. Правила в базі знань мають вигляд:

ЯКЩО **A** ТО **S**, де A – умова, S – дія.

Дія S справджується, якщо A істинно. Найчастіше дія S, так само, як і умова, являє собою твердження, що може бути виведено системою, якщо істинна умова правила A.

Правила в базі знань служать для представлення евристичних знань (евристик), тобто неформальних правил міркувань, вироблюваних експертом на основі досвіду його роботи.

Приклад ЯКЩО … → … ТО :

ЯКЩО У ХВОРОГО НЕЖИТЬ, *ТО* НЕЗАБАРОМ ВІН ЗАХВОРІЄ НА ГРИП.

Як умова A може виступати або факт, або кілька фактів з’єднаних логічною операцією I: A и A_1 і A_2 і... An.

У математичній логіці таке вираження називається кон'юнкцією. Воно вважається вірним у тому випадку, якщо вірні всі його компоненти. Дії, що входять до складу правил, можуть містити нові факти. При застосуванні таких правил ці факти стають відомі системі, тобто включаються в безліч фактів, що

називається робочою множиною. Якщо система не може вивести деякий факт, істинність або хибність якого потрібно встановити, то система питає про нього користувача.

Підсистема вводу-виводу – програмний компонент ЕС, що реалізує процес її міркувань на основі бази знань і робочої *множини*. Мета роботи ЕС – вивести деякий заданий факт, що називається цільовим твердженням, або спростувати цей факт. При наданні фактів у вигляді трійок цільове твердження формується у вигляді: "Знайти значення атрибута А у об’єкта О". Цільове твердження може бути закладене заздалегідь у базі знань системи, або витягується системою з діалогу з користувачем.

Робота системи являє собою послідовність кроків, на кожному з яких з бази знань вибирається деяке правило, що застосовується до поточного вмісту робочої *множини*. Цикл закінчується, коли виведене або спростоване цільове твердження. Цикл роботи ЕС інакше називається логічним висновком. *Логічний* висновок може відбуватися багатьма способами, у більшості випадків це зворотний ланцюжок міркувань або прямий ланцюжок міркувань.

У прикладі діалогу з ЕС у випадку простої ЕС і бази знань, діалог користувача із системою можна уявити собі в такий спосіб:

Система: ви хочете довідатися, чи потрібні хворому ліки

Користувач: Так

Система: чи Вірно, що у хворого нежить?

Користувач: Так

Система: чи Вірно, що у хворого температура?

Користувач: Так

Система (після деякого міркування): Потрібно дати хворому ліки.

Як видно з цього приклада, у ході консультацій ініціатива діалогу належить системі, а сама консультація в ЕС виглядає також як і консультація в експерта людини: задається ряд питань і на підставі їхнього аналізу видається експертний висновок. Однак, у відмінності від бесіди з фахівцем, діалог з ЕС має свої психологічні особливості: більшість користувачів схильні менше довіряти "думці" експертної системи, чим думці живого експерта.

Щоб упевнитися в розумності і компетентності ЕС, користувач може звернутися до її підсистеми *пояснення*. Для того, щоб зрозуміти як вона працює, необхідно розглянути питання в якій формі ЕС зберігає інформацію про процес своїх міркувань. У ЕС прийнято представляти процес логічного висновку у виді схеми, що називається деревом висновку.

Характеристики експертних систем

За способом вирішення задач діагностики розрізняють ймовірнісні та експертні системи. У *ймовірнісних* системах діагностика здійснюється шляхом реалізації одного з методів розпізнавання образів або статистичних методів прийняття рішень. В експертних системах реалізується логіка ухвалення діагностичного рішення досвідченим лікарем.

Знання, на яких заснована ЕС, повинні бути явними і доступними, високоякісними, отриманими неодмінно на рівні професіоналів, більш глибокими і повними, ніж у звичайного користувача, і, таким чином, повинні забезпечувати глибину і компетентність системи. Система повинна вміти працювати не тільки з кількісною, але і з важко сформульованою якісною інформацією, що особливо важливо для вирішення медичних задач. По типу підтримки рішення системи можна розділити на два класи.

Системи, що поліпшують діагностику. Такі системи існують в основному для більш точного визначення діагнозу або прогнозу, вони знижують непевність у поточній або майбутній ситуації щодо пацієнта. Ці системи розглядають кілька джерел медичних знань, що включають різні дисципліни.

Системи, що пропонують кращу стратегію. Ці системи відповідають на питання: які додаткові дослідження можуть бути зроблені? Що змінити в розпорядку дня, щоб поліпшити лікування? Як найкраще повідомити пацієнтові про його стан? Ці системи повинні враховувати також фінансові й етичні сторони лікування.

На практиці медичні експертні системи звичайно включають обидва ці типи. Важко відокремити лікування від діагнозу, і часто дуже корисно буває знайти додаткову інформацію, що стосується пацієнта або хвороби.

По типу втручання експертні системи поділяються на пасивні, напівактивні та активні. Більшість систем підтримки рішення працюють у *пасивному* режимі. Лікар повинен явно зробити запит до системи, описати випадок і чекати поради системи. У залежності від наданої інформації і необхідної поради використовуються два підходи:

у консультаційній системі користувач (лікар) подає необхідну інформацію про пацієнта, а система видає діагностичну або терапевтичну раду. Приклад: система MYCIN. створена Шортлайфом (Shortliffe) і його колегами в Стенфордському Університеті;

у критичній системі користувач (лікар) подає необхідну інформацію про пацієнта й інформацію щодо запланованої подальшої діагностичної або лікувальної стратегії. Система робить критичний аналіз пропозицій лікаря і видає свої рекомендації. Приклад: система ATTENDING, створена P. Miller у Єльському Університеті.

Напівактивні системи підтримки рішення працюють на основі аналізу інформації, що надходить, і бази знань, виробляючи рішення. Такі системи відіграють роль охоронних систем. Тут можна виділити автоматичні і сигнальні системи:

автоматичні системи нагадування контролюють дії медперсоналу. Вони допомагають уникати неправильного призначення препаратів і дозувань медикаментів, керуючись раніше розробленими протоколами;

сигнальні системи відслідковують біологічні або фізіологічні параметри пацієнта і повідомляють про відхилення від діапазону.

Активні системи забезпечують поради або дії, спеціально призначені для конкретного пацієнта. Вони можуть прийняти рішення автоматично, без втручання лікаря. Це може бути видача розпоряджень медперсоналу на додаткові дослідження, що відповідають протоколові ведення пацієнта, або автоматичний контроль керування деякими медичними системами (апарати штучного кровообігу, гемодіаліза, кардіостимулятори).

Приклади застосування експертних систем

Найбільш ефективне застосування експертні системи одержали в діагностиці, не тільки медичної, але і технічної й економічної.

Великий вплив на розвиток експертних систем зробила розроблена ще в 1970-і роки в Стенфордському університеті система MYCIN, що зараз вважають класичною. Ця система діагностує бактеріальні інфекції крові і дає рекомендації щодо терапії. База знань системи MYCIN складає сотні правил типу ЯКЩО → ТО, які є ймовірнисними, що дозволяє приймати

правильні рішення при помилковості частини даних. Система має блок пояснення міркувань.

Фармакокінетика. Фармакокінетична модель дозволяє представити і визначити кількісно різні фази обміну лікарського засобу (поглинання, поширення, перетворення в активних і неактивних метаболітах, виведення). Вимір біологічних параметрів пацієнта і консультації з експертною системою дозволяють індивідуально регулювати дозування лікарського засобу. Клінічне використання цього методу особливо важливо при застосуванні препаратів з вузьким терапевтичним вікном (інтервал оптимального дозування є маленьким, і є високий ризик неефективності або передозування).

Терапія. Найбільш видатні приклади діагностичної допомоги — INTERNIST; CADUCEUS; QMR-системи, розроблені в Університеті Піттсбурга. Система INTERNIST охоплює приблизно 80% терапії і використовує у своїй основі зведення про 4500 симптомів і синдромів, 600 хвороб. Кожна хвороба описана приблизно 80 симптомами.

З огляду на симптоми, представлені пацієнтом, система визначає різні діагностичні гіпотези. Дослідження показали, що діагнози, що виставляються системою, прирівняні до роботи експерта. Практичне використання системи утруднене через великі витрати часу при роботі з нею.

Хіміотерапія. Система ONCOCIN, розроблена в онкологічній клініці Стенфордського університету, призначена допомагати призначенню хіміотерапії онкологічним хворим. Вона допомагає вибрати терапевтичні протоколи, що можуть бути застосовані до конкретного пацієнта, визначити дози хіміотерапії і контролювати хід лікування. Інтеграція в медичну інформаційну систему. Система HELP, розроблена і впроваджена в госпіталі Солт-Лейк-Сіті, являє гарний приклад системи підтримки прийняття рішень, інтегрованої в стаціонарну

інформаційну систему. Працює вона в напівавтоматичному режимі. Система попередження виявляє патологічні відхилення в лабораторних даних і визначає неадекватні дозування лікарських препаратів; аналізує мікробіологічні дані і порівнює з іншими доступними даними лабораторно-клінічних досліджень; інформує фармацевтів про застосування антибіотиків, вартості і тривалості лікування; попереджає, якщо виявляє інфекцію в аналізах, де її не повинне бути, повідомляє про випадки надто довгої резистентної антибіотикотерапії.

Переваги використання експертних систем

Трудомісткість розробки експертних систем змушує задатися питанням: "Навіщо розробляти експертні системи? Чи не краще звертатися до людського досвіду, експертам?" Крім недоліків, ЕС мають позитивні якості.

Сталість. Професійні якості людини-експерта можуть серйозно мінятися згодом.

Легкість передачі або відтворення. Передача знань від однієї людини довгий процес. Передача штучної інформації — це просте копіювання програми або файлу даних.

Стійкість і відтворюваність результатів. Людині-експерт може приймати в подібних ситуаціях різні рішення через емоційні фактори, тоді як результати ЕС стабільні.

Вартість експлуатації. Робота висококваліфікованого експерта дорога, а ЕС дороги в розробці, але дешеві в експлуатації.

МОДЕЛЮВАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Основні види моделювання

Є реальний світ речей і явищ – зірок, атомів, переміщень, життя організмів, хвороб. А є відображаючий цю реальність мир моделей, з якими, зрештою,

працює наша думка. Аналізуючи моделі, ми прогнозуємо властивості або подальше поводження реального об’єкта.

Модель – це штучно створений людиною об’єкт будь-якої природи, що заміщає або відтворює досліджуваний об’єкт так, що вивчення моделі здатне подавати нову інформацію про об’єкт. Модель завжди бідніше реального об’єкта, вона завжди відображає лише деякі його риси, причому в різних випадках – різні. Усі залежить від задачі, для рішення якої створюється модель.

Об’єктами дослідження в біології і медицині є живий організм у цілому або його частини, що являють собою дуже складні системи. Тому дослідник неминуче обирає спрощену точку зору, що підходить для рішення конкретно поставленої задачі. Вибір моделі визначається цілями дослідження. Можна виділити 4 види моделей, використовуваних у медицині і біології:

1) *Біологічні* предметні моделі служать для вивчення загальних біологічних закономірностей, дії різних препаратів, методів лікування. До цього типу моделей відносяться лабораторні тварини, ізольовані органи, культури кліток. Цей вид моделювання самий древній і відіграє велику роль у сучасній науці (перші польоти в космос, іспит нових лік і т.д.).

2) *Фізичні* (аналогові) моделі – це фізичні системи або пристрої, що володіють аналогічним з модельованим об’єктом поводженням. Фізична модель може бути реалізована у виді деякого механічного пристрою або у виді електричного ланцюга. Наприклад, процес руху крові по великих судинах може бути змодельований електричним ланцюгом з конденсаторів і опорів. До фізичних моделей відносяться технічні пристрої, що замінюють органи і систем живого організму. Це – апарати штучного дихання, що моделюють легеню, апарати штучного кровообігу (модель серця) і т.д. Фізичне моделювання є

традиційним для медицини і в даний час достатньо широко використовується й у лікувальній практиці, і в дослідницьких цілях.

3) Кібернетичні моделі – це різні пристрої, найчастіше електронні за допомогою яких моделюються інформаційні процеси в живому організмі. Серед інформаційних процесів один з найпоширеніших – це керування. (Наприклад, рухом руки, усього тіла або керування величиною зіниці). Передбачається, що розвиток ЕОМ і створення супер-эвм наступних поколінь дозволить вирішити проблему "штучного інтелекту", тобто супер-эвм будуть кібернетичною моделлю роботи мозку людини.

4) *Математична* модель – це система формул, функцій, рівнянь, що описують ті або інші властивості досліджуваного об’єкта, явища або процесу. Закон всесвітнього тяжіння, закон Ома і т.д. усе це математичні моделі реальних фізичних явищ. Коли ж вивчають динамічні процеси, те математичною моделлю звичайно є система диференціальних рівнянь (тобто рівнянь утримуючі похідні) тому що саме похідні відбивають зміну цікавлячих нас величин у досліджуваній системі. Математичне моделювання якого-небудь процесу можливо, коли досить добре вивчені його фізичні і біологічні закономірності. Але перелік таких процесів у живому організмі поки ще невеликий. Впровадження ЕОМ розширили можливості математичного моделювання в медицині, тому що стало можливим моделювання більш складних систем.

Відмінні риси методу математичного моделювання полягають у наступному:

- по-перше, математичне моделювання дозволяє досліджувати поводження біологічної системи в таких умовах, що важко створити в експерименті або клініці, причому без істотних матеріальних витрат,

- по-друге, зменшується час дослідження, тому що на ЕОМ можна за короткий час "розіграти" величезне число варіантів досвіду,
- по-третє, математична модель полегшує рішення задач по лікуванню хвороб, тому що дозволяє дуже швидко, у лічені секунди, відповісти на питання, що виникають при лікуванні.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Експертні системи що визначають зміст медичних спостережень та дослідів, називаються:

A. ЕС діагностики;
B. ЕС інтерпретації даних;
C. ЕС моніторингу;
D. ЕС прогнозування.

2. Експертні системи, які визначають характер відхилення стану об’єкта від норми, називаються:

A. ЕС діагностики;
B. інтерпретації даних;
C. ЕС моніторингу;
D. ЕС прогнозування.

3. Експертні системи, орієнтовані на неперервну інтерпретацію даних та сигналізацію про вихід тих чи інших параметрів за допустимі межі, називається:

A. ЕС діагностики;
B. ЕС інтерпретації даних;
C. ЕС моніторингу;
D. ЕС прогнозування.

4. Експертні системи, які роблять ймовірнісні висновки про майбутній перебіг подій із ситуацій що склалися, називаються:

A. ЕС навчання;
B. ЕС інтерпретації даних;
C. ЕС моніторингу;
D. ЕС прогнозування.

5. Експертні системи, що визначають вправи, необхідні для поліпшення підготовки майбутнього лікаря, називаються:

A. ЕС навчання;
B. ЕС інтерпретації даних;
C. ЕС моніторингу;
D. ЕС прогнозування.

6. Складні програмні пакети, що акумулюють знання фахівців в конкретних галузях, і здатні давати рекомендації чи розв’язувати поставлені задачі, називаються:

A. госпітальними системами;
B. експертними системами;
C. медичними інформаційними системами;
D. системами штучного інтелекту.

7. Експертні системи, що працюють безпосередньо в режимі консультації з користувачем без застосування методів обробки даних, називаються:

A. автономними ЕС;
B. гібридними ЕС;
C. ЕС інтерпретації даних;

D. діагностичними ЕС.

8. Експертні системи, що містять стандартні пакети прикладних програм обробки, називаються:

A. автономними ЕС;
B. гібридними ЕС;
C. ЕС інтерпретації даних;
D. діагностичними ЕС.

9. Експертні системи знаходиться в активному діалозі з експертом в режимі:

A. навчання;
B. роботи;
C. роботи і навчання.

10. Сукупність наукових дисциплін, що вивчають методи вирішення задач творчого характеру, з використанням електронно-обчислювальної техніки, називають:

A. госпітальними системами;
B. експертними системами;
C. медичними інформаційними системами;
D. системами штучного інтелекту.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЦЕВОГО РІВНЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ

1. Дайте означення експертних систем.
2. Охарактеризуйте види експертних систем
3. Які ви знаєте функції експертних систем?
4. Які існують проблеми пов’язані з побудовою експертних систем?
5. Які основні принципи функціонування експертних систем?
6. Які основні характеристики?
7. В яких сферах діяльності використовуються експертні системи?
8. Яка користь від використання експертних систем?
9. Які види моделювання ви знаєте?
10. Що таке математична модель?

Література, що рекомендується за темою заняття:

Обов'язкова література

1. Булах І.Є., Лях Ю.Є., Марценюк В.П., Хаїмзон І.І. Медична інформатика. Підручник для студентів ІІ курсу медичних спеціальностей. Тернопіль, ТДМУ, «Укрмедкнига», 2008. 316 с.
2. Булах І.Є., Лях Ю.Є., Хаїмзон І.І. Медична інформатика. Навчальний посібник для студентів ІІ курсу медичних спеціальностей у трьох частинах. Вінниця. Друкарня ВНМУ ім. М.І. Пирогова, 2006. 104 с.
3. Габрусєв В. Вивчаємо комп'ютерні мережі. – К.: Вид. дім «Шкіл. світ»: Вид. Л. Галіцина, 2005. –128с.
4. Інформаційні системи і технології: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ С.Г. Карпенко, В.В. Попов, Ю.А. Тарнавський, Г.А. Шпортюк. – К.: МАУП, 2004. – 192 с.
5. Інформаційні технології у фармації: підручник. / І.Є. Булах, Л. П. Войтенко, Л.О. Кухар, М. Р. Мруга, І.М. Шило; За ред. Булах І.Є. К. : Медицина, 2008. 224 с.
6. Медична інформатика в модулях: практикум/ І.Є. Булах , Л. П. Войтенко, М. Р. Мруга та ін.; за ред. І.Є. Булах. К. : Медицина, 2009. 208 с.
7. Медична інформатика: навчальний посібник / Сілкова О.В., Лобач Н.В.; ВДНЗУ «УМСА». – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2014. – 317с.

Додаткова література

1. Інформатика в таблицях і схемах: ПК і його складові, операційна система Windows, інтернет, основні та допоміжні пристрої, системне та прикладне програмне забезпечення, моделювання та програмування / [Білоусова Л. І., Олефіренко Н. В.]. Харків: Торсінг плюс, 2014. 111 с.
2. Інформатика: практикум з інформ. технологій / Я. М. Глинський. Тернопіль: Підруч. і посіб., 2014. 302 с.
3. Інформатика та інформаційні технології : практикум для орг. роботи студентів на практ. та лаборатор. заняттях / Ю. Ю. Білак, В. О. Лавер, Ю. В. Андрашко, І. М. Лях; М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Ужгор. нац. ун-т», Ф-т інформ. технологій, Каф. інформатики та фіз.-мат. дисциплін. Ужгород: Аутдор-шарк, 2015.
4. Інформаційні технології у психології та медицині: підручник / І.Є. Булах, І.І. Хаїмзон. – К.:ВСВ «Медицина», 2011. – 216 с.
5. Комп'ютерне моделювання у фармації: Навч. посіб. для мед. ВНЗ IV р.а. Рекомендовано МОЗ / Булах І.Є. та ін. К., 2016. 208 с.
6. Мінцер О.П. Інформатика та охорона здоров'я / О.П. Мінцер // Медична інформатика та інженерія. – 2010. – № 2. – С.8-21

7. Момоток Л. О. Основи медичної інформатики : підручник для студентів вищих мед. навч. Закладів І-ІІІ рівнів акредитації / Л О. Момоток, Л. В. Юшина, О. В. Рожнова К. : Медицина, 2008. 231с.
8. Основи інформатики. Microsoft Office 2013 (Word, PowerPoint на практиці) : навч. посіб. / М.М. Дрінь, Н. В. Романенко; М-во освіти і науки України, Чернів. нац. ун- т ім. Ю. Федьковича. Чернівці : Чернів. нац. ун-т, 2014.75 с.
9. Науково-методичний журнал «Клінична інформатика та телемедицина».
10. Handbook of Medical Informatics. Editors: J.H. VanBemmel, M.A. Musen.– http://www.mieur.nl/mihandbook;http://www.mihandbook.stanford.edu
11. Mark A., Musen B. Handbook of Medical Informatic // Електронний ресурс ftp://46.101.84.92/pdf12/handbook-of-medical-informatics.pdf
12. Edward H., Shortliffe J.,Cimino J. Biomedical Informatics, 2014 // Електронний ресурс: http://www.rhc.ac.ir/Files/Download/pdf/nursingbooks/Biomedical%20Informatics%20Computer%20Applications%20in%20Health%20Care%20and%20Biomedicine-2014%20- %20CD.pdf
13. Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine, 2011// Електронний ресурс: https://books.google.com.ua/books?id=WYvaBwAAQBAJ&pg=PA321&lpg=PA321&dq=book++medical+informatics&source=bl&ots=VjPvStLtIk&sig=b39YVoBltS31QSJkUf4bnAjTqfY&hl=uk&sa=X&ved=0ahUKEwiqkeTdpIzQAhUGWSwKHTyIBfw4ChDoAQhHMAc#v=onepage&q=book%20%20medical%20informatics&f=false

Інформаційні ресурси

- Українська асоціація «Комп'ютерна Медицина», www.uacm.kharkov.ua
- Медична пошукова система України www.medinfo.com.ua

Довідкові та навчальні матеріали пакету Microsoft Office https://support.office.com/uk-ua/

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Мартиненко Олександр Віталійович
Малярова Людмила Володимирівна

МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. СТРАТЕГІЇ ОТРИМАННЯ МЕДИЧНИХ ЗНАНЬ. ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ

Методичні рекомендації
для практичних занять здобувачів вищої освіти 2-го року навчання
з дисципліни «Медична інформатика»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 09.06.2023. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 1,91. Обсяг 0,764 Мб. Зам. № 124/23.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна