

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається
Т.в.о. завідувача кафедри
_____ Сафонова С.О.
«_____» _____ 20__ р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**Інформаційна технологія представлення даних в медичних експертних
системах**

Освітній рівень “Магістр”
Спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”

Науковий керівник роботи:

(підпис)

О.І.Рязанцев

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Я.О.Критська

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

Д.І.Кулаков

(ініціали, прізвище)

Група:

КН-18дм

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки

Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії

Освітній рівень магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 122 "Комп'ютерні науки"

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Т.в.о. завідувача кафедри _____

С.О. Сафонова

« _____ » _____ 20 _____ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Кулакову Дмитру Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інформаційна технологія представлення даних в медичних експертних системах

керівник проекту (роботи) Рязанцев Олександр Іванович, д.т.н., проф..

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «11» 10 2019 р. № 135/15.15

2. Строк подання студентом роботи 10.01.2020

3. Вихідні дані до роботи Матеріали науково-дослідної практики, аналіз існуючих медичних експертних систем для визначення вимог до розробки власного додатку та вибору технологій для його реалізації

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз предметної області та існуючих медичних експертних систем, розробка вимог щодо проекту, розробка МЕС для діагностування хвороб, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Електронні плакати

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Критська Я.О. ст. викл. кафедри КНІ		

7. Дата видачі завдання 14.10.2019

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	02.09.2019-15.09.2019	
2	Аналіз літератури	16.09.2019-22.09.2019	
3	Аналіз технічних засобів	23.09.2019-25.09.2019	
4	Розробка методів інформаційної технології	26.09.2019-06.10.2019	
5	Ралізація медичної експертної системи	07.10.2019-25.11.2019	
6	Розробка частини проекту "Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях"	26.11.2019-1.01.2020	
7	Оформлення пояснювальної записки, автореферату та презентації	2.01.2020-9.01.2020	

Студент

_____ (підпис)

Д.І.Кулаков

_____ (прізвище та ініціали)

Науковий керівник

_____ (підпис)

О.І.Рязанцев

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кулаков Д.І. Інформаційна технологія представлення даних в медичних експертних системах.

Метою даної роботи є дослідження та порівняння існуючих МЕС, формування вимог та розробка власної МЕС та привести результати дослідження представлення медичних даних у МЕС.

Об'єктом дослідження є процеси моделювання діагностики клінічної медицини, розробка методів аналізу і синтез біомедичних даних та виявлення знань з них і створення медичних експертних систем (МЕС) клінічної медицини.

Розроблений алгоритм імплементації МЕС було використано для створення програми встановлення медичного діагнозу.

Ключові слова: медичні дані, експертна система, діагностування, граф.

ABSTRACT

Kulakov D.I. Information technology is presented in medical expert systems.

The purpose of this work is to research and compare existing MES, to formulate requirements and to develop their own MES, and to present the results of a study on the presentation of medical data in the MES.

The object of the research is the processes of modeling the diagnosis of clinical medicine, the development of methods for the analysis and synthesis of biomedical data and the identification of knowledge from them and the creation of medical expert systems (MES) of clinical medicine.

The developed algorithm for implementing the medical expert system was used to create a software tool for medical diagnosis.

Keywords: medical data, expert system, diagnosis, graph.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ МЕДИЧНИХ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ.....	7
1.1 Визначення основних понять у предметній області.....	7
1.2 Аналіз організаційної структури медичного закладу.....	11
1.3 Аналіз предметної області	16
1.4 Аналіз аналогів систем діагностування	18
1.4.1 Домашній доктор 2.2.....	19
1.4.2 Isabel Differential Diagnosis Generator.....	22
1.4.3 MEDAI.....	25
1.4.4 Висновок порівняння	29
1.5 Постановка задачі	30
2 РОЗРОБКА ВИМОГ ЩОДО ПРОЕКТУ МЕС	31
2.1 Вимоги для поведінки системи	31
2.2 Вимоги для даних, що зберігаються	38
2.3 Вимоги щодо алгоритму аналізу	39
3 РОЗРОБКА МЕС ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ХВОРОБ	41
3.1 Розробка МЕС для діагностування гаймориту	41
3.2 Обґрунтування обраних технологій та конфігурація	49
3.3 Розробка бази знань	55
3.4 Розробка алгоритму аналізу.....	61
3.4.1 Теоретична частина.....	61
3.4.2 Опис роботи алгоритму	62
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
4.1 Загальні питання з охорони праці	65
4.2 Аналіз стану умов праці	65
4.2.1 Навантаження та напруженість процесу праці	66
4.3 Виробнича санітарія	67
4.3.1 Пожежна безпека.....	68
4.3.2 Електробезпека.....	69
4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища.....	69
4.4.1 Параметри мікроклімату.....	69

	5
4.4.2 Освітлення.....	70
4.4.3 Вентилювання.....	71
4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій.....	72
ВИСНОВКИ.....	77
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	78
ДОДАТОК А. ЕЛЕКТРОННІ ПЛАКАТИ.....	81

ВСТУП

Загальна проблема виявлення діагнозу хвороби людини насамперед полягає у наявності невизначеності, недостовірності та недостатнього обсягу біомедичних даних і знань [1,2], труднощів у формалізації знань, багатокритеріальності щодо прийняття рішення стосовно діагнозу, моделювання стану хворого, моделювання клінічного мислення лікаря, вибору методів лікування та іншого.

Об'єктом дослідження є процеси моделювання діагностики клінічної медицини, розробка методів аналізу і синтез біомедичних даних та виявлення знань з них і створення медичних експертних систем (МЕС) клінічної медицини.

Предметом дослідження є моделі і методи аналізу медичних даних і знань, надійності зберігання та опрацювання комплексних біомедичних Big Data і розробка медичних експертних систем діагностики клінічної медицини.

Метою даної роботи є дослідження та порівняння існуючих МЕС, формування вимог та розробка власної МЕС та привести результати дослідження представлення медичних даних у МЕС.

Питання впровадження ПО (у вигляді МЕС) у процес формування діагнозу пацієнта лікарем набуває особливої актуальності в умовах технічного розвитку електронних систем та наявності великої кількості інформаційних ресурсів.

Варто зауважити, що у даній роботі не пропонується замінити традиційну медицину, яка складається з формування припущень про діагноз пацієнта на основі лікарської практики та знань лікаря, а звзвити коло припущень щодо діагнозу, або навпаки запропонувати варіанти діагнозів на основі незаперечних аксіом зв'язку симптом-діагноз у медичній науці.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ІСНУЮЧИХ МЕДИЧНИХ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

1.1 Визначення основних понять у предметній області

Відповідно до обраного об'єкту дослідження у роботі досліджуються моделі та методи розробки медичного клінічного діагнозу (МКД).

Серед сучасних методів дослідження у медицині є напрямок, який використовує інтелектуальні методи системного аналізу розробки МКД. Крім того, в публікаціях давно з'явилась інформація, що досить вдало застосовуються медичні експертні системи (МЕС).

Необхідно підкреслити, що у МЕС часто використовуються електронні медичні записи (EHR – Electronic health records) стосовно пацієнтів. Це дозволяє клініцистам збільшити доступ до великих обсягів медичних даних, зібраних під час діагностування пацієнта [2,5].

Загалом, процедура використання МЕС дозволяє звузити коло припущень щодо діагнозу пацієнта, або навпаки – брати до уваги рекомендовані припущення діагнозу.

Звернемось до головних понять предметної області (Рис.1.1), які треба врахувати для вирішення поставленої у цьому дослідженні проблеми дослідження моделей та методів діагностування.

По-перше, для розробки моделей і методів діагностування треба зробити деякі уточнення відносно того, що є клінічним мисленням. Вияснивши його ми можемо більш достовірно розробити алгоритм діагностування захворювань [3,6].

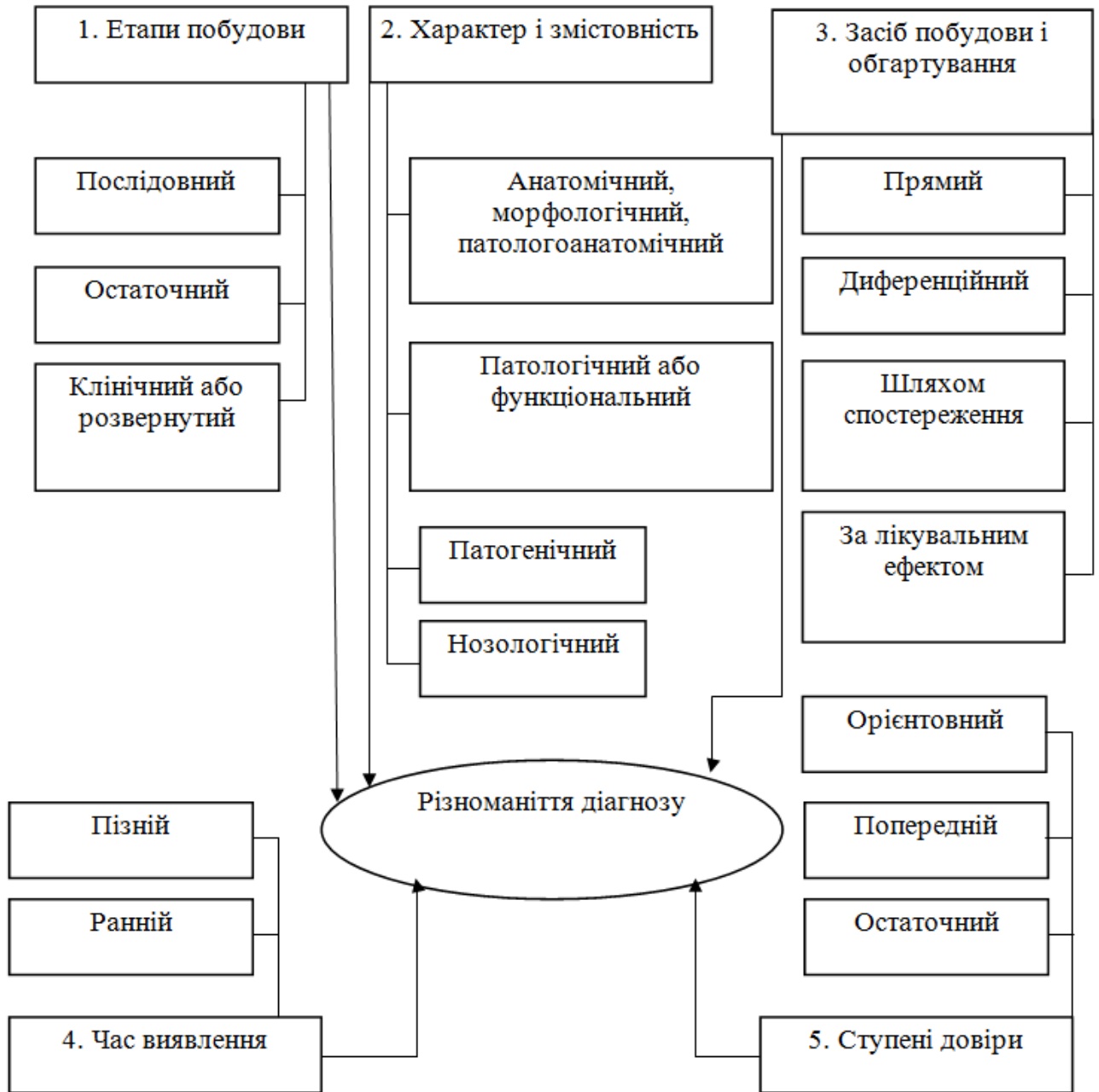


Рисунок 1.1 – Різновиди медичного діагнозу

Крім того, слід використовувати основні логічні зв'язки понять, що відображають предметну область і необхідні для уточнення розробки моделей для клінічного діагностування (Рис.1.2).

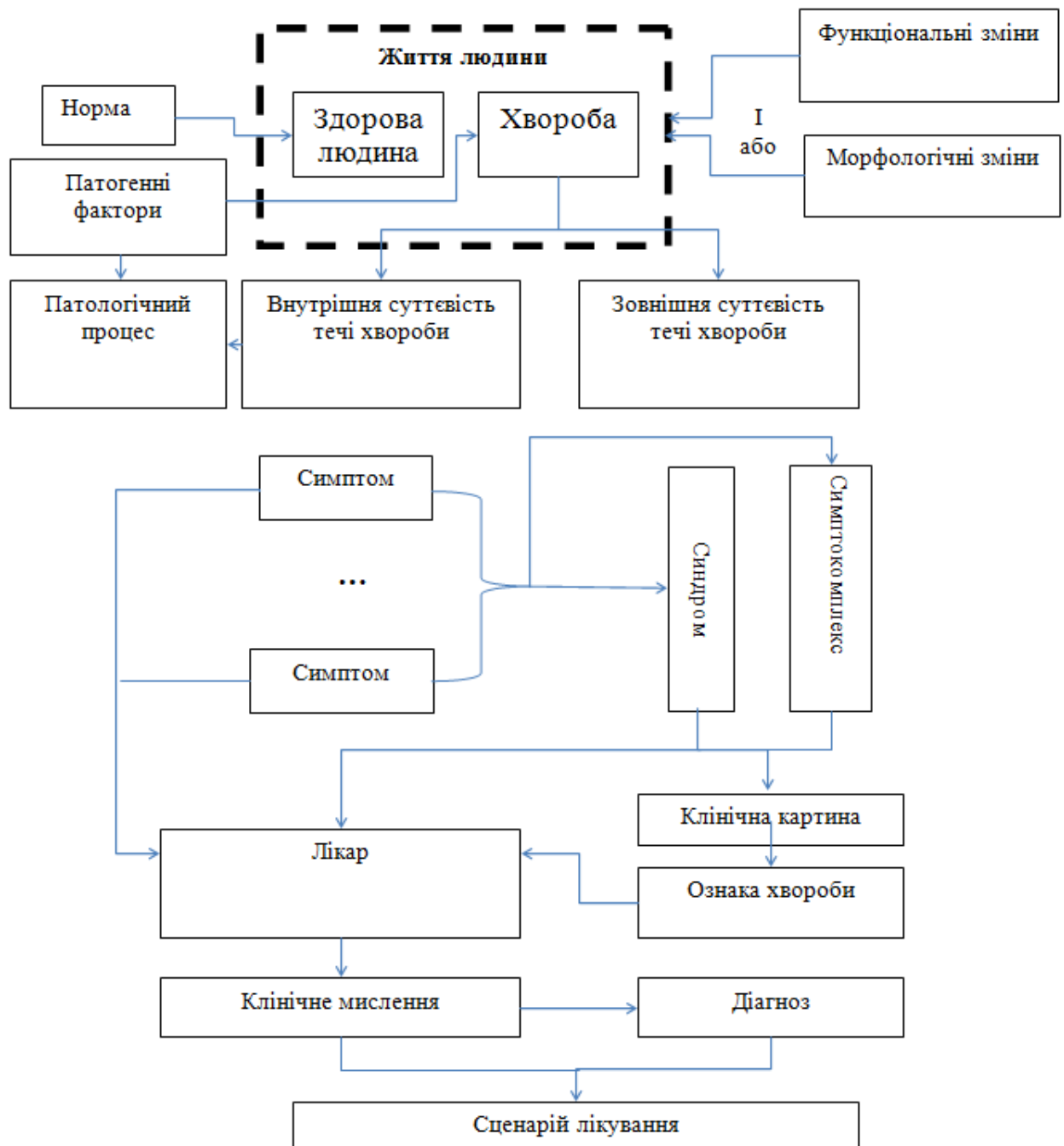


Рисунок 1.2 – Предметна область

Клінічним мисленням відповідно до рисунку 1.2 прийнято називати процес мислення лікаря від моменту зустрічі з хворим або отримання про нього перші попередні відомості до одужання або смерті пацієнта. Результатом клінічного мислення лікаря є формулювання клінічного діагнозу, плану лікування і його практичне здійснення [1,8]. Тому, коли ми будемо мати в достатку попередніх прикладів діагнозів (в онтологічному чи прецедентному представлені у базі даних і знань) як результатів практичних та позитивно вдалих прикладів клінічного мислення лікарів ми зможемо вдало розробити алгоритми автоматичного діагностування хвороби.

Необхідно підкреслити, що для клінічного мислення і аналізу стану пацієнта використовується логічні закони (Рис. 1.3).

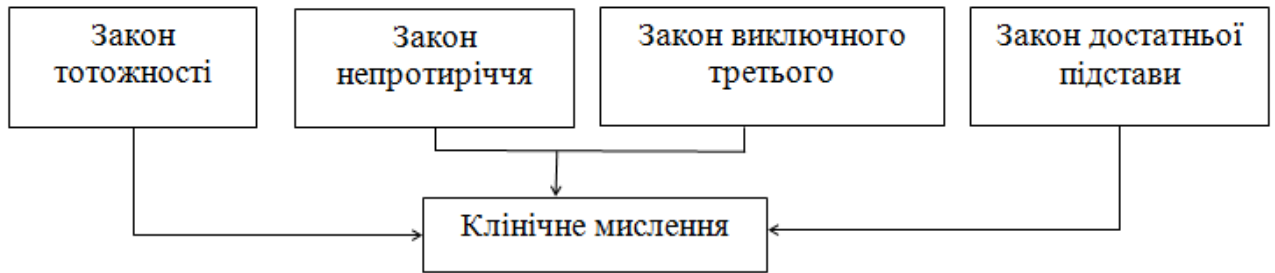


Рисунок 1.3 – Логічні закони для клінічного мислення

Загальний варіант етапів створення криничного діагнозу на підставі клінічного мислення наглядного зображено на рисунку 1.4.

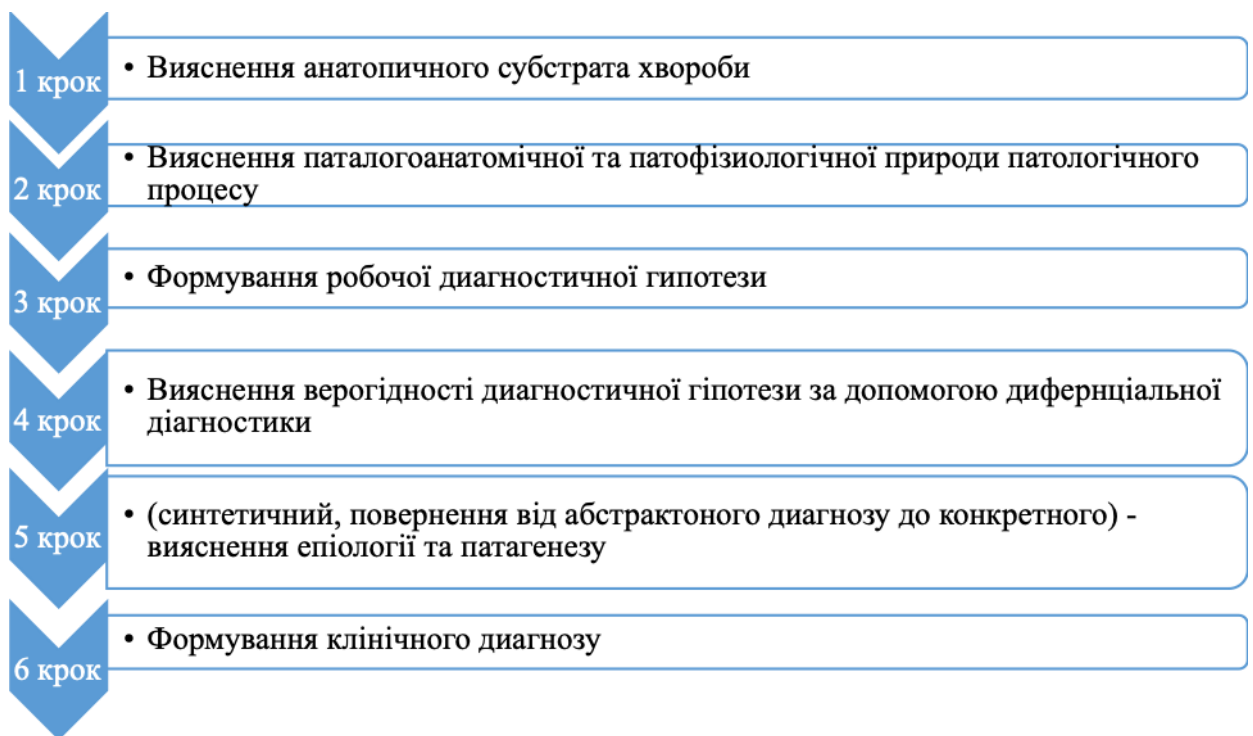


Рисунок 1.4 – Формування клінічного діагнозу

Крім того, для вирішення задач дослідження доцільно враховувати наступні етапи пошуку діагнозу (Рис.1.5):

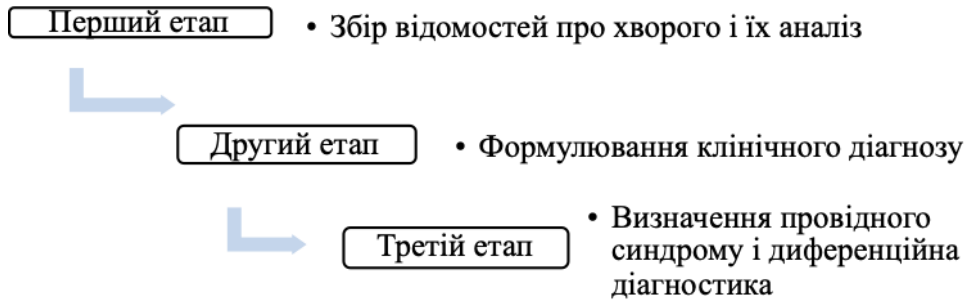


Рисунок 1.5 – Алгоритм пошуку діагнозу

1.2 Аналіз організаційної структури медичного закладу

Всі організації галузі охорони здоров'я мають спеціально розроблену структуру, яка забезпечує необхідні умови для виконання поставлених перед ними завдань - медичне обслуговування населення. Така структура повинна бути з чіткими та конкретно обумовленими інструкціями, функціональними обов'язками та загальними та особливими положеннями про роботу кожного структурного підрозділу.

Організація структури закладів охорони здоров'я та медицини повинна регулювати адміністративні, функціональні та інформаційні взаємовідносини між працівниками апарату управління та підрозділами, встановлювати права, обов'язки і відповідальність медичного персоналу, керування системою взаємовідносин між діагностичним центром та лабораторією [4,7].

Саме тому визначення та формалізація організаційної структури закладів охорони здоров'я є критичним фактором для досягнення максимальної ефективності забезпечення якісного лікування пацієнтів.

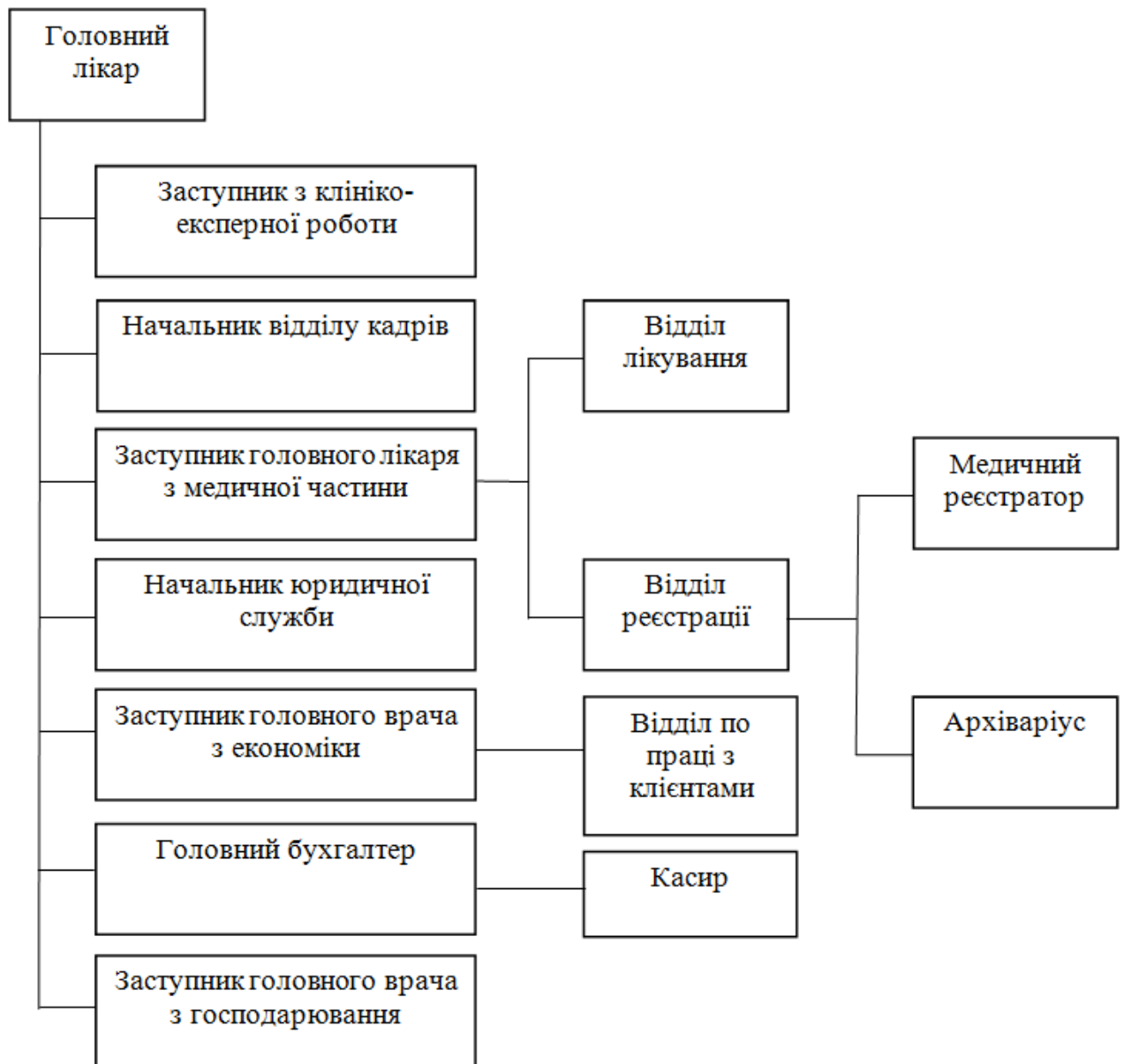


Рисунок 3.1 – Організація структури закладу охорони здоров'я

Головний лікар – керівник лікувального закладу, який:

- організовує лікувально-профілактичну, адміністративно-господарську та фінансову діяльність закладу;
- співпрацює з органами управління, місцевої влади, суміжними закладами охорони здоров'я та забезпечує взаємодію підрозділів лікувального закладу;
- надає якісну медичну та фармацевтичну допомогу;
- забезпечує добір та використання медичних кадрів;
- впроваджує нові та сучасні методології діагностування та лікування, лікувально-оздоровчого режиму та режиму харчування;
- аналізує діяльність медичного закладу та впроваджує нові методи оптимізації;

- забезпечує додержання співробітниками правил внутрішнього розпорядку.

Заступник з клініко-експертної роботи здійснює аналіз процесу надання медичної допомоги за індикаторами якості, представленими завідувачем відділення. Використовуючи індикатори наступності етапів і рівнів медичної допомоги, власне процесу її надання і результатів, саме заступник з клініко-експертної роботи за функціональними обов'язками і наділеними повноваженнями може впливати в цілому на покращення якості лікувально-діагностичного процесу за представленою нозологічною формою, охоплюючи його усі складові, незалежно від місця надання медичної допомоги.

Начальник відділу кадрів:

- забезпечує підбір нового персоналу, розстановку та використання робочих кадрів та спеціалістів;
- організовує системи обліку кадрів та аналізує текучість кадрів.

Заступник головного лікаря з медичної частини:

- здійснює керівництво лікувально - профілактичним закладом у порядку делегованих йому головним лікарем повноважень;
- організовує забезпечення якісної медичної допомоги населенню;
- контролює стан виконання нормативно-правових актів з питань охорони здоров'я;
- контролює дотримання санітарно-епідемічного режиму в закладі;
- забезпечує взаємодію підрозділів;
- співпрацює з органами управління та місцевою владою.

Відділ лікування забезпечує керування та взаємодію між підрозділами області охорони здоров'я, а також організовує забезпечення якісної медичної допомоги населенню.

Відділ реєстрації забезпечує збереження, оновлення та керування документації, яка стосується пацієнту та лікувально-профілактичного закладу.

Функції медичного реєстратора полягають у наступному:

- формування амбулаторної електронної медичної картки в момент першої реєстрації пацієнта в реєстратурі;
- формування талона запису на прийом за формою;
- формування дозволу на обробку персональних даних відповідно до закону;
- контроль завантаження обладнання або лікарів деяких спеціалізацій;
- запис пацієнта до лікаря, на процедури, інструментальне або лабораторне дослідження або іншу медичну подію.

Архіваріус:

- проводить роботу з ведення архівної справи на підприємстві;
- організовує і забезпечує зберігання документів, які надійшли до архіву;
- приймає та реєструє документи, які надійшли на зберігання, від структурних підрозділів підприємства;
- бере участь у розробленні номенклатури справ, перевіряє правильність формування та оформлення справ під час їх передавання до архіву;
- стежить за станом документів, своєчасним їх відновленням, додержанням у приміщеннях архіву умов, необхідних для забезпечення їх збереження.

Заступник головного лікаря з економіки:

- забезпечує укладання угод на проведення ремонтів;
- забезпечує формування заяви на придбання обладнання, матеріалів, ліків, тощо;
- організовує керівництво роботою по техніко-економічному плануванню.

Головний бухгалтер:

- забезпечує ведення бухгалтерського обліку;
- організує роботу бухгалтерської служби, контроль за відображенням на рахунках бухгалтерського обліку всіх господарських операцій;
- вимагає від підрозділів, служб та працівників забезпечення неухильного дотримання порядку оформлення та подання до обліку первинних документів;
- вживає всіх необхідних заходів для запобігання несанкціонованому та непомітному виправленню записів у первинних документах і регістрах бухгалтерського обліку та збереження оброблених документів, регістрів і звітності протягом встановленого терміну;
- бере участь у підготовці та поданні інших видів періодичної звітності, які передбачають підпис головного бухгалтера, до органів вищого рівня у відповідності з нормативними актами, затвердженими формами та інструкціями;
- бере участь у проведенні інвентаризаційної роботи в медичному закладі оформленні матеріалів, пов'язаних з нестачею та відшкодуванням втрат від нестачі, крадіжки і псування активів підприємства;
- керує працівниками бухгалтерського обліку підприємства та розподіляє між ними посадові завдання та обов'язки.

Бухгалтер:

– забезпечує складання на основі даних бухгалтерського обліку фінансової звітності лікувально-профілактичного закладу, підписання її та подання в установлені строки користувачам;

– здійснює заходи щодо надання повної, правдивої та неупередженої інформації про фінансовий стан, результати діяльності та рух коштів медичного закладу [6,2].

Касир здійснює контроль за веденням касових операцій, раціональним та ефективним використанням матеріальних, трудових та фінансових ресурсів.

Заступник головного лікаря з питань господарювання організовує фінансово-господарську роботу, капітальне будівництво.

Аналіз бізнес-процесів медичного закладу можна розглянути на рисунку 1.6.

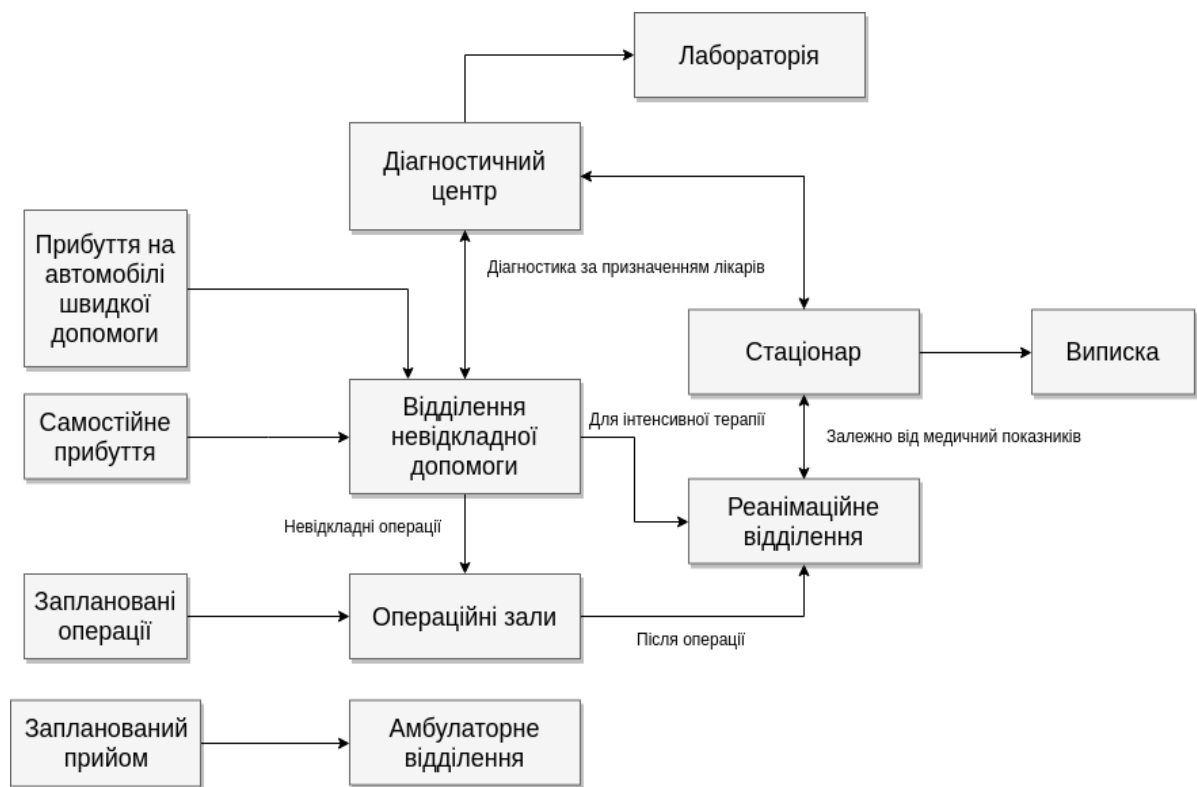


Рисунок 1.6 – Організація бізнес-процесів медичного закладу

Головна ціль будь-якого лікувально-профілактичного, або медичного закладів - це надання якісної медицини населенню.

Як наведено на рисунку 1.6, існує три типи департаментів надання медичних послуг: Відділення невідкладної допомоги, Операційні зали та Амбулаторне відділення.

Відділення невідкладної (екстреної) медичної допомоги лікарні представляє собою структурний підрозділ медичного закладу, який цілодобово надає екстрену швидку допомогу пацієнтам. До відділення невідкладної допомоги приймаються особи, яких було

доставлено бригадами швидкої допомоги, направлено на госпіталізацію лікарями лікувально-профілактичного закладу, або які звернулися самостійно. Це залежить від ступеня травмованості, важкості стану, або близькості пацієнта до лікувального закладу.

Також, у залежності від ступеня важкості стану хворого, лікар може відправити пацієнта до діагностичного центру, або до операційної зали, якщо ситуація вимагає невідкладної операції.

Операційна зала це спеціально обладнане та особливо розташоване приміщення в медичному закладі, де безпосередньо операційні бригади виконують хірургічні операції. У практичній медицині охорони здоров'я, також називають її спрощено — операційна. Приймає операційна зала як запланованого пацієнта, так і пацієнта, поступаючого з відділення невідкладної допомоги [2,5].

Відділення реанімації та інтенсивної терапії потребує особливої відповідальності та уважності медичного персоналу. Важливо не тільки знати посадові обов'язки медичних сестер, які працюють із важкохворими, а й навчати їх створювати спокійну, доброзичливу атмосферу під час лікувального процесу. У відділеннях реанімації та інтенсивної терапії найбільший відсоток пацієнтів становлять саме важкохворі. До важкохворих належать пацієнти з ускладненим перебігом захворювань, які не піддаються ефективному лікуванню і мають несприятливі прогнози щодо одужання. Їхній стан може змінюватись у будь-який момент, тому вони потребують постійної уваги і перебувають під систематичним медичним наглядом. Пацієнти прибувають сюди після важких операцій, або з відділу швидкої допомоги, коли стан хворого дуже важкий. В залежності від стану, пацієнта можуть як перевести на стаціонар, так і навпаки, перевести із стаціонару, якщо пацієнту знов стане гірше.

Стаціонарне відділення є тим місцем у медичному закладі, де більшу частину часу проводить хворий. З стаціонару доктор направляє пацієнта до діагностичного центру, де йому надають усі необхідні процедури здачі аналізу, та в залежності від стану пацієнта, його відправляють або до реанімації, або оформлюють виписку.

1.3 Аналіз предметної області

Впровадження інтелектуальної системи клінічного та екстреного діагностування пацієнтів потребує враховувати багато факторів заради встановлення точного діагнозу.

По-перше, існує багата кількість факторів та причин захворювання людей. Система, при створенні діагнозу, повинна враховувати життя людини, його шкідливі та гарні звички, його мандрівки до екзотичних країн, його соціальне оточення та стан навколишньої середовища, в якій живе або проводить багато часу [1,2]. Також треба прораховувати те, що реакції та прояви хвороби в кожній людині є унікальними. Це ускладнює можливість встановити точний діагноз, виходячи тільки із симптомів.

Взагалі людський фактор відіграє велику роль у встановленні ложного діагнозу. Доктор здатен помилково ввести не ту хворобу, клікнути не туди. Низька кваліфікаційна освіта лікаря, або навпаки занадто велика, може викликати недовіру до системи [2,4]. Це може привести до того, що доктор введе вірні на думку лікаря симптоми, але невірні на думку системи, в результаті чого буде встановлено ложну хворобу. Також необхідно вважати, що з боку пацієнта теж може піти ложна інформація. Пацієнт може прибільшувати біль у животі, або йому може здаватися, наприклад, що біль гостра, а не тупа і т.д. Також пацієнт може просто симулювати.

Система зобов'язана бути адаптивною та пристосовуватись до зміни стану хворого. Ліки, які були надані пацієнту, або вдала операція може не знищити симптом, а тільки замаскувати його. Також необхідно прораховувати природу прояву симптому, так як, наприклад, перші симптоми проявляють себе гостро, потім, через тиждень, вони заспокоюються, а через місяць починається прояв нового. Система повинна аналізувати ці прояви та зміни і встановлювати, чи це прояв хвороби, або дія ліків. Важливо також знати, що одна хвороба може, частково, блокувати іншу хворобу, а тому, система зобов'язана знати, що це не ліки не діють, а те, що у пацієнта декілька хвороб [4,6].

Щоб впровадити інтелектуальну систему клінічного діагностування в клініко-профілактичний, або в медичний заклад, треба встановити чіткі правила, щодо використання ПЗ. По-перше, необхідно забезпечити засоби, які дозволяють зберігати лікарську таємницю. Доступ до картки пацієнта має тільки його лікар та більше ніхто, мабуть, з великими обмеженнями сам пацієнт. Необхідно розуміти, що будь-яка правка в даних з боку пацієнта або іншого лікаря, може привести до збоїв всього алгоритму обчислення діагнозу. Тому відповідальність за внесення даних несе тільки лікар.

Поняття системи наголошує те, що кожен її елемент дискретизований. Система не може мати купу виключень, якихось особливостей на відміну від інших елементів, або якихось унікальних параметрів для якогось елемента ієрархії. Кожен елемент повинен точно виконувати свою функцію. Таке визначення приводить нас до однієї із найвеличнішої проблеми - систематизувати те, що не піддається системі. Система повинна обробляти унікальність кожного пацієнта, обробляти унікальні прояви унікальних хвороб,

унікальний вплив такої хвороби на пацієнта. Систематизації необхідно залучити майже все - це і місто праці, навколишнє середовище, соціальний стан людини, раціон харчування, наявність домашніх рослин та тварин, систематизувати можливі події, які призводять до травматизму, або отруєння, ліки, хімічні елементи, які є в харчуванні та ліках, окремо створити систему лабораторних аналізів, ще не забути про хірургічні операції, та все це зв'язати з їх впливом на здоров'я людини.

1.4 Аналіз аналогів систем діагностування

Починаючи з 80-х років експертні системи з початку їх появи до сьогодні продовжують використовуватися в цілях полегшення праці та навчання нових професіоналів. Дослідження з'ясували, що для людини дуже важко сфокусуватися на 9 чи більше речах в один і той же час, тому машина, яка виконує роботу спеціалістів, які зважають водночас сотні факторів виглядають для звичайної людини, як щось неймовірне. Та не зважаючи на це експертні системи показали свою ефективність лише у найбільш звичайних задачах, де було потрібно прибрати людський фактор, або у сильно специфічних областях, де опис тонкощів знання спеціаліста був можливий.

Практично в кожній області людської діяльності вже були спроби впровадження експертних систем, використовуючи різні механізми реалізації. До цього списку входять такі області, як агрикультура (AGREX, CALEX), навчання (Expert System for Teaching Fault Analysis, Expert System for Engineering), особливо ефективними вони були в якості консультанта з екологічного менеджменту (Computer-Aided System For Environmental Compliance Auditing) і т.д.

Але не можна забувати про таку обширну область, як медицина. З самого початку розвитку штучного інтелекту вчені та доктора вважали комп'ютер ідеальним доктором, вміщуючим у себе величезний набір знань та змішуючий це з алгоритмами реального доктора, він зможе перевершити їх у постановці діагнозів [9,5]. Найбільшою перешкодою впровадження експертних систем в медицину можна вважати те, що вони недостатньо вводяться у медичну практику і тому дають посередній результат.

Але на даний момент вже є результати впровадження медичних експертних систем в такі області, як:

- а) попередження медичного персоналу - експертна система аналізує пацієнта за допомогою сенсорів та попереджає доктора про його стан;
- б) діагностика - багатофакторний аналіз стану пацієнта;
- в) планування терапії - складання оптимального плану лікування;
- г) отримання інформації - пошук в інтернет або базі даних потрібної доктору інформації;
- д) розпізнавання зображень - автоматичне розпізнавання потенційно небезпечних пухлин у рентгенівських знімках і т.д.

Розглянемо експертні системи, які зараз використовуються для впровадження діагнозу за симптомами.

1.4.1 Домашній доктор 2.2

Домашній доктор - це проста медична експертна система, розроблена для використання простим користувачем, не знайомим з медициною. Програма може давати діагноз на 100 найбільш поширених захворювань.

Інтерфейс програми представлений на рисунку 1.7, він представляє собою вікно запитання, на яке користувач може відповісти, натиснувши на одну з кнопок нижче. Відповідь коливається з “Ні”, “Мабуть ні”, “Не знаю”, “Мабуть так” до “Так”. Відповіді користувача використовуються для постановки найбільш ймовірного діагнозу.

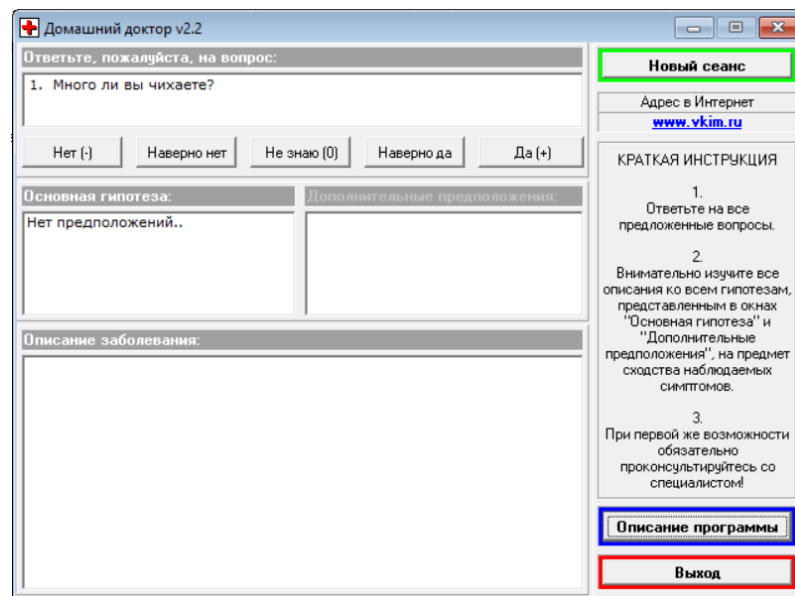


Рисунок 1.7 – Інтерфейс програми “Домашній доктор”

Діагноз складається з основної гіпотези та додаткових припущень. З самого початку програма складає припущення про найбільш ймовірну хвороба, як показано на рисунку 1.8. Програма також дозволяє отримати довідку про додаткові болячки, нажавши на її ім'я. Довідка представляє собою опис хвороби, її симптоми та курс лікування.

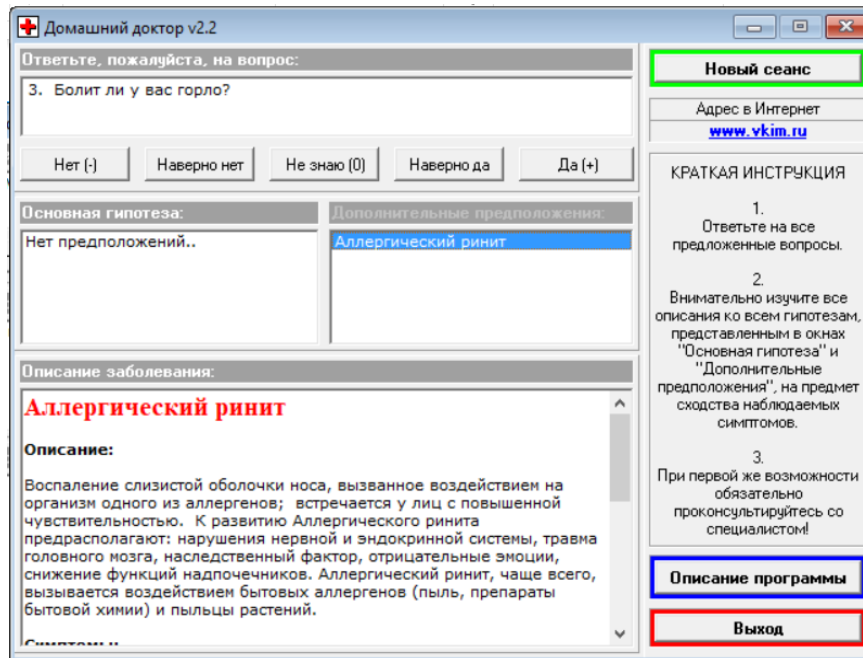


Рисунок 1.8 – Довідка до хвороби

Після деякого числа відповідей система почне виводити основні гіпотези про стан пацієнта, як показано на рисунку 1.9.

Далі система буде намагатися підтвердити або заперечити ці діагнози. Потім система почне запитувати пацієнта про додаткові хвороби.

Після вичерпання усіх питань система видасть останній список хвороб, які можуть бути у користувача, як показано на рис 1.10. Також можна почати новий сеанс, нажавши на кнопку “Новий сеанс”.

Таким чином дана експертна система складає собою самий мінімум функціоналу, який повинен бути у програмі цього типу. Вона не дозволяє редагувати вхідні дані користувача, тому якщо була зроблена помилка, потрібно заново починати з самого початку.

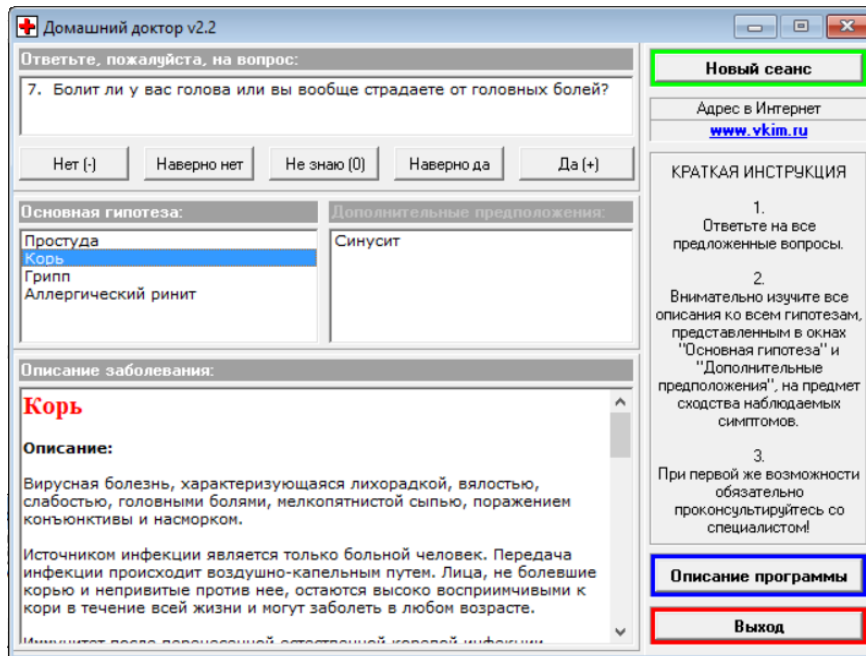


Рисунок 1.9 – Гіпотези щодо стану пацієнта

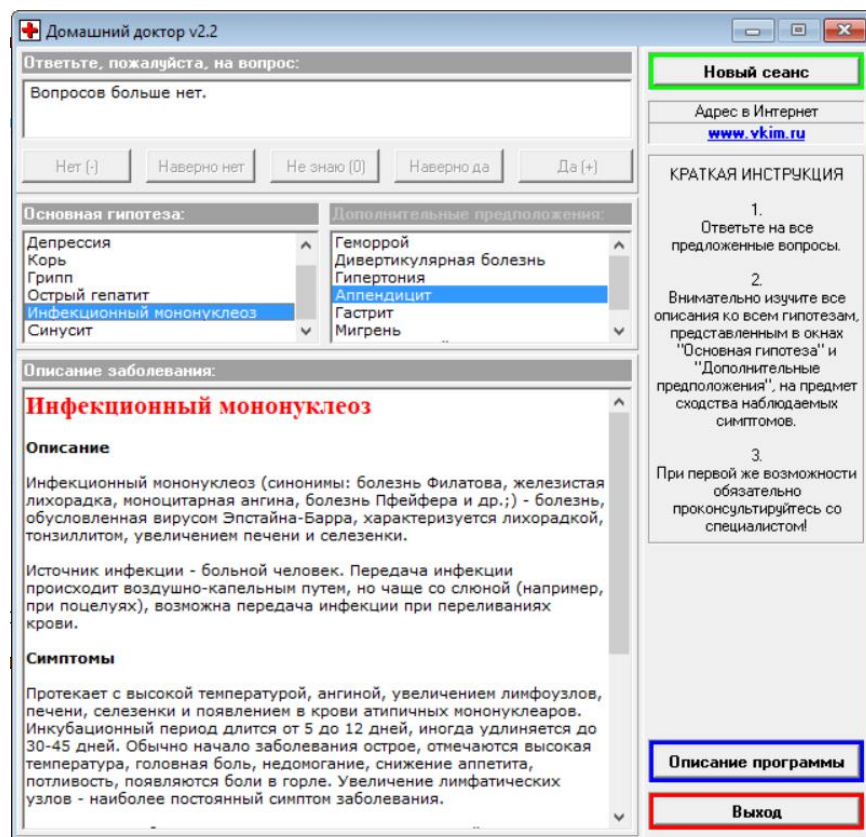


Рисунок 1.10 – Вичерпування питань

Також не достає таких важливих показників, як вік та стать людини. Не береться в увагу анамнез пацієнта та статистичні дані у області, де проживає пацієнт. Тому програма

може використовуватися лише для найбільш базової діагностики найбільш поширених захворювань і не може дати результат з задовільною точністю для більш важкого випадку.

1.4.2 Isabel Differential Diagnosis Generator

DDx - складається з сучасної пропрієтарної системи розпізнавання взаємозв'язків (Proprietary Disease Pattern Recognition Engine Platform), яка за допомогою статистичних зв'язків аналізує тисячі перевірених медичних документів, які описують проходження, симптоми та описи хвороб. Далі результати цього аналізу тексту йдуть в подальшу обробку і таким чином заповнюється база даних, яка вміщує в собі інформацію про хворобу та статистичні дані регіону пацієнта. На даний момент система може розпізнати більше 10000 станів пацієнта. Клієнтами програми є доктора та медичні заклади, які бажають зробити аналіз хвороби пацієнта більш послідовним та контрольованим. Тести системи в медичних школах США показали зріст правильного діагностування максимум на 33%.

Web-інтерфейс програми виглядає, як показано на рисунку 1.11. Тут можна побачити поле вводу віку пацієнта, який розділений на вікові групи. Також можна додати стать, вагітність та частину світу, в яку пацієнт подорожував. Після цього йдуть поля, де потрібно ввести симптоми пацієнта. Справа можна побачити два вікна пошуку для довідки за хворобою або симптомом.

Рисунок 1.11 – WEB-інтерфейс програми

Після вводу симптому в пошукове вікно можна побачити результати пошуку на рисунку 1.12.

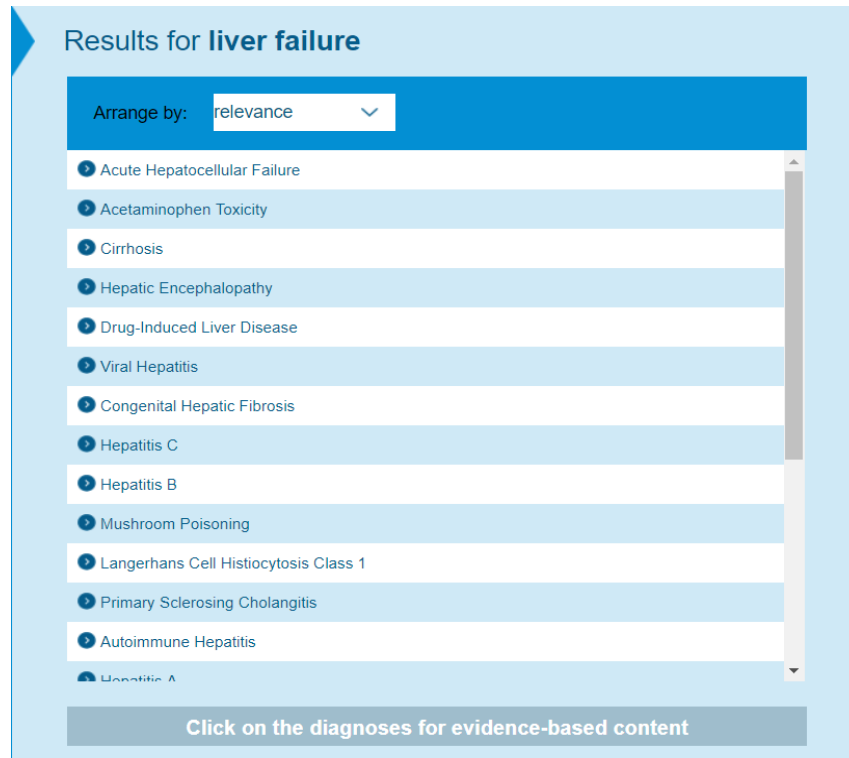


Рисунок 1.12 – Результати пошуку

Нажавши на посилання можна отримати довідку за даною темою, як показано на рисунку 1.13.

Cirrhosis, Emergency Medicine
Ahmed Nadeem and Paul J. Allegretti | Reviewed 06/2017

BASICS

- Description
- Etiology

DIAGNOSIS

- Signs and Symptoms
- Essential Workup
- Diagnosis Tests & Interpretation
- Differential Diagnosis

TREATMENT

- Pre-Hospital
- Initial Stabilization/Therapy
- Ed Treatment/Procedures
- Special Therapy
- Medication

FOLLOW-UP

- Disposition
- Followup Recommendations

PEARLS AND PITFALLS

ADDITIONAL READING CODES

BASICS

Description

- Progressive process of inflammation, cellular injury and necrosis, diffuse fibrosis, and formation of regenerative nodules
- Loss of lobular and vascular architecture
- Irreversible in advanced stages
- Intrahepatic portal hypertension owing to increased resistance at the sinusoid, compression of the central veins, and anastomosis between the arterial and portal systems
- 10th leading cause of death in US

Etiology

- Chronic alcohol abuse (most common cause in US)
- Chronic viral hepatitis, B or C (2nd most common cause in US)
- Autoimmune hepatitis
- Biliary cirrhosis, primary (PBC) or secondary (sclerosing cholangitis)

SEE ALSO

DISEASES & CONDITIONS

- Hepatitis, Emergency Medicine
- Spontaneous Bacterial Peritonitis, Emergency Medicine
- Ascites, Emergency Medicine
- Hepatorenal Syndrome, Emergency Medicine
- Varices, Emergency Medicine
- Edema, Emergency Medicine
- Hepatic Encephalopathy, Emergency Medicine
- Immunizations, Emergency Medicine
- Vasculitis, Emergency Medicine

Рисунок 1.13 – Довідка за хворобою

Довідка складається з опису, діагностування та лікування хвороби. Якщо користувач введе дані пацієнта, він получити лист діагнозів (Рис. 1.14), що починається з самого ймовірного до найменш ймовірного.

The screenshot displays a user interface for a clinical decision support system. On the left, the 'Clinical Features' section includes dropdown menus for Age (young adult 17-29yrs), Gender (Female selected), Pregnancy (not-pregnant), and Travel History (Central Africa). Below these are text input fields for symptoms, with 'headache diffuse' and 'stomach pain after eating' already entered. A 'Get Checklist' button is at the bottom left. On the right, the 'Ranked Diagnoses' section shows a list of conditions with associated organ systems and red flag indicators. A 'Drugs' tab is visible at the top right. A button at the bottom right of the diagnoses list reads 'Click on the diagnoses for evidence-based content'.

Diagnosis	Organ System	Red Flag
Fibromuscular Dysplasia	Vasc	?
Irritable Bowel Syndrome	Gastro	?
Lactose Intolerance	Gastro	?
Viral Hepatitis	Hepato	?
Intestinal Obstruction	Gastro	?
Pancreatitis	Gastro	?
Acute Pancreatitis		
Intestinal Ischemia	Gastro	?
Chronic Mesenteric Ischemia		
Median Arcuate Ligament Syndrome		
Biliary Colic	Hepato	?
Crohn Disease	Gastro	?
Cholelithiasis	Hepato	?

Рисунок 1.14 – Лист діагнозів

Особливу увагу треба надати тим хворобам, що помічені червоним прапорцем. Ці хвороби можуть привести до дуже важких наслідків, якщо пацієнту не буде надана потрібна медична допомога. Також у лікаря є можливість надати зворотній зв'язок системі, оцінивши ту чи іншу хворобу.

Після цього можна подивитися, які препарати найкраще підходять пацієнту, нажавши на кнопку "Drugs" (Рис. 1.15). З ними також можна подивитися довідку та оцінити, як і з хворобами.

Дана експертна система має у собі практично усі елементи, щоб допомогти лікарю правильно поставити діагноз пацієнту. Дуже важливою є функція червоних прапорців, яка нагадує доктору про можливі небезпеки і зменшує ризик неправильного діагностування дуже небезпечних хвороб. Але системі не достає індивідуального підходу до кожного пацієнта, не береться в увагу анамнез пацієнта та його історії хвороби, що може призвести до помилки.

The screenshot displays a medical software interface with two main sections: 'Clinical Features' and 'Drugs/Ranked Diagnoses'.

Clinical Features:

- Age:** young adult 17-29yrs (dropdown)
- Gender:** Female (selected), Male (radio button)
- Pregnancy:** not-pregnant (dropdown)
- Travel History:** Central Africa (dropdown)
- Text Input:** 'Enter abnormal clinical features in free text OR select from list. NO negatives:' followed by text boxes containing 'headache diffuse' and 'stomach pain after eating'.
- Buttons:** 'Get Checklist' and 'Clear Search'.

Drugs / Ranked Diagnoses:

- Buttons:** 'Show 10' (selected) and 'Show all'.
- Table:** A list of drugs with thumbs up/down icons and question marks.

Drug	Like	Dislike	Info
Fibrates	👍	👎	?
Sumatriptan Succinate	👍	👎	?
Esterified Oestrogens	👍	👎	?
Drospirenone	👍	👎	?
Oral Contraceptives	👍	👎	?
Imiquimod	👍	👎	?
NSAID's	👍	👎	?
Ethylene Oxide	👍	👎	?
Growth Hormone	👍	👎	?
Nitrates	👍	👎	?
- Footer:** 'Click on the drug for evidence-based content'.

Рисунок 1.15 – Лист препаратів

Також нема функції проаналізувати результати лабораторних аналізів і додати їх у фактори, які впливають на діагноз. Таким чином система може використовуватися лише як початковий інструмент діагностування, а більшу частину роботи, як аналіз того, чим пацієнт раніше хворів буде займатися сам лікар.

1.4.3 MEDAI

MEDAI - штучний інтелект, який працює на базі нечіткої логіки, який складається з програми аналізу медичних даних за допомогою математичних методів та програми виводу для пацієнта. Користувачем системи є людина, не знайома з медициною, яка надає програмі відповіді на запитання в чіткому виді. На основі цих відповідей формуються нечіткі гіпотези за синдромами та хворобами.

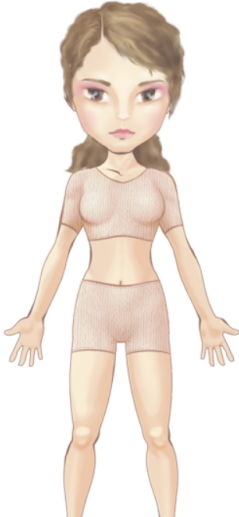
За наданими користувачем даними формуються нові запитання, і коли вони вичерпаються ставиться кінцевий діагноз і видається довідка, до якого лікаря треба записатися. На даний момент штучний інтелект діагностує 240 хвороб та більше 600 нозологічних одиниць на усіх системах і органах людини, що дозволяє виявляти системні хвороби.

Інтерфейс системи показано на рисунку 1.16, де можна ввести вік, стать симптоми та аналізи.

Мужчина
 Женщина

Общие симптомы Анализы

Повернуть тело 18-24 года



Общие симптомы

- Слабость общая / недомогание
- Потеря сознания
- Сыпь, прыщики, язвочки, другие изменения на коже
Сыпь или иные изменения кожи, которые появились в связи с болезнью или являются основной жалобой.
- Температура тела повышена
- Нарушения питания/усвоения/вкуса/метаболизма
- Артериальное давление повышено (>140/90) в покое
- Беременность (есть сейчас или не исключена)
- Отеки
- Путешествие или пребывание в необычном месте
- Обстоятельства работы, быта, семейные
-

Начать диагностику

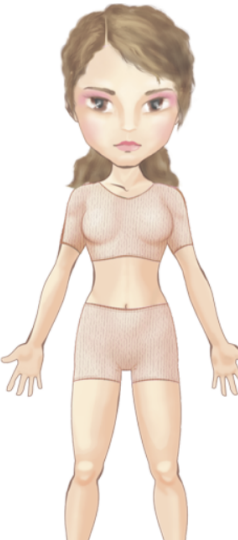
Рисунок 1.16 – Интерфейс программы

Симптомы поділяються на загальні (не локалізовані в одній частині тіла) та частини тіла, яку можна вибрати на інтерактивній мапі. У списку аналізів вибираємо той, результат якого ми вже маємо (рис. 1.17). Далі при початку діагностування система буде давати запитання про цей аналіз.

Мужчина
 Женщина

Общие симптомы Анализы

Повернуть тело 18-24 года



Укажите, какие есть анализы (alpha)

- ! Гораздо удобнее ввести анализы в окно поиска на следующем экране
Просто начните писать название параметра, который отклоняется от нормы, и выберете нужное в выпавшем списке.
- Общий анализ крови
- Иммунологический анализ крови
- Общий анализ мочи
- Биохимический анализ крови
- Электrokардиография
- Томография
- Кожные пробы
- Копрограмма (анализ кала)
- Функциональные тесты
- Инструментальные исследования
- Рентгенография

Начать диагностику

Рисунок 1.17 – Список аналізів

Після вводу усіх симптомів та аналізів, які проходив користувач, система почне опитування для того, щоб більш уточнити їх та узнати результати аналізу (рис. 1.18).

На даний момент не існує такого штучного інтелекту, який міг би в собі вмістити простоту використання “Перевірщика симптомів” для простого користувача, повноту “Інструмента диференційного діагностування” лікаря та систему обліку медичних карток пацієнтів. Вже існує багато “Перевірщиків симптомів”, результативність яких не така вже і велика, а усі програми діагностування для професійних лікарів не можуть брати в увагу та вести медичні картки пацієнтів, що можуть системи обліку.

Нет нужного в списке? Введите жалобы сюда. Например, тошнота или 'темп пов'

Нарушения питания/усвоения/вкуса/метаболизма, говорите?

<input type="checkbox"/> Снижение массы тела (похудение) в течение недель/месяцев/из-за болезни	непонятно
<input type="checkbox"/> Неправильное питание	непонятно
<input type="checkbox"/> Нарушение аппетита	непонятно
<input type="checkbox"/> Истощение - крайняя степень исхудания	непонятно
<input type="checkbox"/> Извращение вкуса, ранее любимая пища больше не нравится	непонятно
<input type="checkbox"/> Ослабление вкуса	непонятно
<input type="checkbox"/> Чрезмерный вес в настоящий момент Ожирение 3 степени, ИМТ>40	непонятно

Биохимический анализ крови, говорите?

<input type="checkbox"/> Билирубин непрямой (неконъюгированный) увеличен	непонятно
<input type="checkbox"/> Уровень АлАТ в крови повышен	непонятно
<input type="checkbox"/> Уровень АсАТ в крови повышен	непонятно
<input type="checkbox"/> Повышение липидов, жирных кислот в крови	непонятно
<input type="checkbox"/> Повышенный уровень ферментов печени в крови <small>АЛТ (АлАТ), АСТ (АсАТ), ЛДГ, ЩФ - ферменты, находящиеся в клетках печени. При воспалении тканей печени,</small>	непонятно

Рисунок 1.18 – Опитування системою

Після вичерпування спостерігаємих варіантів система виводить результат, який складається з списку лікарів, яких потрібно відвідати користувачу (рис. 1.19), список діагнозів (рис. 1.20).



Порядок посещения специалистов:

1. Терапевт
2. Терапевт
3. Гастроэнтеролог

Рисунок 1.19 – Список лікарів

Взявши усе в увагу можна сказати, що дана система є найбільш повною і надає найбільш комплексний аналіз з усіх представлених на ринку. Хоча вона має достатньо невеликий результат правильного діагностування - біля 70%, що практично ідентично первинному огляду терапевта. Не зважаючи на це експертна система бере в увагу такі дані, як результати аналізів, ця особливість вигідно відрізняє її від інших.

Порядок проверки диагнозов

Был проведен поиск по базе, на основании которого введенные факты (72%) указывают на следующие утверждения (с цит. 8):

Гиперкалиемия - очень вероятно

За: Повышение уровня калия в крови

Мало данных: Острая почечная недостаточность

За: Повышение мочевины в крови, Снижение уровня натрия в крови, Повышение уровня калия в крови

Синдром хронической усталости - очень вероятно

Причина: Работа, связанная со стрессом, Хронический стресс

За: Ощущение выраженной усталости отмечается на протяжении не менее 6 месяцев, Острый вирусный гепатит в анамнезе

Дискинезия кишечника - очень вероятно

За: Урчание в животе - перистальтика кишечника сильная, ярковыраженная, Кал со слизью, Вздутие живота

Риск стенокардии - вероятно

За: Факторы риска развития атеросклероза, Работа, связанная со стрессом

Мало данных: Метаболический синдром

Причина: Употребление в большом количестве жирной пищи, Малоподвижный образ жизни

Перед вами список возможных заболеваний. Длина черты под названием болезни говорит о его вероятности. Цвет черты - о степени угрозы здоровью (красный - наиболее опасно).

Перечеркнутый аргумент означает невыбранный ответ.

Авторы данной программы не несут ответственности за любые действия, предпринятые пользователем, вся информация носит исключительно справочный характер. По всем медицинским вопросам необходима консультация специалиста.

Рисунок 1.20 – Список діагнозів

Також програма дає можливість отримати список аналізів, які користувач повинен пройти для більш чіткого діагнозу (рис. 1.21).

Ще одним плюсом є те, що для кожного діагноза показуються симптоми, підтверджуючі його, тобто система може обґрунтувати свій висновок.

Але, як і у усіх інших, система не бере в увагу анамнез пацієнта, хоча в опитувальнику з'являлися запитання зв'язані з попередніми хворобами чи операціями.

Недостающие анализы (beta)

Эти клинические анализы могут уточнить диагноз. Чтобы ввести результат в систему в следующий раз, впишите найденное отклонение в поисковое окошко, например "лимфоциты повышены".

<p>— кровь: биохимический анализ</p> <ul style="list-style-type: none"> Повышение уровня гликированного гемоглобина? Снижение уровня С-пептида? Повышение липидов, жирных кислот в крови? Повышенный уровень глюкозы крови? Пониженный уровень кальция в плазме крови? Повышение ЛПНП в крови? Холестерин повышен? Повышение креатинина крови? Повышение уровня триглицеридов в крови? Повышение мочевой кислоты в крови? Количество ЛПВП снижено?
<p>— Электрография, потенциометрия</p> <ul style="list-style-type: none"> Удлинение интервала PR? Появление высоких Т волн? Расширение комплекса QRS? Наличие желудочковых экстрасистол при ХМ-ЭКГ? Наличие повышенного АД при СМАД? Признаки перегрузки или гипертрофии левых отделов сердца?
<p>— кровь: общий анализ</p> <ul style="list-style-type: none"> Увеличенное число нейтрофилов крови? Общее число лейкоцитов крови повышено? Уменьшение числа эритроцитов в крови? Гипохромия эритроцитов в сыворотке крови?

Рисунок 1.21 – Список аналізів

1.4.4 Висновок порівняння

Було розглянуто 3 найбільш показові експертні системи, кожна з яких має свої унікальні особливості і аудиторію. Не одна з представлених на даний момент систем не може напряму аналізувати анамнез пацієнта, а тільки через запитання. Кожній системі не достає індивідуального підходу до пацієнта. Також результати аналізів повинні приводитися у вже обробленій доктором формі, типу “Підвищена глюкоза у крові”, а не кількість глюкози в аналізу крові пацієнта.

Таким чином з'являється ніша професійних інструментів діагностики, які також можуть також аналізувати та допомагати вести доктору медичну картку, яка на даний момент зовсім не зайнята.

1.5 Постановка задачі

Виходячи із аналізу області дослідження було виділено такі завдання для дослідження:

- провести системний аналіз моделей і методів пошуку клінічного діагнозу;
- вибрати методи представлення релевантних та інформативних даних та знань о пацієнтах і хворобах, тобто розробити онтологічні чи прецедентні бази даних та знань на підставі огляду та опитування пацієнта, попереднього опиту пов'язаних з виявленням симптомів, синдромів та ознак хвороб;
- розробити математичні алгоритми діагностики типу (характеру) хвороби з використанням методів інтелектуального аналізу даних (Data Mining, Байєсових стратегій, мереж довіри, моделей на семантичних мережах представлення зв'язків симптомів та ознак хвороб, логіко-статистичних методів розпізнавання образів, методів штучних нейронних мереж);
- розробити архітектурні і структурні рішення для надійного збереження та керування у великих медичних базах даних та знань з використання хмарних обчислень;
- розробити медичну експертну систему та технологію її використання при діагностуванні, яка має бути робити в умовах невизначеності та нечіткості даних.

2 РОЗРОБКА ВИМОГ ЩОДО ПРОЕКТУ МЕС

2.1 Вимоги для поведінки системи

Проаналізувавши предметну область, проблеми поставленої задачі та аналогічні рішення можна скласти список випадків використання у таблиці 2.1- 2.3, які програмний додаток потрібен виконувати.

Таблиця 2.1 – Use cases

Дії користувача	Дії програми
Перехід у вкладинку “База знань” Введення пошукового терміну у спеціальному полі Натискання на кнопку “Пошук”	Пошук вершин за назвою серед хвороб, синдромів, симптомів і т.д., яка сходиться з пошуковим запитом Повернення статей, які містять опис шуканного терміну
Перехід у вкладинку “Клінічний аналіз” Введення симптомів Натискання кнопки “Діагностика”	Передача списку вибраних підтверджених симптомів на сервер Знаходження хвороб, які визивають дані симптоми Підрахунок ймовірності хвороби Видача висновку роботи програми, який містить список хвороб та їх вірогідності, а також запитання на підтримку наступного опорного симптому
Перехід у вкладинку “Екстрений аналіз” Введення симптомів та поведінки пацієнта Натискання кнопки “Діагностика”	Видавання допоміжного списку симптомів користувачеві Передача списку вибраних підтверджених симптомів на сервер Знаходження хвороб та алгоритмів дії для допомоги пацієнту Видача користувачу знайдених хвороб з їх вірогідностями та алгоритмами дії, а також запитання для підтвердження наступного симптому

Таблиця 2.2 – Use cases

Дії користувача	Дії програми
Перехід у вкладинку “Клінічний аналіз” Введення симптомів Натискання кнопки “Діагностика” Відповідь на запитання “так”	Додається підтверджений симптом у список фактів Передача списку підтверджених симптомів на сервер Знаходження хвороб, які визивають дані симптоми
	Підрахунок ймовірностей хвороби Видача висновку роботи програми, який містить список хвороб та їх вірогідності, а також запитання на підтримку наступного опорного симптому
Перехід у вкладинку “Екстрений аналіз” Введення симптомів та поведінки пацієнта	Додається підтверджений симптом у список фактів
Натискання кнопки “Діагностика” Відповідь на запитання “так”	Передача списку вибраних підтверджених симптомів на сервер Знаходження хвороб та алгоритмів дії для допомоги пацієнту Видача користувачу знайдених хвороб з їх вірогідностями та алгоритмами дії, а також запитання для підтвердження наступного симптому
Перехід у вкладинку “Клінічний аналіз” Введення симптомів Натискання кнопки “Діагностика” Відповідь на запитання “ні”	Додається заперечений синдром у список фактів Передача списку фактів на сервер Знаходження хвороб, які визивають дані симптоми Підрахунок ймовірностей хвороб Видача висновку роботи програми, який містить список хвороб та їх вірогідності, а також запитання на підтримку наступного опорного симптому
Перехід у вкладинку “Екстрений аналіз” Введення симптомів та поведінки пацієнта Натискання кнопки “Діагностика” Відповідь на запитання “ні”	Додається заперечений симптом у список фактів Передача списку вибраних підтверджених симптомів на сервер Знаходження хвороб та алгоритмів дії для допомоги пацієнту Видача користувачу знайдених хвороб з їх вірогідностями та алгоритмами дії, а також запитання для підтвердження наступного симптому
Перехід у вкладинку “Клінічний аналіз” Введення симптомів	Додання ідентифікатору користувача у список фактів

Також докладний опис ролей, які будуть приймати користувачі наведений у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Опис основних діючих осіб

Основна діюча особа	Варіант використання
Адміністратор	Має найбільший авторитет серед усіх користувачів, може назначати ролі іншим користувачам. В основну функцію входить редагування бази знань, тобто користувач з такою роллю має повний доступ до додавання, редагування та видалення хвороб, синдромів, симптомів і інших об'єктів, які використовуються в аналізі. Також у них є можливість редагування пояснювальних статей та вірогідності у причинному графі. Ще адміністратор може виконувати роль доктора і використовувати усі його функції
Доктор	Може використовувати клінічний та екстрений аналізатор та має доступ до анамнезу пацієнта, який він може редагувати та додавати записи, такі як операції, проведені пацієнтом, хід його хвороб та ускладнення і інше
Пацієнт	Має доступ лише до даних свого анамнезу та може тільки лікуватися у доктора

Після того, як ролі користувачів були встановленні, можна описати варіанти використання та вхідні і вихідні дані у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Опис варіантів використання

Варіант використання	Опис	Вхідні дані	Вихідні дані
Встановлення ролі	Спочатку новий користувач реєструється як пацієнт і адміністратор може назначити його доктором або адміністратором	Ідентифікатор користувача і роль, на яку потрібно змінити вже існуючу	Відповідь від серверу про успіх операції
Клінічний аналіз симптомів без пацієнта	Користувач з авторитетом "Доктор" і вище вводить симптоми, які були набуті за допомогою діалогу з пацієнтом і отримує результати аналізу і запитання на підтвердження або заперечення наступного признаку	Лист з підтвердженими або запереченими фактами	Лист хвороб, сортований за вірогідністю та запитання, яке підтверджує або заперечує наступний факт

Продовження таблиці 2.4

Варіант використання	Опис	Вхідні дані	Вихідні дані
Екстрений аналіз симптомів без пацієнта	Користувач з авторитетом “Доктор” і вище вводить симптоми, які були набуті за допомогою діалогу з пацієнтом та огляду і отримує результати аналізу з описом наступних дій і запитання на підтвердження або заперечення наступного признаку	Лист з підтвердженими або запереченими фактами	Лист хвороб, сортований за вірогідністю з описом алгоритмів дії та запитання, яке підтверджує або заперечує наступний факт
Клінічний аналіз з відомим пацієнтом	Користувач з авторитетом “Доктор” і вище вводить симптоми, які були набуті за допомогою діалогу з пацієнтом та анамнез користувача і отримує результати аналізу, маючи на увазі дані в анамнезі пацієнта	Лист з підтвердженими або запереченими фактами та ідентифікатор користувача	Лист хвороб, сортований за вірогідністю з описом алгоритмів дії та запитання, яке підтверджує або заперечує наступний факт
Екстрений аналіз з відомим пацієнтом	“Доктор” і вище вводить симптоми, які були набуті за допомогою діалогу з пацієнтом та огляду, а також додає анамнез пацієнта, який є в базі даних і отримує результати аналізу з описом наступних дій і запитання на підтвердження або заперечення наступного признаку з урахуванням пацієнта.	Лист з підтвердженими або запереченими фактами	Лист хвороб, сортований за вірогідністю та запитання, яке підтверджує або заперечує наступний факт
Пошук статті в базі знань	Користувач може ввести пошуковий запит у спеціальне поле і отримати найбільш підходящі статті в базі знань	Пошуковий запит	Статті опису елементів у базі знань
Додавання запису в анамнез пацієнта	Доктор може додати запис пацієнту в анамнез, який зберігається в базі знань. Також до запису можна додати теги, які семантично зв'язані з базою знань і будуть враховані при аналізі	Текст запису та ідентифікатор користувача і список тегів	Відповідь від серверу про успіх операції

Для більш чіткого визначення та розуміння процесів системи була використана діаграма послідовності.

Для операції встановлення ролі користувачу спочатку адмін вводить пошуковий запит з емейлом пацієнту та йому виводяться результати пошуку, якщо такий користувач

знайден, потім після підтвердження вводу, клієнтський додаток передає серверу емейл вибраного користувача та нову роль для нього.

Після цього сервер посилає редагувальний запит для користувача з даним емейлом і якщо операція пройшла успішно, тоді клієнтському додатку передається успішна відповідь. Діаграма операції встановлення ролі представлена на рисунку 2.1.

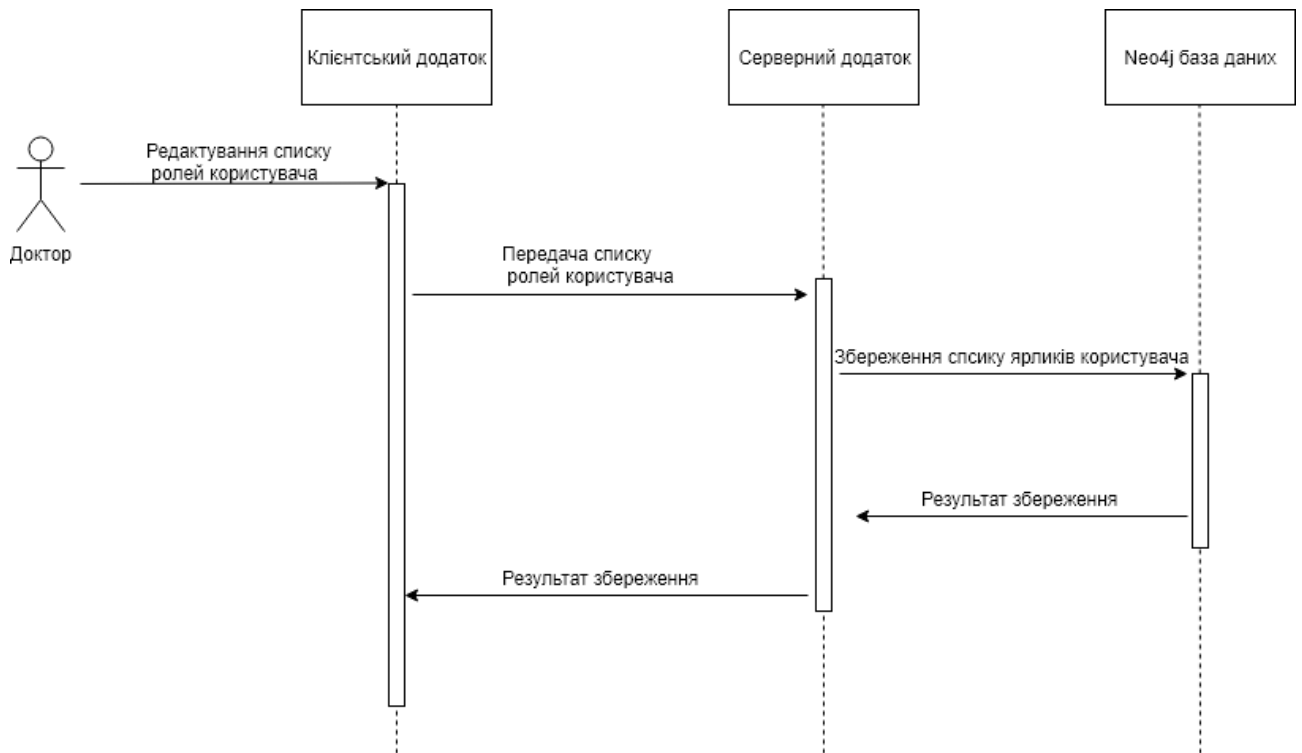


Рисунок 2.1 – Діаграма операції встановлення ролі

Для операції клінічного аналізу спочатку доктор вводить список спостерігаємих симптомів та знаходить пацієнта за його ініціалами. Потім цей список підтверджених симптомів з ідентифікатором пацієнта передаються у сервер, де він спочатку знаходить ті симптоми, які заперечують нашим. Далі за ідентифікатором користувача знаходяться записи його анамнезу, та до яких знань вони призводять. Потім вивантається з бази даних граф хвороб, до яких входять ці симптоми та признаки з анамнезу.

Усі хвороби, які заперечуються вибувають з подальшого аналізу, якщо хвороба ніяк не заперечується, для неї рахується вірогідність з підтверджених доктором фактів [4,6]. Потім у хвороби з найбільшою вірогідністю знаходиться характеризуючий її симптом, який містить підтверджуюче запитання, яке буде відправлено доктору для підтримки діалогу. Обчислені хвороби та наступне запитання з ідентифікатором хвороби буде відправлено доктору для підтримання діалогу. Діаграма клінічного діагнозу представлена на рисунку 2.2.

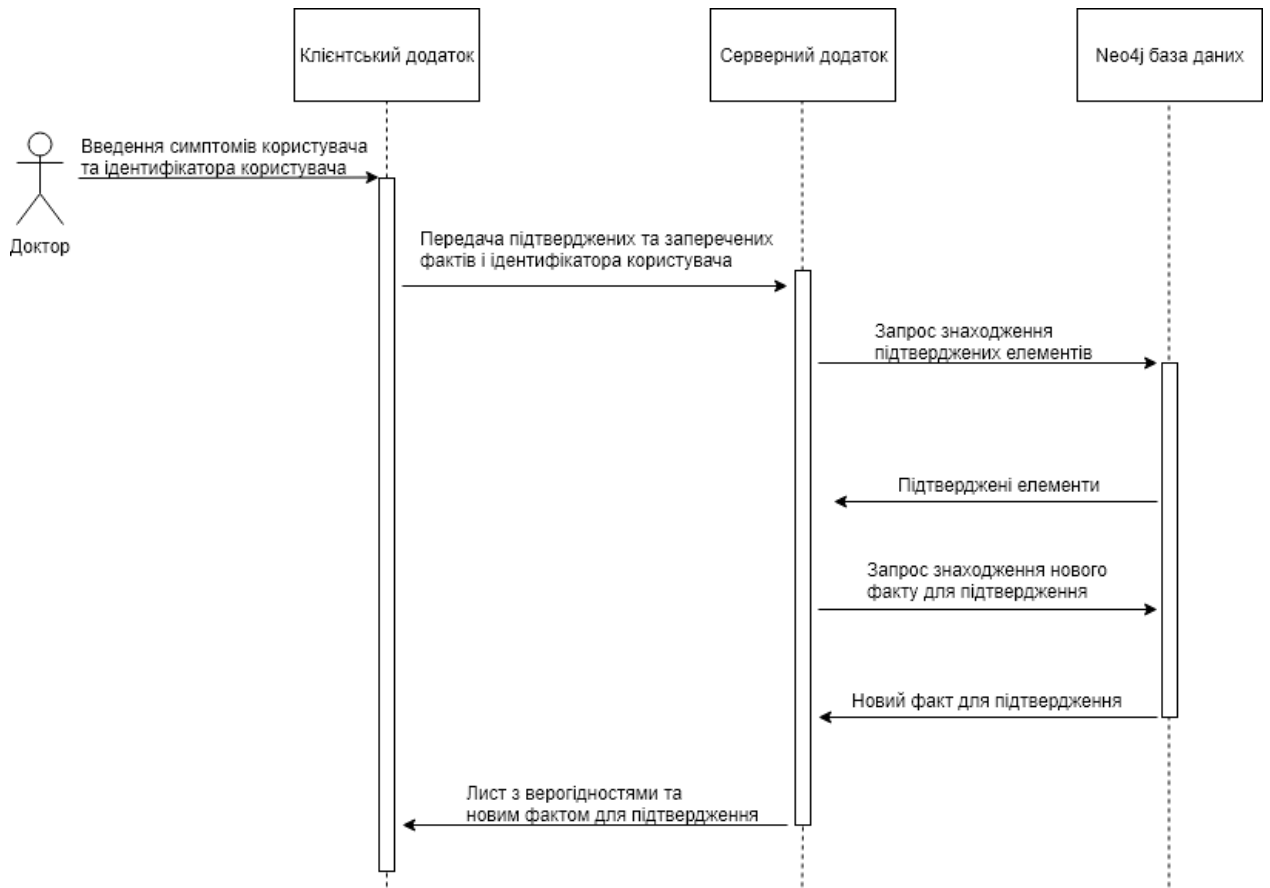


Рисунок 2.2 – Діаграма клінічного діагнозу

Для операції екстреного аналізу використовується подібний алгоритм роботи з одною лише зміною, що після прорахування вірогідностей для хвороб будуть завантажені, які також будуть видані у результаті роботи програми користувачу. Діаграма екстреного аналізу представлена на рисунку 2.3.

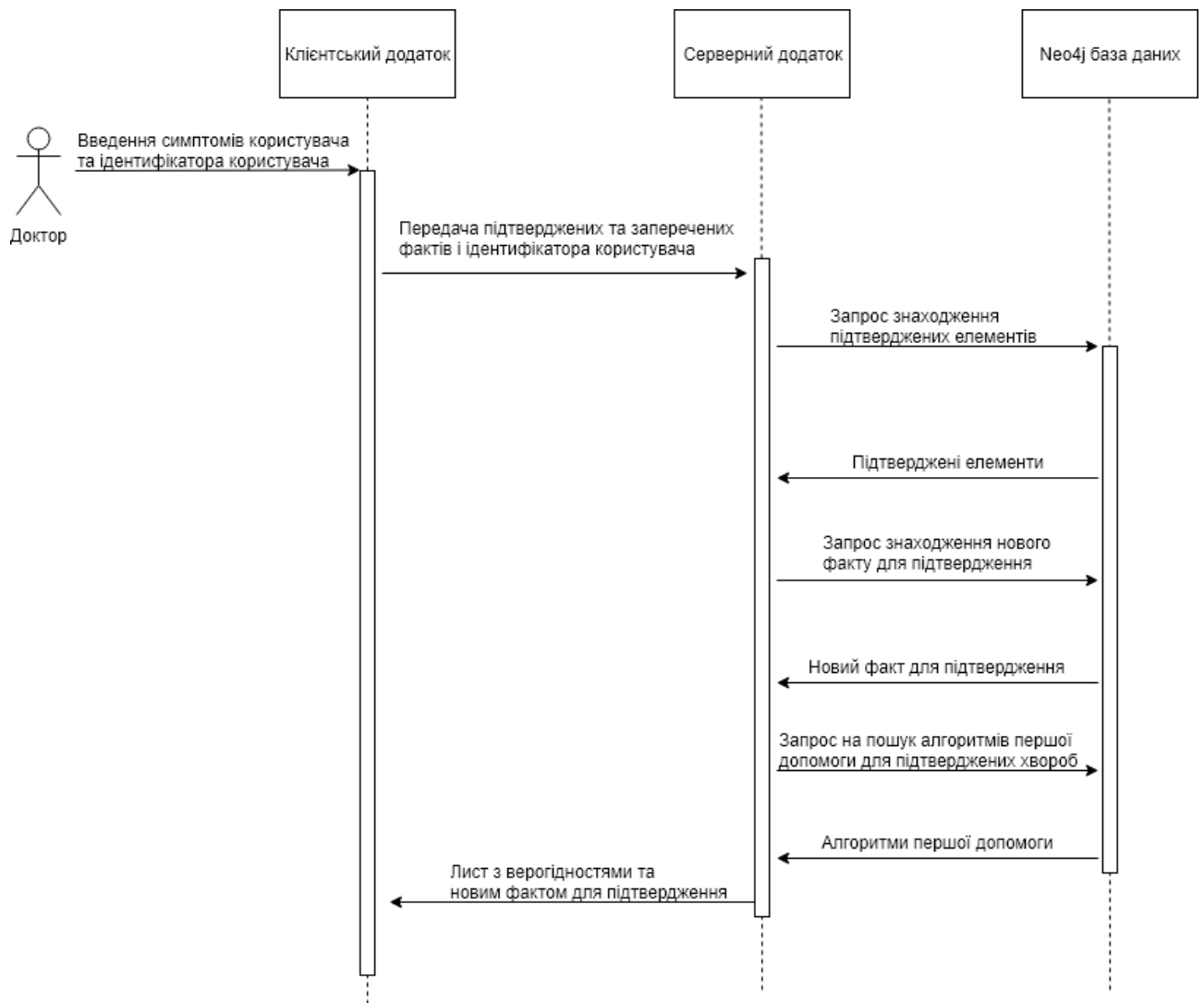


Рисунок 2.3 – Діаграма екстреного аналізу

Для операції додавання запису в анамнез пацієнта по перше доктор шукає його за ініціалами і коли пацієнт був знайдений він може написати подробищий опис хвороби та її проходження і додати теги, які будуть матися на увазі при складанні аналізу для цього пацієнта. Після того, як редагування запису було закінчене, він передається на сервер і зберігається у базі даних.

Діаграма додавання запису в анамнез представлена на рисунку 2.4.

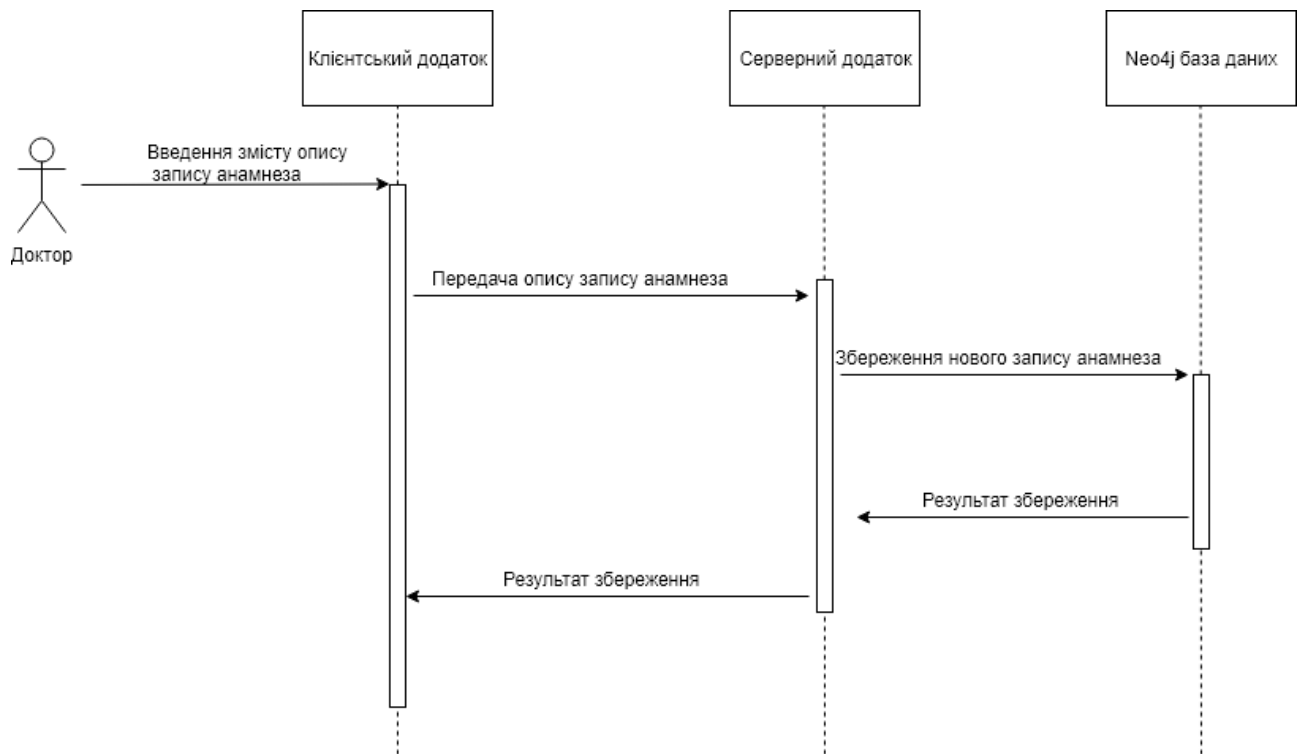


Рисунок 2.4 – Діаграма додавання запису в анамнез

2.2 Вимоги для даних, що зберігаються

Організм — це єдине ціле. За допомогою нервової системи встановлюється зв'язок між усіма органами організму. Зміни в діяльності одного органу впливають на життєдіяльність усього організму. Функціонування всіх систем організму контролюється центральною нервовою системою, яка забезпечує узгодженість їхньої роботи відповідно до умов зовнішнього постійно змінного середовища.

Тому база знань медичної системи повинна мати у собі не тільки описану інформацію про симптоми, синдроми та хвороби, а ще й містити у собі семантичні зв'язки між елементами. Кожна система нашого організму є взаємозв'язаною з усіма іншими, що необхідно відобразити на схемі і мати на увазі при складанні комплексного аналізу [2,2].

Також під час складання клінічного аналізу береться в увагу повний анамнез пацієнта, записи якого повинні бути аналізовані.

Анамнез — основний суб'єктивний метод дослідження хворого, що полягає в отриманні інформації про хворого та його недугу шляхом розпитування. У ході

спілкування з хворим можна зорієнтуватися в особливостях даного захворювання, індивідуальних її проявах, розпізнавання причин її виникнення.

Анамнез є сукупністю усієї медичної документації, що збирається на протязі життя пацієнта. Медична документація - це в усі часи найважливіший інструмент оцінки діяльності лікаря, установи та нормативно-правова база, що документує професійні контакти з пацієнтом.

Тільки медичні документи дозволяють судити про своєчасність і правильність діагностичних і лікувальних заходів [5,1].

Необхідно правильне письмовий виклад історії хвороби і правильне формулювання діагнозу в епікрізі.

Важливо також в повному обсязі відобразити результати проведеного обстеження, що дозволяє виявити функціональний стан всіх органів і систем організму і визначити уражену систему і орган - мішень, поставити попередній діагноз, відповідно намітити план обстеження хворого. Результати проведеного клінічного і інструментального обстеження з обов'язковою оцінкою стану важкості хворого та синдромів, що зумовили цей стан, а у дітей також з оцінкою фізичного, психомоторного розвитку, стану харчування, слід зафіксувати в щоденниках щоденного спостереження. З урахуванням цих результатів і динаміки перебігу клінічних симптомів дати обґрунтування остаточного клінічного діагнозу з дотриманням всіх принципів його побудови.

2.3 Вимоги щодо алгоритму аналізу

Процес лікарської діагностики практично завжди алгоритмізован, тому що шлях до достовірного діагнозу навіть при наявності високоспецифічних (але не патогномонічних) симптомів йде через проміжний ймовірний діагноз, тобто побудова діагностичної гіпотези, а потім перевірку її даними цілеспрямованого дообстеження хворого.

Діагностичний алгоритм - це припис послідовності елементарних операцій і дій для встановлення діагнозу будь-який з хвороб.

У схемі діагностичного процесу слід виділяти 3 етапи:

– фаза збору відомостей про захворюваність у конкретного хворого - виявлення всіх симптомів захворювання;

– фаза аналізу і диференціації - Осмислення виявлених симптомів, "сортування" їх, оцінка за ступенем важливості і характерності і зіставлення з симптомами відомих хвороб;

– фаза інтеграції і синтезу - формулювання діагнозу захворювання на основі виявлених ознак, об'єднання їх в логічне ціле.

Всі етапи діагностики мають важливе значення.

Перший етап - Необхідною умовою його успіху є досить досконале володіння технікою клінічного дослідження, і в першу чергу - розпитування, огляду, пальпації, перкусії та аускультатії.

Другим етапом діагностики є аналіз зібраної інформації, відбір найбільш суттєвих даних, виділення провідного синдрому, проведення диференціального діагнозу.

Провідним симптомом або синдромом слід вважати ті патологічні прояви, які виступають на перший план в клінічній картині, визначаючи її тяжкість, небезпеку для життя і, як правило, патогенетично пов'язані з сутністю захворювання.

3 РОЗРОБКА МЕС ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ХВОРОБ

3.1 Розробка МЕС для діагностування гаймориту

Сильний головний біль, порушення носового дихання, виділення з носа - всі ці ознаки можуть свідчити про розвиток синуситу, тобто запалення однієї з придаткових пазух носа. Особливо часто захворювання виникає на тлі простуди (ГРВІ, грип) або дитячих інфекцій (кір, скарлатина та інших).

Синусит може бути одностороннім або двостороннім, із залученням до процесу однієї пазухи або поразкою всіх придаткових пазух носа з однієї або обох сторін - так званий пансинусит (рис.3.1).

Залежно від того, яка пазуха вражена, розрізняють:

- гайморит - запалення слизової оболонки верхньощелепної (гайморової) пазухи;
- фронтит - запалення лобової пазухи;
- етмоїдит - запалення гратчастого лабіринту;
- сфеноїдит - запалення клиноподібної пазухи.

Оформлюється данні до анамнезу захворювання тобто суб'єктивні дані (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 Данні щодо анамнезу

Скарги пацієнта:	Бали :
Наявність сполучення між порожниною рота і носа	Так - 7 Ні - 0
Асиметрія особи, набряк м'яких тканин в області: <ul style="list-style-type: none"> – щоки. – підкової області. – більше 2-х областей. 	Щоки - 3 Під оком - 3 Більше 2-х - 9
Наявність попадання їжі, рідини в порожнину носа <ul style="list-style-type: none"> – так. – не має. 	Так - 7 Ні - 0
Виділення з носу: <ul style="list-style-type: none"> – не має. – первинно. – багаторазово. 	0 3 6

Продовження таблиці 3.1

Скарги пацієнта:	Бали :
– не відзначається закладеність носу з відповідної сторони.	0б
– періодична закладеність носу з відповідної сторони.	3б
– постійна закладеність носу з відповідної сторони.	5б
наявність виділень через свіщевий хід в області ясен:	
– так.	Так – 3
– немає.	Ні - 0
Інтенсивність болю:	
– помірна.	Помірно - 1
– сильна.	Сильно – 3
іrrрадіація болів в:	
– вухо.	Відсутнє - 0
– скроня.	Кожна зона по 1
– око.	Ні - 0
Почуття тяжкості в області голови	Так - 1 Ні-0
Температура тіла	
– 36.6	0
– 37.0 - 37.5	1
– 37.6- 38.0	2
– Понад 38,0	3
Болі в області причинного / видаленого зуба	Так - 1 Ні - 0
Хворобливе надкусування на зуб	Так - 1 Ні - 0
Болюча пальпація	Так - 1 Ні - 0
Набряк ясен в області причинного / видаленого зуба	Так - 1 Ні - 0
Загальне нездужання, слабкість:	
– Так	Так - 1
– Немає	Ні-0
Супутні хронічні захворювання;	
– так	Так-1
– немає	Ні-0

В МЕС додаються об'єктивні дані Status localis (Табл. 3.2).

Таблиця 3.2 Об'єктивні дані

Об'єктивні дані	Бали :
Носо-ротові, рото-носові проби:	
– позитивна.	7
– негативна.	0
Наявність гнійного вмісту в області перфораційного отвору:	
– так	7

– немає	0
Симптом флуктуації в м'яких тканинах:	
– так.	5
– не має.	0
Характер виділень:	
– не має.	0
– серозне.	2
– серозно - геморагічне.	2
– гнійне.	7
– гнійно-геморагічне.	7
Кількість виділень:	
– помірне.	3
– рясне.	6
Переважаюча сторона:	
– одностороннє.	3
– двостороннє.	6
Конфігурація особи порушена за рахунок набряку в області:	
– щічної.	3
– підкової.	3
– більше 2 х анатомічних областей.	9
Носове дихання:	
– вільне.	0
– помірно важко.	3
– різко важко.	5
Стан слизової оболонки в області причинного / видаленого зуба:	
– задовільно - не відзначається набряк і гіперемія з / о.	0
– незадовільний - відзначається набряк і гіперемія з / о.	3
Смердючий виділень:	
– так	3
– немає	0
Хворобливість при пальпації з / о в обл. причинного / видаленого зуба:	
– так	1
– немає	0
Вибухання в області с / о причинного / видаленого зуба (Симптом Дюпюитрена):	
– так.	1
– немає.	0
Болюче результат перкусії причинного зуба (-ів):	
– не має.	0
– вертикальна.	1
– горизонтальна.	1

Крім того, необхідно ввести до МЕС додаткові дані різних методів обстеження пацієнта (рис.3.1), (табл.3.3).



Рисунок 3.1 – Імпортовані 3D фото зрізу, панорамного знімка

Таблиця 3.3 - Об'єктивні дані

Об'єктивні 3D дані	Бали
Ступінь зміни прозорості в верхньощелепному синусі: <ul style="list-style-type: none"> – 1/3 - – 2/3 - – 3/3 - 	3 6 9
Зміна слизової оболонки синуса: <ul style="list-style-type: none"> – Пристеночное потовщення слизової оболонки синуса – Ретенційні кісти слизової оболонки – Поліпозно- змінена з / о 	3 5 10
Етіологічний одонтогенний фактор: <ul style="list-style-type: none"> – перидонтит - гострий – хронічний – загострення хр. – кістогранулема – околокорневая кіста – перфорація – свищ 	3 5 5 5 7 7 10
Поширення процесу на область середнього носового ходу (meatus nasi medius): <ul style="list-style-type: none"> – Охоплює. – Не охоплює. 	5 0

Продовження таблиці 3.3

Об'єктивні 3D дані	Бали
Стан інших повітряноносних синусів: – Норма. – Немає. – Наявність етмоїдиту. – Наявність фронтиту. – Наявність сфеноїдиту. – Наявність гемісинусита.	0 3 3 3 9
Кількість причинних зубів: – 1 – 2 – 3 і більше.	3 6 9
Коли перфорацію - не враховуємо! – одонтогенні гайморити з наявністю добре вираженої кісткової перегородки між вогнищем одонтогенної інфекції і гайморової пазухою – одонтогенні синусити з відсутністю чітко вираженої кісткової перегородки між вогнищем одонтогенної інфекції і гайморової пазухою	1 7
Наявність стороннього тіла в верхньощелепному синусе. (Вибір - фрагменти зуба- дентальний імплантат - пломбувальний матеріал).	немає - 0 є - 7 6 6 9
Наявність і розмір перфораційного отвори в області видаленого, потенційно видаленого зуба (-ів): – 0,5 - 1.0 см – 1,0 - 1,5 см – більше 1,5 см	1 3 5

До МЕС додаються аналізи і показники пацієнта (Рис. 3.2).

Аналіз крові			
Концентрація еритроцитів (тыс/мкл)	4,6	Палочкоядерные	1
Концентрація лейкоцитів (тыс/мкл)	10	Сегментноядерные	52
Количество гемоглобина (г/л)	148	Эозинофилы	0
Скорость оседания эритроцитов (мм/ч)	20	Лимфоциты	32
		Моноциты	7

Рисунок 3.2 Аналіз крові

При дослідженні слизу із зіву, носа виділена флора: Внести базу основних штамів і робити вибір.

Висіяли 1 штам- 3 бали; 2 -6; 2 і більше 9. Досліджується чутливість мікроорганізмів.

Отже, було досліджено, що виділяється 5 основних груп.

Перша група - з гострим серозним одонтогенним верхньощелепним синуситом при наявності причинного зуба, в тому числі перфоратованого гайморит.

До скарг пацієнта відносять:

- болі в обл. причинного / видаленого зуба;
- іррадіація болів в вухо, скроню, око;
- відчуття тяжкості в області голови;
- періодична закладеність носа з відповідної сторони;
- асиметрія, набряк м'яких тканин обличчя;
- набряк ясен в області причинного / видаленого зуба;
- підвищення температури тіла до 37,5 С;
- носоротова, рото-носова проба при наявності перфораційного отвори;
- перкусія зуба (вертикальна, горизонтальна);
- болюча пальпація слизової оболонки в обл. видаленого зуба;

– на даних 3-Д КТ: пристеночне потовщення слизової оболонки в області дна гайморової пазухи; порушення цілісності кісткової тканини альвеолярного відростка верхньої щелепи в області видаленого причинного зуба, деструктивні зміни в періапикальних тканинах причинного зуба.

- негативний бактеріальний посів.

Друга група - з гострим гнійним одонтогенним верхньощелепним синуситом при наявності причинного / видаленого зуба.

До скарг пацієнта відносять:

- болі в області причинного / видаленого зуба;
- іррадіація болів в вухо, скроню, око;
- закладеність носа з відповідної сторони;
- набряк і гіперемія ясен в області видаленого зуба, можливо генетично з лунки видаленого зуба;

– підвищення температури тіла;

- носоротова, рото-носова проба при наявності перфораційного отвори;
- асиметрія, набряк м'яких тканин обличчя (бали);
- наявність виділень з носа (гнійним, гнійно-геморагічним виділеннями визначати в балах);

- наявність виділень з задньої стінки носоглотки;
- пункція верхньощелепного синуса в анамнезі;

- головний біль;
- іррадіація;
- загальне нездужання, слабкість;
- болюча перкусія причинного зуба;
- болюча пальпація слизової оболонки в обл. видаленого зуба;
- на даних 3-Д КТ: тотальна завуалірованність обсягу гайморової пазухи, в області середнього носового ходу і слизової оболонки носа, порушення цілісності кісткової тканини альвеолярного відростка верхньої щелепи в області видаленого причинного зуба з деструкцією дна верхньощелепного синуса. Безсимптомна, більше додаткових методів і анамнез.

Третя група - з хронічним поліпозний одонтогенних верхньощелепними синуситом і наявністю причинного зуба, в тому числі з ороантрального повідомленням після видалення причинного зуба.

До скарг пацієнта відносять:

- періодичні болі в обл. причинного зуба або відсутність болю;
- періодична закладеність носа з відповідної сторони або відсутність закладеності;
- задовільний стан слизової оболонки ясен, можливе наявність не активного норицевого ходу, рубця;
- безболісна пальпація слизової оболонки в обл. причинного зуба;
- безболісна перкусія причинного зуба;
- виявлення ороантрального повідомлення шляхом зондування лунки в області видаленого причинного зуба;
- на даних 3-Д КТ: потовщення слизової оболонки гайморової пазухи з нерівними контурами до 1/3, 2/3 обсягу, порушення цілісності кісткової тканини альвеолярного відростка верхньої щелепи в області видаленого причинного зуба з деструкцією дна верхньощелепного синуса.

Четверта група - з загостренням хронічного одонтогенного гнійно-поліпозного верхньощелепного синуситу при наявності причинного зуба, в тому числі нагноившиися радикалярні кісти, пророслі в гайморові пазухи.

До скарг відносять:

- болі в обл. причинного зуба або періодичні болі;
- періодична закладеність носа з відповідної сторони або постійна закладеність носа;

- гіперемія, набряк слизової оболонки ясен в області причинного зуба, можливу наявність активного норицевого ходу, рубця;

- підвищення температура тіла - 37,8 С;

- болюча пальпація слизової оболонки в обл. причинного зуба;

- болюча перкусія причинного зуба;

- можливо асиметрія обличчя за рахунок запального інфільтрату або його відсутність;

- на даних 3-Д КТ: потовщення слизової оболонки гайморової пазухи з нерівними контурами до 2/3 або всього обсягу синуса, процес охоплює середній носовий хід, порушення цілісності кісткової тканини альвеолярного відростка верхньої щелепи в області коренів причинного зуба з деструкцією дна або інтимному приляганні до верхньощелепного синусу за рахунок одонтогенного запального процесу.

П'ята група - з хронічним одонтогенних верхньощелепними синуситом при наявності чужорідного тіла в синусі (пломбувальний матеріал, фрагмент зуба) . Грибковим поразкою синуса- в критерії додамо.

До скарг пацієнта відносять:

- можливо періодичні болі в обл. причинного зуба;

- періодична закладеність носа з відповідної сторони або постійна закладеність носа;

- задовільно стан слизової оболонки ясен в області причинного зуба;

- нормальна температура тіла - 36,6 С;

- безболісна пальпація слизової оболонки в обл. причинного зуба;

- безболісна перкусія причинного зуба;

- результати бактеріального посіву;

- на даних 3-Д КТ: потовщення слизової оболонки гайморової пазухи з нерів.

Установка діагнозу, розрахунок показників, вибір методу і оптимізація лікування, прогноз ускладнень, рекомендації.

Розрахунок показників - підсумовування всіх набраних балів - група ризику (3 групи: малий, середній, високий).

Вибір діагнозу:

- гострий одонтогенний верхньощелепний синусит (гнійний, серозний, перфоративного типу);

- хронічний одонтогенний верхньощелепний синусит (Свищ гайморової пазухи, чужорідне тіло гайморової пазухи);

– загострення хронічного одонтогенного верхньощелепного синуситу (поліпозного, гнійно поліпозного, чужорідне тіло гайморової пазухи, свищ гайморової пазухи, діагноз одонтогенною етіології від зубної формули).

Видача результату та оптимізація методу лікування:

– радикальна гайморотомія з видаленням причинного зуба і пластичним закриттям дефекту місцевими тканинами, можливе використання остеореконструктивного матеріалу і / або колагенової мембрани;

– щадна гайморотомія з видаленням причинного зуба і пластичним закриттям дефекту місцевими тканинами, можливе використання остеореконструктивного матеріалу і / або колагенової мембрани;

– двоетапна методика лікування (катетеризація верхньочелюстного синуса, терапія та радикальна назогайморотомія з пластичним закриттям дефекту місцевими тканинами);

– щадна гайморотомія з бажаним використанням остеореконструктивного матеріалу і / або колагенової мембрани і пластичним закриттям дефекту місцевими тканинами.

3.2 Обґрунтування обраних технологій та конфігурація

Як відомо, будь-який клієнт-серверний додаток складається із двох основних частин:

– клієнтської частини, що відповідає за отримання даних від користувача та коректний трансферінг цих даних на сервер;

– серверної частини, що відповідає за операції над даними, відповідно до бізнес-логіки програми, що включає в себе коректну роботу з базою даних та відправлення оброблених даних назад до клієнта.

Але для оптимальної роботи програми окрім ефективного взаємозв'язку цих двох компонентів дуже важливим є прийняття архітектурного рішення стосовно бази даних.

Зважаючи на бізнес-логіку даного проекту, можна зробити припущення щодо ефективності графових баз даних, наприклад Neo4j. Це пояснюється тим, що є постійна потреба у зв'язках між таблицями симптомів та припустимими діагнозами, що може бути неоптимальним у реляційних базах даних. У процесі формування діагнозу необхідно

використовувати ітерацію елементів, залежно від типу їх зв'язку. Наприклад, симптоми та діагнози можна представити у вигляді нодів у графі. У процесі дослідження було порівняно реляційні бази даних та базу даних Neo4j (Табл. 3.3).

Таблиця 3.3 Порівняння реляційних баз даних та Neo4j

Критерій	Реляційна база даних	Графова база даних Neo4j
Зберігання даних	Зберігання даних у фіксованих, попередньо визначених таблицях з рядками та стовпцями з підключеними даними часто не перетинаються між таблицями, що збиває ефективність запитів	Структура зберігання графів з неспорідненою сусідністю призводить до більш швидких транзакцій і обробки відносин даних
Моделювання даних	Модель бази даних повинна бути розроблена з моделями та переведена з логічної моделі на фізичну. Оскільки типи даних і джерела повинні бути відомі заздалегідь, будь-які зміни вимагають тижня простою для впровадження	Гнучка модель даних без розбіжності між логічною та фізичною моделлю. Типи даних і джерела можуть бути додані або змінені в будь-який час, що призводить до різкого скорочення часу розробки і справжньої швидкої ітерації
Ефективність запиту	Продуктивність обробки даних страждає з кількістю та глибиною JOIN (або запитаних відносин)	Обробка графів забезпечує нульову затримку та продуктивність у реальному часі, незалежно від кількості або глибини відносин.
Мова запиту	SQL: мова запитів, що збільшується по складності з кількістю JOIN, необхідних для підключених запитів даних	Cypher: рідний мова запиту на графік, який забезпечує найбільш ефективний і виразний спосіб опису запитів відносин.
Підтримка транзакцій	Підтримка транзакцій ACID, необхідна для корпоративних додатків для послідовних і надійних даних	Зберігає транзакції ACID для цілком послідовних і надійних даних цілодобово - ідеально підходить для глобальних корпоративних додатків
Ефективність центру обробки даних	Консолідація серверів можлива, але дорога для розширення архітектури. Масштабувати архітектуру є дорогим з точки зору купівлі, використання енергії та управління часом	Дані та відносини зберігаються як і раніше разом із підвищенням продуктивності, коли складність і масштабність зростають. Це призводить до консолідації серверів і неймовірно ефективного використання апаратних засобів

Отже, реляційна архітектура - це рішення для тих випадків, коли всі просто і однозначно, але це зовсім неповоротка архітектура для створення складних і гнучких запитів, обробки різноманітних і багаторазових зв'язків між об'єктами. Однак, не можна забувати про такі переваги SQL-баз даних, як можливість створення складних (JOIN)

запитів. Такий підхід робить стандартизовані реляційні БД більш універсальними, адже нехай навіть великою кількістю коду, але кожен запит може бути в них реалізований.

Основною перевагою графових баз даних в цьому світі є універсальність, адже в них можна зберігати і реляційні, і документарні і складні семантичні дані. А сама модель побудови БД може змінюватися і модифікуватися в процесі розвитку додатки без зміни архітектури і вихідних запитів.

З іншого боку, при незначній кількості зв'язків і великих обсягах даних графові БД демонструють значно більш низьку продуктивність, і це потрібно обов'язково мати на увазі. Ще одним важливим обмеженням є те, що в даний момент практично не існує графових баз даних, які б добре працювали в паралельних архітектурах.

Таким чином, для розробки програми було обрано інтегрувати додаток із Neo4j базою даних. Також, вважається, що для роботи із додатком достатнім є консольний інтерфейс.

Для розробки серверної частини програми було обрано мову програмування Java. Для автоматизації зборки проекту було обрано фреймворк Apache Maven. Apache Maven - інструмент управління проектами програмного забезпечення. Базуючись на концепції об'єктної моделі проекту (POM), Maven може керувати складанням проекту, звітністю та документацією з центральної частини інформації.

По-перше, для використання переваг інверсії залежностей було вирішено використовувати фреймворк Spring. Spring – це технологія з відкритим кодом, що дозволяє значно скоротити процес впровадження залежностей та тестування додатку на Java.

Конфігурації, що було використано для налаштування Spring та Spring Boot у проекті можна розглянути на рисунку 3.3, де у файл pom.xml додано потрібні «dependency».

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<project xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0.0 http://maven.apache.org/xsd/maven-4.0.0.xsd">
  <modelVersion>4.0.0</modelVersion>
  <groupId>mes</groupId>
  <artifactId>mes</artifactId>
  <version>1.0-SNAPSHOT</version>
  <build>
    <plugins>
      <plugin>
        <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
        <artifactId>maven-compiler-plugin</artifactId>
        <configuration>
          <source>8</source>
          <target>8</target>
        </configuration>
      </plugin>
    </plugins>
  </build>
  <dependencies>
    <dependency>
      <groupId>org.springframework.data</groupId>
      <artifactId>spring-data-neo4j</artifactId>
      <version>5.1.4.RELEASE</version>
    </dependency>
    <dependency>
      <groupId>org.springframework.boot</groupId>
      <artifactId>spring-boot-starter</artifactId>
      <version>2.1.2.RELEASE</version>
    </dependency>
  </dependencies>
</project>

```

Рисунок 3.3 – Конфігурація для налаштування Spring у проекті

Neo4j пропонує багатий набір можливостей інтеграції для розробників, які використовують Java або інші мови JVM. Автономний сервер Neo4j може бути встановлений на будь-якій машині, а потім доступ до нього за допомогою двійкового протоколу «bolt».

Для інтегрування Neo4j embedded-бази даних було використано Spring Data Neo4j бібліотеку від розробника Neo4j. Spring Data Neo4j тісно інтегрується з Spring Framework і пропонує об'єктно-графічне відображення поверх Neo4j.

Функції (на основі Neo4j-OGM):

- Spring інтеграція,
- мапінг графа об'єктів на основі анотування,
- підтримка сховища на основі інтерфейсу з анотаційними та отриманими методами пошуку,
- швидке сканування метаданих класів,
- оптимізоване управління завантаженням даних та відстеження змін для мінімальної передачі даних,
- кілька транспортів: двійковий протокол, HTTP і вбудований події життєвого циклу збереження.

Конфігурації для налаштування серверу, драйверів та Spring data Neo4j можна розглянути на рисунку 3.4.

```

    <groupId>org.neo4j</groupId>
    <artifactId>neo4j</artifactId>
    <version>3.4.11</version>
    <scope>runtime</scope>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.neo4j</groupId>
    <artifactId>neo4j-ogm-embedded-driver</artifactId>
    <version>3.1.6</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.neo4j</groupId>
    <artifactId>neo4j-ogm-bolt-driver</artifactId>
    <version>3.1.6</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.project.lombok</groupId>
    <artifactId>lombok</artifactId>
    <version>1.16.22</version>
    <scope>provided</scope>
  </dependency>
</dependencies>

```

Рисунок 3.4 – Конфігурація Neo4j

Розробка Java-бізнес-додатків часто вимагає відображення багатьох моделей у базу даних. Бібліотека Neo4j-OGM є чистою бібліотекою Java, яка може зберігати (анотовані) об'єкти домену за допомогою Neo4j. Він використовує оператори Cypher для обробки цих операцій у Neo4j. Object-graph-mapping (OGM) підтримує зміни відстеження, щоб мінімізувати необхідні оновлення та транзитивне збереження (читання та оновлення сусідів об'єкта).

Підключення до Neo4j здійснюється за допомогою драйвера, який може використовувати двійковий протокол, вбудовані інтерфейси API HTTP або Neo4j. Також, інтеграція із Neo4j потребує конфігурації у Java-класі із використанням анотацій із пакету org.neo4j із щойно імпортованої бібліотеки, що зображено на рисунку 3.5.

```

package com.mes.config;

import org.neo4j.ogm.config.Configuration.Builder;
import org.neo4j.ogm.session.SessionFactory;
import org.springframework.context.annotation.Bean;
import org.springframework.context.annotation.Configuration;
import org.springframework.data.neo4j.repository.config.EnableNeo4jRepositories;
import org.springframework.data.neo4j.transaction.Neo4jTransactionManager;
import org.springframework.transaction.annotation.EnableTransactionManagement;

@Configuration
@EnableNeo4jRepositories(basePackages = "com.mes.repository")
@EnableTransactionManagement
public class Neo4jConfiguration {
    public static final String URL =
        System.getenv( name: "NEO4J_URL") != null ?
        System.getenv( name: "NEO4J_URL") :
        "file:///Users/tkhry/data/neo/neo4j.db";

    @Bean
    public org.neo4j.ogm.config.Configuration getConfiguration() {
        org.neo4j.ogm.config.Configuration config = new Builder().uri(URL).build();
        return config;
    }

    @Bean
    public SessionFactory sessionFactory() {
        return new SessionFactory(getConfiguration(), ...packages: {"com.mes.domain"});
    }

    @Bean
    public Neo4jTransactionManager transactionManager() {
        return new Neo4jTransactionManager(sessionFactory());
    }
}

```

Рисунок 3.5 – Налаштування Neo4j бази даних та Spring

Як видно із рисунку 3.5, окрім налаштування середи для зберігання embedded-бази даних Neo4j у конфігураційному файлі є налаштування sessionFactory та transactionManager бінів фреймворка Spring, що потрібно для впровадження залежностей.

Таким чином, засобами імпортованих бібліотек було створено ноди графу. Приклад із програмного коду – домен пацієнта, який бере до уваги основні дані щодо хворого: вік, стать, історію подорожей та анамнез, що можна розглянути на рисунку 3.6.

```

package com.mes.domain;

import lombok.Data;
import org.neo4j.ogm.annotation.GeneratedValue;
import org.neo4j.ogm.annotation.Id;
import org.neo4j.ogm.annotation.NodeEntity;
import org.neo4j.ogm.annotation.Relationship;

import java.util.List;

@Data
@NodeEntity
public class Patient {

    @Id
    @GeneratedValue
    private Long id;
    private String name;
    private int age;
    private Gender gender;
    private List<String> travelHistory;

    @Relationship(type = "SICK_WITH")
    private List<Disease> diseases;

    private List<Disease> anamnesis;
}

```

Рисунок 3.6 – Домен пацієнта у програмі

Таким чином, база даних стала готовою для додавання усх даних для детального аналізу синуситу із попереднього розділу.

3.3 Розробка бази знань

На основі сформульованих вимог до програмного додатку в аналізі предметної області сутностей та зв'язків між ними, а також діаграм потоків було з'ясовано примірну структуру бази даних.

Підграф користувача складається з вершин користувача, сторінки анамнезису та причини анамнезу, як показано на рисунку 3.8. Також серед цих вершин є зв'язки “Має сторінку анамнезу” (`has_anamnesis_page`) та “Приклад причини” (`instance_of_cause`).



Рисунок 3.8 – Приклад підграфу користувача

Вершина користувача має такі ярлики:

- Person – визначає, що вершина належить до користувача;
- Patient – визначає, що користувач має доступ до функціоналу пацієнта;
- Doctor – визначає, що користувач має доступ до функціоналу доктора;
- Administrator – визначає, що користувач має доступ до функціоналу адміністратора.

Також вона може мати виходяще ребро “has_anamnesis_page”, який входить в вершини сторінки анамнезу. Вершина сторінки анамнезу має в собі ярлик “AnamnesisPage”.

Вершина прикладу причини з’єднана входящим в неї зв’язком “instance_of_cause” з вершини сторінки анамнезу та має такі ярлики:

- Cause – визначає, що вершина належить до типу вершин-причин, які враховуються у алгоритмі підрахунку вірогідності;
- AnamnesisCause – визначає, що вершина належить до типу вершин-причин з анамнезу пацієнта;
- KnowledgeItem – визначає, що вершина має при собі опис і належить до знань про предметну область.

Хвороба - це порушення нормальної життєдіяльності організму, обумовлене функціональними або (і) морфологічними змінами і повинна розглядатися у повному комплексі ефектів, які вона породжує. За це відповідає семантичний граф, який складається з вершин-причин, які описують порушення в нормальній роботі організму, які є ефектами тих чи інших хвороб, тобто симптоми та синдроми. Приклад семантичного графу представлено на рисунку 3.9.

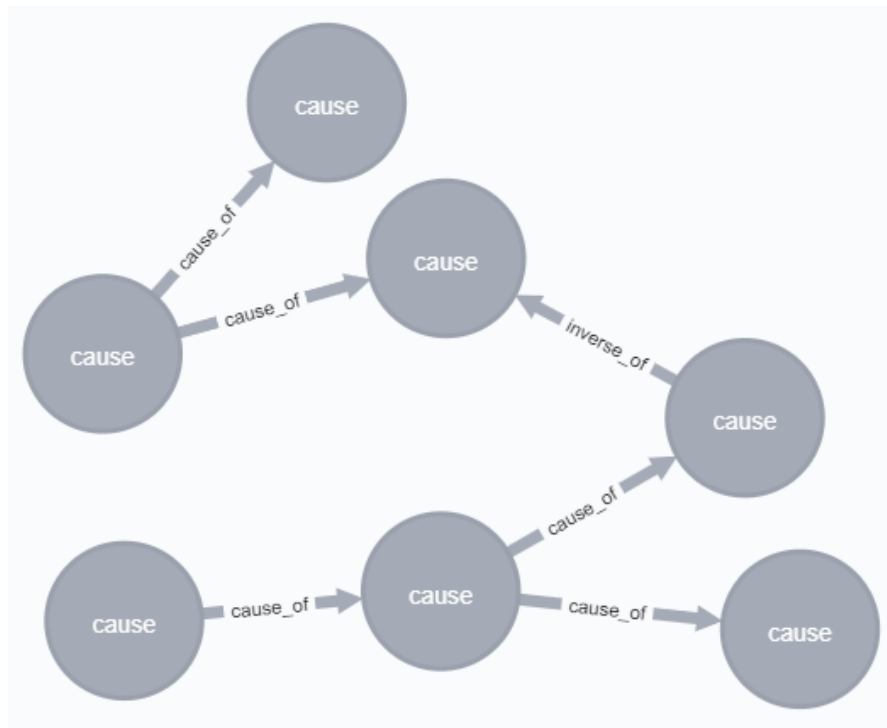


Рисунок 3.9 – Семантичний граф

Причини мають такі властивості:

- вони є взаємозалежними в своєму класі – тобто причина, яка є симптомом не залежить від інших симптомів і також причини-синдроми теж не мають ніякої статистичної залежності між собою;

- вони є інверсними – тобто причини можуть заперечувати одна одній, що визначається на графі за допомогою зв'язку “Інверсивний” (*inverse_of*)

- причини можуть призводити до інших причин – наприклад, причина-хвороба призводить до деякої кількості симптомів та пошкоджує роботу якоїсь системи організму, що у свою чергу призводить до інших симптомів.

Цей зв'язок називається “Причиняє” (*cause_of*), він може містити в собі значення вірогідності.

Зв'язок “*cause_of*” позначає, що вершина, в яку він входить є ефектом причини, з якої він виходить. Також він визначає, чи є він опорним за допомогою поля “*is_characteristic*”.

Зв'язок “*inverse_of*” використовується для позначення, що вершини є взаємозапереченими, зв'язує дві вершини “Cause”.

Таким чином ці два підграфи використовуються для постановки діагнозу та аналізу стану пацієнта. Приклад обох графів зображено на рисунку 3.10.

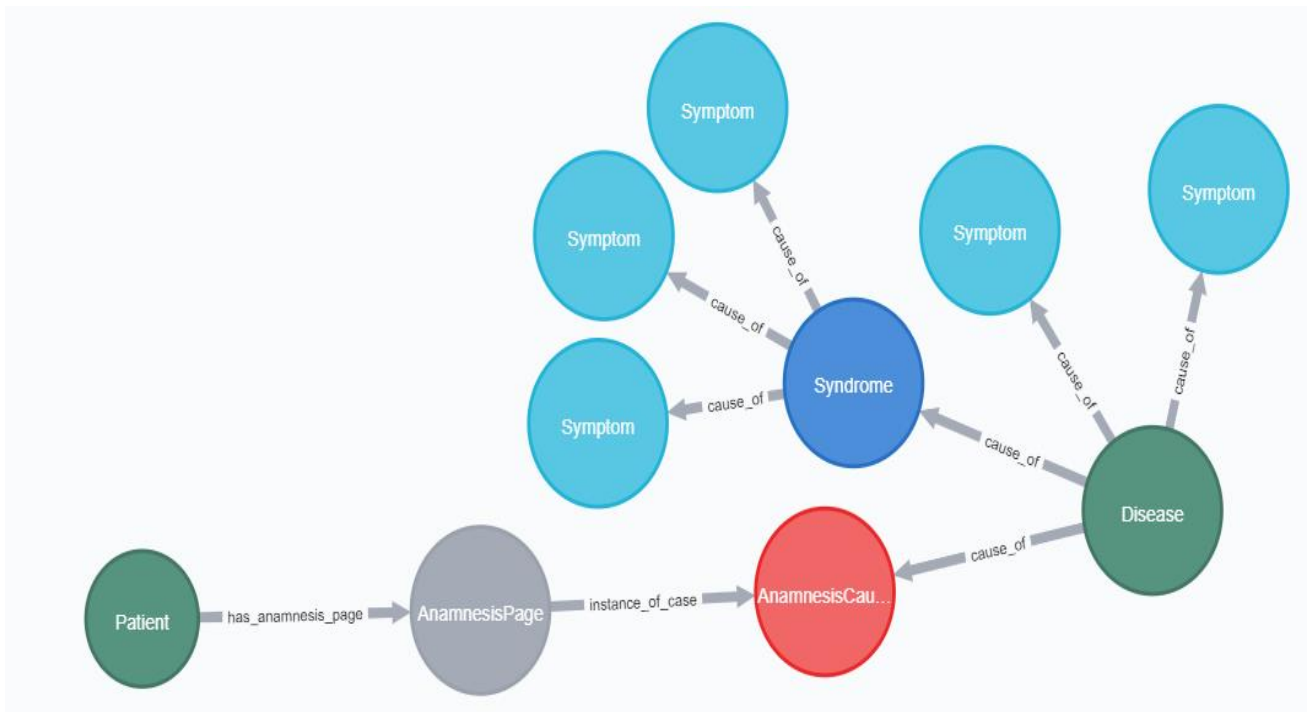


Рисунок 3.10 – Семантичний граф з графом користувача

Підграф бази знань визначає довідкові дані про елементи семантичного підграфу, та визначає єдине поле “description” та позначається ярликом “KnowledgeItem”. Поле “description” містить у собі HTML сторінку, яка описує цей елемент для врача.

Приклад заповненого підграфу знань, який складається хвороб, синдромів та симптомів зображено на рисунку 3.11.

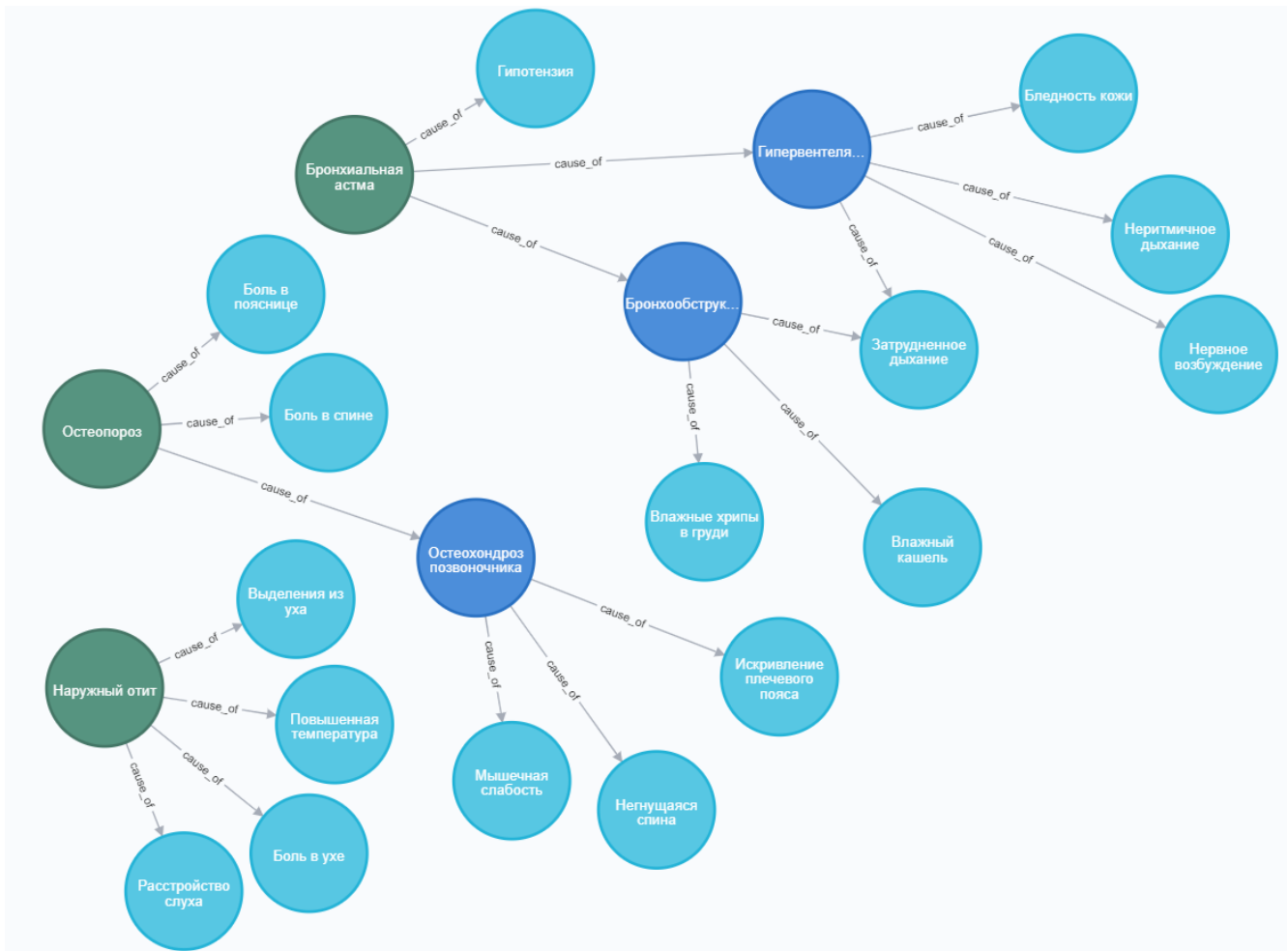


Рисунок 3.11 – Пример графу знань

Добре продумана база даних - це передусім набір поименованих таблиць. Кожна з яких у свою чергу містить ряд полів, що мають визначені властивостями.

Поля утворюють структуру бази даних - її основу. Від властивостей поля залежить які дані можна в нього вносити і які операції потім можна, а які не можна, робити з вмістом поля.

Так як графова база даних не має чіткої схеми та може містити в собі нецілісні дані, схема була описана за допомогою діаграми класів, представленної на рисунку 3.12.

Таким чином граф бази даних можна розділити на 3 підграфа: підграф користувача, семантичний підграф, підграф бази знань.

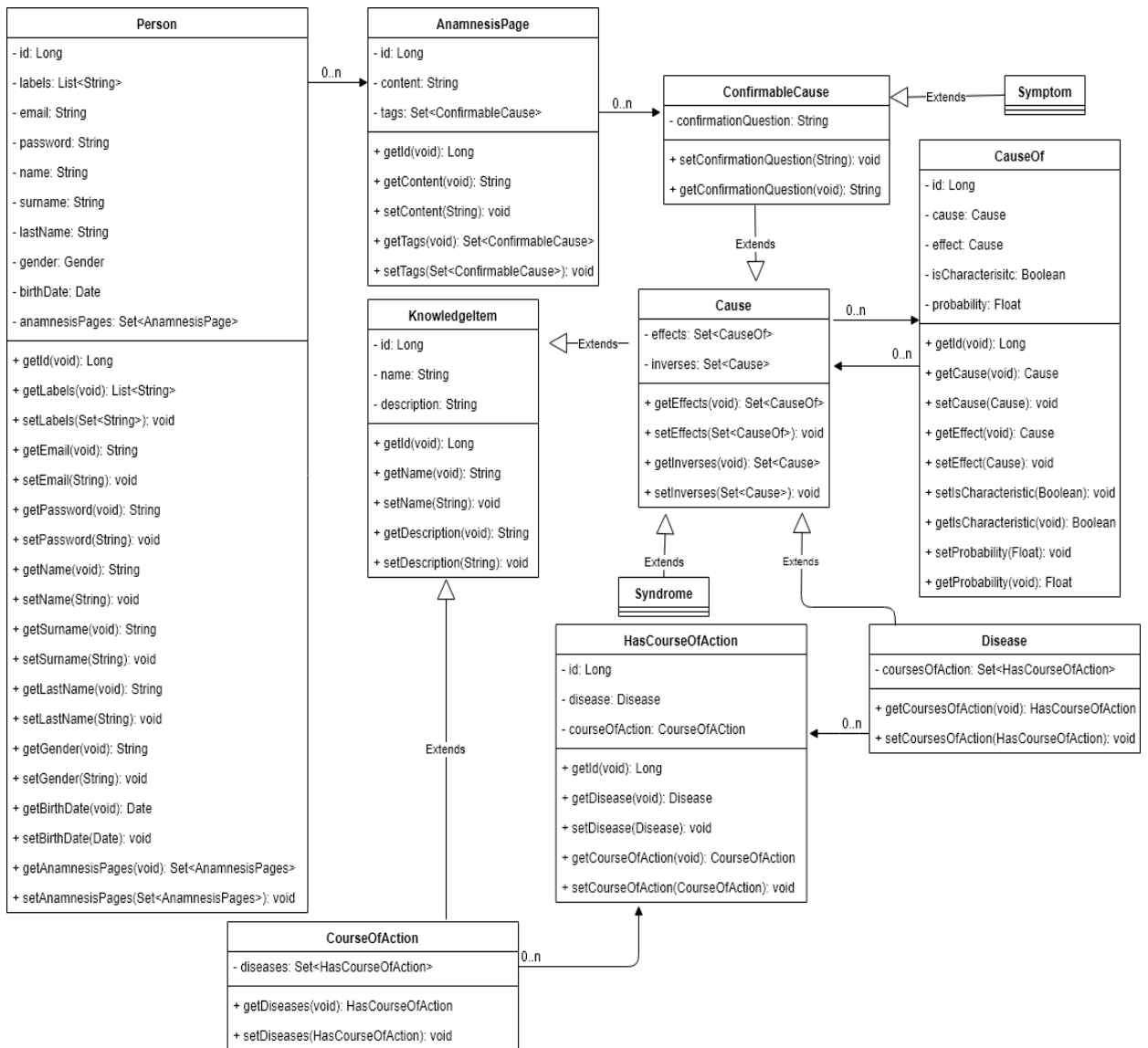


Рисунок 3.12 – Діаграма класів бази даних

Таким чином було розроблено модель даних, яка буде найбільш гнучкою до подальших змін та краще всього може описати предметну область.

3.4 Розробка алгоритму аналізу

3.4.1 Теоретична частина

Для підрахунку вірогідностей хвороб використовується теорема Баеса – це теорема, яка спираючись на обставини описує ймовірність події. В нашому прикладі ми використовуємо її Бассову інтерпретацію, тобто ймовірність вимірює міру впевненості. Теорема Баеса відтак пов'язує міру впевненості у висловленні до та після врахування свідчення. Формула вірогідності описується так:

$$P(C | E) = \frac{P(E | C) * P(C)}{P(E)}, \quad (3.1)$$

де $P(C | E)$ – вірогідність, що причина визвала цей ефект,

$P(E | C)$ – вірогідність, що ефект появиться при появі причини,

$P(C)$ – вірогідність випадання причини,

$P(E)$ – вірогідність випадання ефекту.

Якщо кількість ефектів більше, ніж один, то схожі за класом вірогідності сумуються:

$$P(C | E_1, E_2, \dots) = \frac{P(E_1 | C) * P(C) + P(E_2 | C) * P(C) + \dots}{P(C)}, \quad (3.2)$$

де $P(C | E_1, E_2, \dots)$ – вірогідність, що причина визвала цей ефект,

$P(E_1 | C)$ – вірогідність, що ефект появиться при появі причини,

$P(C)$ – вірогідність випадання причини,

$P(E_1)$ – вірогідність випадання ефекту.

Так як усі причини вважаються рівновірогідними, то для того, щоб знайти $P(E)$ та $P(C)$ використовується така формула:

$$P(E), P(C) = \frac{1}{n}, \quad (3.3)$$

де n – кількість елементів цього типу (наприклад симптомів, або синдромів, тощо).

Таким чином можна завжди доповнювати статистику при додаванні нових даних в систему, просто додавши нові дані до вже підрахованих вірогідностей нодів. Це можна записати, використовуючи формулу 3.2, як:

$$P(C | E_1, E_2, \dots, E_n) = P(C | E_1, E_2, \dots) + \frac{P(E_n | C) * P(E_n)}{P(C)}, \quad (3.4)$$

де $P(C | E_1, E_2, \dots)$ – попередня вірогідність ноди,

$\frac{P(E_n | C) * P(E_n)}{P(C)}$ – додавання нової інформації до системи,

$P(E_n | C)$ – вірогідність, що новий ефект з'явиться при появі причини,

$P(E_n)$ – вірогідність випадання ефекту.

3.4.2 Опис роботи алгоритму

На першому кроці роботи алгоритму використовується Cypher-запрос, представлений на рисунку 3.8, який знаходить елементи графа, для яких буде вирахована ймовірність. Коли сервер отримує від клієнта запит з підтвердженими та спростованими фактами і, можливо, ідентифікатором користувача, він спочатку знаходить цього користувача та усі його ускладнення з сторінок анамнезу, та додає їх у підтверджені факти. Запрос на рисунку 3.10 приймає в себе список ідентифікаторів підтверджених фактів (буде вставлений замість строки “{0}”), список спростованих фактів (буде вставлений замість строки “{1}”) та список назв елементів, які використовуються в аналізі (буде вставлений замість строки “{2}”). Коли вхідні дані будуть вставлені в запит, він буде пересланий в базу даних, і почнеться його обробка.

```

1 WITH {0} AS confirmedFactIds
2 MATCH (facts)-[:INVERSE_TO]-(inverse)
3 WHERE ID(facts) IN confirmedFactIds
4 WITH collect(inverse) AS inversed, {1} AS refutedByQuestionFactIds
5 MATCH (ref:ConfirmableCause)
6 WHERE ID(ref) IN refutedByQuestionFactIds
7 WITH collect(ref) + inversed AS inversedRefutables
8 UNWIND inversedRefutables AS inverse
9 MATCH (inversedCause)-[:CAUSE_OF*{is_characteristic: true}]->(inverse)
10 WITH collect(DISTINCT inversedCause) + inversedRefutables AS refuted, {0} AS confirmedFactIds
11 MATCH (disease:Disease)-[:CAUSE_OF*]->(fact)
12 WHERE ID(fact) IN confirmedFactIds AND NOT disease IN refuted
13 WITH refuted, disease
14 MATCH p = (disease:Disease)-[:CAUSE_OF*]->(effect)
15 WHERE NOT effect IN refuted
16 WITH length(p) AS depth, collect(effect) AS effects, refuted, disease
17 WITH collect({depth: depth, effects: effects}) + [{depth: 0, effects: collect(DISTINCT disease)}] AS levels, {2} AS
    independentCauses, refuted
18 UNWIND independentCauses AS independentCause
19 MATCH (causeToCount:Cause)
20 WHERE independentCause IN labels(causeToCount) AND NOT causeToCount IN refuted
21 WITH independentCause, count(causeToCount) AS countedCauses, levels, independentCauses
22 WITH collect({name: independentCause, count: countedCauses}) AS counted, levels, independentCauses
23 UNWIND levels AS l
24 UNWIND l.effects AS effect
25 WITH counted, l.depth AS depth, head(filter(r IN independentCauses WHERE r IN labels(effect))) AS label, ID(effect) AS identifier
26 WITH head(filter(c IN counted WHERE c.name = label)).count AS counts, depth, identifier, label
27 RETURN depth, collect({counts: counts, depth: depth, identifier: identifier, label: label}) AS depthNodes
28 ORDER BY depth ASC;

```

Рисунок 3.10 – Cypher запит, який сортує дерево причинності за глибиною у дереві

Робота запису на рисунку 3.10 починається з того, що знаходяться ті вершини, які з'єднані з підтвердженими за допомогою зв'язку “INVERSE_TO”, який позначає, що підтвердження одного факту заперечує другому (строки 1-3). Далі знаходяться вершини, що були заперечені користувачем та вони додаються до списку всіх заперечених вершин (строки 4-7). Потім знаходяться усі вершини, які з'єднані з запереченими зв'язком “INVERSE_TO” зі значенням “is_characteristic” рівним “true” та вони додаються до спільного листу заперечених вершин (строки 8-10).

Після цього знаходяться хвороби, які з'єднані з підтвердженими та яких немає в листі заперечених вершин (строки 11-13). Для цих хвороб знаходяться вершини на кожній глибині і перевіряється, що вони не заперечені (строки 14-16). Ці хвороби потім додаються до списку кожного рівня, як рівень 0 (строка 17).

Далі потрібно підрахувати кількість кожного типу вершини, яка бере участь в аналізі ймовірностей без заперечених вершин, за це відповідають строки 18-21. І у кінці кількість кожного типу та його назва додаються до вихідних значень, які поміщаються у лист і ці листи групуються за їх глибиною в дереві (строки 22-28).

Результатом роботи цього запросу буде лист вершин кожного рівня, починаючи з хвороб. Усі вершини в листах, крім останнього (вершини в останньому не мають дітей) вивантажуються з бази даних зі своїми дітьми.

Далі, починаючи з передостаннього ми починаємо підраховувати їх вірогідності і таким чином йдемо до самого початку, тобто до елементів глибини 0. Для вершин, які не мають дітей, їх вірогідність підраховується за формулою 3.3, а для тих, які мають дітей вона підраховується за формулою 3.2. Якщо вершина-дитина не була знайдена у листі попереднього рівня, її ймовірність прирівнюється 0. Таким чином підраховуються вірогідності для кожного рівня з'єднань "INVERSE_TO", де самий перший лист – лист хвороб з їх вірогідностями.

Ці листи будуть зберігатися для оновлення вірогідностей, якщо користувач додає нові дані про стан пацієнта, тобто відповів на запитання, яке підтверджує деякий симптом. Оновлення даних про вірогідність робиться за допомогою формули (3.4).

Після того, як вірогідності були підраховані, потрібно знайти наступну вершину, яку потрібно підтвердити та її запитання, яке її підтверджує. Для цього в кожному листі крім першого, починаючи з самого останнього ми намагаємося знайти вершину з ярликом "ConfirmableCause", яку не підтвердив і не заперечив користувач.

Це завершає перший етап роботи алгоритму аналізу – ми знайшли граф вершин, для яких буде оновлюватися їх вірогідність та новий факт, який потрібно підтвердити. Цю інформацію ми передаємо в клієнтський додаток користувача, який запитує його про наявність у пацієнта того чи іншого симптому.

Після того, як доктор відповів на запитання клієнтський додаток передає на сервер новий факт та лист підтверджених і лист заперечених фактів, та список з графом. Тоді на сервері знову оновлюються ймовірності для усіх елементів, які стоять нижче за новий факт.

Після цього знаходиться новий факт, який потрібно підтвердити і якщо усі можливості в існуючому графі вичерпані, додається нова хвороба, яка не заперечена і її діти до листу глибини та потім з неї береться новий факт. І як і в першому кроці передаються листи глибини графу та новий факт з його питанням. Цей процес продовжується доки питання не вичерпаються повністю.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

4.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» [16] визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

4.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням інформаційного ресурсу проходитиме в приміщенні відповідної установи. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

Геометричні розміри приміщення зазначені в табл. 4.1. та відповідають нормам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [17].

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	5
Ширина, м	3,5
Висота, м	2,5
Площа, м ²	17,5
Об'єм, м ³	43,75

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [18] (табл. 4.2) і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

4.2.1 Навантаження та напруженість процесу праці

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої (лазерні та струменеві), що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема,

значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви (потрібно вибрати):

- для розробників програм тривалість 15 хв через кожну годину роботи;
- для операторів персональних комп'ютерів тривалістю 15 хв через дві години роботи;
- для операторів комп'ютерного набору тривалістю 10 хв через кожну годину роботи.

4.3 Виробнича санітарія

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.3). Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання НПАОП 0.00.-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [24].

Таблиця 4.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
фізичні			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ	2	[2]
- підвищена або знижена вологість повітря	-//-	2	[2]
- підвищений рівень електромагнітного випромінення	-//-	2	[7]

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4
- підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини	-//-	4	[7] [8]
- підвищений рівень статичної електрики	-//-	2	[7]
- недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	[5]
психофізіологічні:			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	[9] [3]
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці-сидіння користувача,) та організації робочого часу - безперервна робота)	2	[9] [3]

4.3.1 Пожежна безпека

Для гасіння пожеж в квартирі пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними. Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є: поліаміди, полівінілхлорид, ізоляційний матеріал, пластикат кабельний, деревина.

Згідно НАПБ А. 01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні» [19] таке приміщення, площею 17,5 м², відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної). Відповідно до норм первинних засобів пожежогасіння пропонується використовувати: повсть 1 1 м² , кошму 2х1,5м² в кількості 1 шт.

4.3.2 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три- провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

4.4.1 Параметри мікроклімату

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [17] і наведені в табл. 4.4:

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С0	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

4.4.2 Освітлення

У проекті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення, ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [20]. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше $1/8$, в побутових – $1/10$:

$$S_b = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) \cdot S_n, \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, m^2 ;

S_n – площа підлоги, m^2 .

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 3,5 = 17,5 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/8 \cdot 17,5 = 2,1875 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 2 вікна площею $S=1,1 \text{ м}^2$ кожне.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M}, \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, m^2 ; $S = 17,5 m^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним $1,1$;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – $1,5$;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – $0,575$

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2 ;

F – світловий потік лампи – 5400лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 17,5 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 1$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 1-го світильника, який складається з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт , напругою – 220 В .

4.4.3 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (вентиляційні шахти), тобто при V приміщення $> 40\text{ м}^3$ на одного працюючого допускається природна вентиляція. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП.

4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій

Відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів та правил експлуатації обладнання наводимо приклади деяких заходів безпеки.

Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» [21], НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» [25] приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 220 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Послідовність розрахунку.

1) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (4.3)$$

де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів; R_d – допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (рис.4.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

2) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho=40$ Ом·м (табличне значення).

3) Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{\text{розр}}$, Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{\text{розр.в}}$, і горизонтальних $\rho_{\text{розр.г}}$, Ом·м за формулою:

$$\rho_{\text{розр.}} = \psi \cdot \rho, \quad (4.4)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів І кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{\text{розр.в}}=1,7$ і горизонтальних $\rho_{\text{розр.г}}=5,5$ Ом·м.

$$\rho_{\text{розр.в}} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{\text{розр.г}} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

4) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача $R_{\text{в}}$, Ом, за (4.5).

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{в}}} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_{\text{в}}}{d_{\text{ст}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_{\text{в}}}{4 \cdot t - l_{\text{в}}} \right), \quad (4.5)$$

де $l_{\text{в}}$ – довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $l_{\text{в}}=3$ м);

$d_{\text{ст}}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{\text{ст}}=0,05$ м);

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф.

(4.6):

$$t = h_{\text{в}} + \frac{l_{\text{в}}}{2}, \quad (4.6)$$

де $h_{\text{в}}$ – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

$$R_{\text{в}} = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

5) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η_B :

$$n = \frac{2 \cdot R_B}{R_d} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.7)$$

I визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_B = 0,57$ (табличне значення).

6) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання n_B , шт:

$$n_B = \frac{2 \cdot R_B}{R_d \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (4.8)$$

7) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (4.9)$$

де L_B – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_B = 3$ м);
 n_B – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

8) Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки) R_Γ , Ом:

$$R_\Gamma = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{\text{см}} \cdot h_\Gamma}, \quad (4.10)$$

де $d_{\text{см}}$ – еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d_{\text{см}} = 0,95b$, $b = 0,15$ м;

h_Γ – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

l_c – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м

$$R_r = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

9) Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_c відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів n_B .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги $\eta_c=0,3$ (табличне значення).

10) Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B \cdot \eta_c + R_r \cdot n_B \cdot \eta_B} \leq R_d. \quad (4.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{\text{заг}} < 4 \text{ Ом}$, а саме:

$$R_{\text{заг}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_d$$

4.6 Охорона навколишнього природного середовища

Діяльність за темою магістерської роботи, а саме: робота за комп'ютером в процесі її виконання впливає на навколишнє природне середовище і регламентується нормами діючого законодавства.

Основним екологічним аспектом в процесі діяльності за даними спеціальностями є процеси впливу на атмосферне повітря та процеси поводження з відходами, які утворюються, збираються, розміщуються, передаються на віддалення (знешкодження), утилізацію, тощо в ІТ галузі.

Вплив на атмосферне повітря при нормальних умовах праці не оказує, бо не має в приміщенні сканерів, принтерів та інших джерел викиду забруднюючих речовин в повітря робочої зони.

В процесі діяльності комп'ютера виникають процеси поводження з відходами ІТ галузі. Нижче надано перелік відходів, що утворюються в процесі роботи:

- відпрацьовані люмінесцентні лампи - I клас безпеки
- батарейки та акумулятори (малі) -III клас безпеки

- змінні носії інформації - IV клас небезпеки
- відпрацьований ізолюючий матеріал, дроти та кабелі - IV клас небезпеки
- макулатура - IV клас небезпеки
- побутові відходи - IV клас небезпеки

ВИСНОВКИ

У ході виконання атестаційної роботи було проведено аналіз організаційної структури та бізнес-процесів клініко-профілактичного закладу охорони здоров'я. Були визначені основні бізнес-процеси, пов'язані із наданням якісної медичної допомоги. Сформульовані основні відділи клініко-профілактичної лікарні та їх взаємодія між одним одним.

На основі аналізу предметної області були визначені основні вимоги щодо створення та впровадження інтелектуальної системи діагностування до структури даного медичного закладу. Визначена проблематика систематизації питань з області охорони здоров'я. Створені чіткі вимоги щодо роботи та аналізу інтелектуальної системи.

У відповідності з виробленими вимогами, розроблено алгоритм аналізу оптимального варіанту пошуку точного діагнозу. До проєктованої бази даних системи були висунуті вимоги адаптованості та систематизованості елементів діагностики медицини. Була створена спеціалізована база даних, яка не тільки повністю задовольняє цим вимогам, але ще дуже легко масштабується, завдяки чому можна покращувати алгоритм пошуку оптимального шляху встанови діагнозу у майбутньому. У результаті виконання атестаційну роботу було розроблено програмний засіб, що має функціонал предоставлення списку припущених діагнозів за вхідними даними із симптомами пацієнта.

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проєктом написаному в дипломній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Були наведені розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника. А також визначені основні екологічні аспекти впливу на навколишнє природне середовище та зазначені поведження з ними.

Розроблений програмний засіб відповідає вимогам, що висунуті у завданні на проєкт. Таким чином, можна стверджувати, що атестаційна робота була виконана у повному обсязі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1) Положення про відділення невідкладної (екстреної) медичної допомоги лікарні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0864-09>.
- 2) Про затвердження Положення про клінічний заклад охорони здоров'я: [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0245-97>.
- 3) Свірко С. В. Організація бухгалтерського обліку в бюджетних установах [Електронний ресурс] / С. В. Свірко – Режим доступу до ресурсу: <http://fingal.com.ua/content/view/837/35/1/1/>.
- 4) Хопкінс Д. Велика енциклопедія медичної діагностики / Джон Хопкінс.. – (2007). – (ISBN: 978-5-17-028214-2).
- 5) Положення про клініко-експертну комісію Міністерства охорони здоров'я Автономної Республіки Крим, структурних підрозділів з питань охорони здоров'я обласних [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1718-13>.
- 6) A Strategist's Guide to Artificial Intelligence [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.strategy-business.com/article/A-Strategists-Guide-to-Artificial-Intelligence?gko=0abb5>.
- 7) Петер Флах, Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. [Текст] / Петер Флах – М.: «ДМК Пресс», 2015 – 400 с.
- 8) Машнин Т. С. Web-сервисы Java. [Текст] / Машнин Т. С — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 560 с.:
- 9) Перепелица В. А. Задачи оптимизации на графах с интервальными параметрами / В. А. Перепелица, И. В. Козин, Н. К. Максишко // Кибернетика и системный анализ. - 2009. - Т. 45, № 2. - С. 3-14. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/KSA_2009_45_2_2.
- 10) Петрович Л. В. Використання граф-моделей у задачах діагностування / Л. В. Петрович, С. М. Голік // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. - 2005. - Вип. 9. - С. 120-124. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdnuzt_2005_9_26.

11) Данчук В. Д. Оптимізації пошуку шляхів по графу / В. Д. Данчук, В. В. Сватко // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2012. - № 2. - С. 78-86. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sdtit_2012_2_9.

12) Овчинников А. В. Анализ алгоритмов поиска оптимальных путей на графах / А. В. Овчинников, В. В. Берковский // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - 2012. - № 2. - С. 100-103. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps_2012_2_25.

13) Магас В. В. Компонування семантичних rest-сервісів з використанням NEO4J / В. В. Магас // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука" . - 2018. - № 8(1). - С. 69-74. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/mnj_2018_8\(1\)_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/mnj_2018_8(1)_15).

14) Neo4j Graph Platform – The Leader in Graph Databases [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://neo4j.com>

15) Начинаем работать с графовой базой данных Neo4j [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/219441/>

16) Закон України «Про охорону праці». Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669. – Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12](http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12)

17) ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Вводиться в дію Постановою ВР № 42 від 01.12.1999. – Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99](http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99)

18) ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин». Вводиться в дію Постановою ВР № 7 від 10.12.1998. – Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98](http://www.zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98)

19) НАПБ А. 01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Затверджено Наказом Міністерства внутрішніх справ України № 1417 від 30.12.2014. – Режим доступу: [www. URL: https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15](http://www.zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15)

20) ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». – Режим доступу: [www. URL: http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/12/V2528-1.pdf](http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/12/V2528-1.pdf)

21) НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». Затверджено наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці № 257 від 6 жовтня 1997 р. – Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98](http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98)

22) ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту». Затверджено Держспоживстандартом України №

37 від 02.02.2011. – Режим доступу: [www. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=30045](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=30045)

23) ГОСТ 13109-97 «Електрична енергія. Сумісність технічних засобів електромагнітних». Дата введення 01.01.1999. – Режим доступу: [www. URL: https://dnaop.com/html/42313/doc-ГОСТ_13109-97](http://www.dnaop.com/html/42313/doc-ГОСТ_13109-97)

24) НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2018 р. за № 508/31960. – Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18](http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18)

25) НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Затверджено Наказом Держнаглядхоронприці України № 4 від 09.01.98 – Режим доступу: [www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98](http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98)

ДОДАТОК А.

Електронні плакати

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Магістерська робота

на тему:

**«Інформаційна технологія представлення даних в
медичних експертних системах»**

Студент – Кулаков Д.І.

Науковий керівник - д.т.н., проф. Рязанцев О.І.

1

07.01.2020

ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТИКИ КЛІНІЧНОЇ МЕДИЦИНИ АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

З початку 2017 року чисельність населення України скоротилася на 139,6 тис. осіб та станом на 1 вересня склала 42 млн 444 тис. чоловік.

Саме тому велике значення має надання лікарем всебічної підтримки в прийнятті швидкого і точного діагностичного рішення, що визначає подальшу тактику лікування.

Загалом відомо біля 10000 хвороб, але лікар може згадати тільки частину з них. Та ще не факт, що лікар може зроби адекватний чи правильний вибір з усього переліку, що він згадав.


Відповідно дослідження, яке було проведено у США, у 2012 році у наслідок неправильної постановки діагнозу у реанімації щорічно гине 4050 пацієнтів.

Сказане підкреслює актуальність та своєчасність дослідження.

2

07.01.2020

Проблеми клінічної медицини

№	Проблема клінічної медицини	Напрям досліджень
1.	Добування даних і знань 	1. Використання для нормалізації даних технологія електронного запису про стан здоров'я (EHR). 2. Об'єднання кращих результатів з клінічних архівів Open EHR, посібників і онтологій. 3. Використання Web Mining: інтелектуального аналізу даних в мережі Internet. 4. Логічне програмування для виявлення знань.
2.	Вибір моделей і методів для якісного, надійного і своєчасного аналізу	1. Bigger Data (використання точних і надійних великих вибірок, IBM Watson Analytic). 2. OLAP 3. Data Mining
3.	Багатокритеріальний аналіз даних, знань і оптимізація в умовах невизначеності	Використання байєсівської мережі довіри
4.	Вибір моделей і методів обробки біомедичних Big Data	Технології Hadoop: (1) Map Only (2) Classic MapReduce (3) Iterative Map Reduce or Map-Collective
5.	Забезпечення надійного зберігання біомедичних Big Data	Модифікація резервного копіювання даних у пам'яті

3

07.01.2020

Об'єктом дослідження є процеси моделювання діагностики клінічної медицини, технологія створення біомедичних даних та знань для клінічного діагностування і методи розробки експертних систем медичної клінічної діагностики.

Предметом дослідження є моделі і методи аналізу медичних даних і знань, надійності зберігання та опрацювання біомедичних Big Dat і розробка медичних експертних систем діагностики клінічної медицини.

4

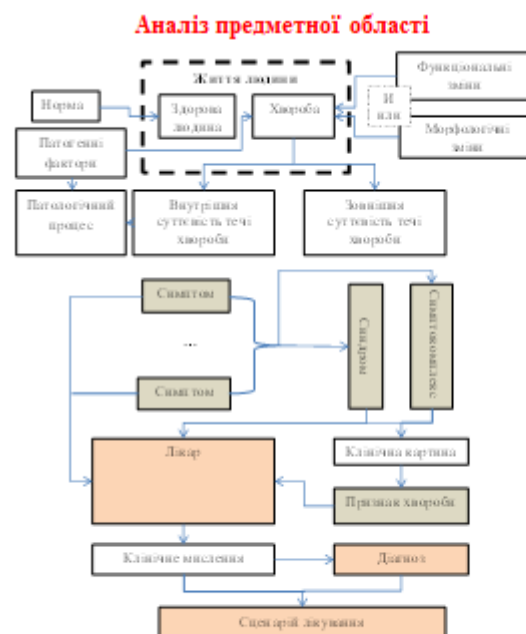
07.01.2020

Отже актуальними завданнями для дисертаційної роботи є:

1. Провести системний аналіз моделей і методів клінічного діагнозу.
2. Вибрати методи представлення релевантних та інформативні даних та знань про пацієнтів і їх хворобах.
3. Розробити математичні алгоритми діагностики типу (характеру) хвороби з використанням методів інтелектуального аналізу даних (Data Mining, моделі на семантичних мережах представлення зв'язків симптомів та ознак хвороб, логіко-статистичних методів розпізнавання образів, методів штучних нейронних мереж).
4. Розробити систему збору даних та знань для прийняття рішень щодо вибору клінічних діагнозів з використанням онтологій та прецедентів з предметної області.
5. Розробити архітектурні і структурні рішення для збереження та керування у великих медичних базах даних та знань.
6. Розробити медичну експертну систему та технологію використання при діагностуванні, яка використовує в умовах невизначеності та використанні нечітких даних, використанням генетичних алгоритми.

5

07.01.2020



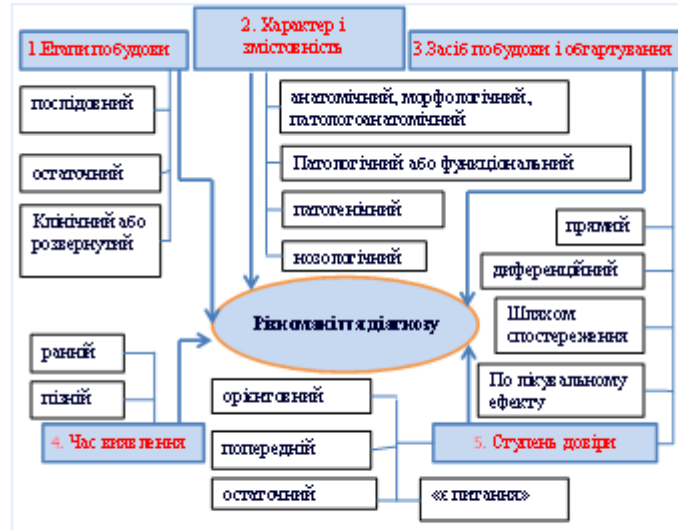
6

Логічні закони для клінічного мислення



07.01.2020

Різновиди медичного діагнозу



7

07.01.2020

Формування клінічного мислення



8

07.01.2020

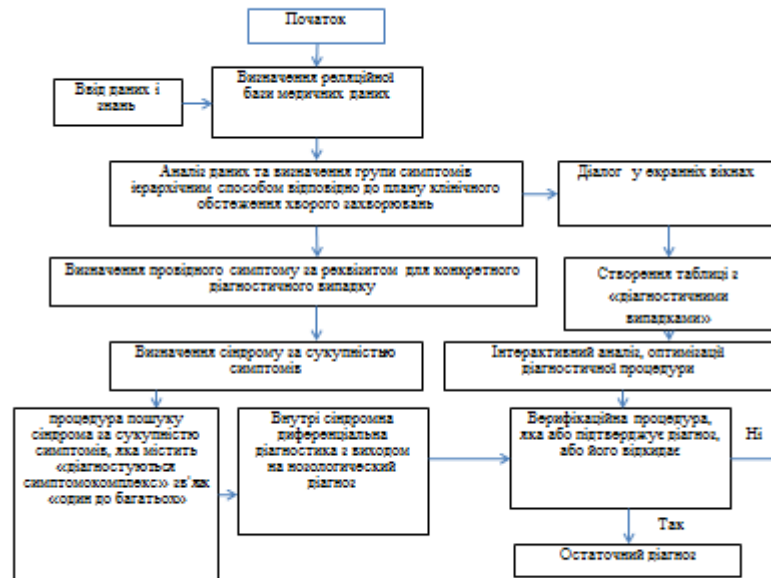
Алгоритм пошуку діагнозу



9

07.01.2020

Діагностичний алгоритм

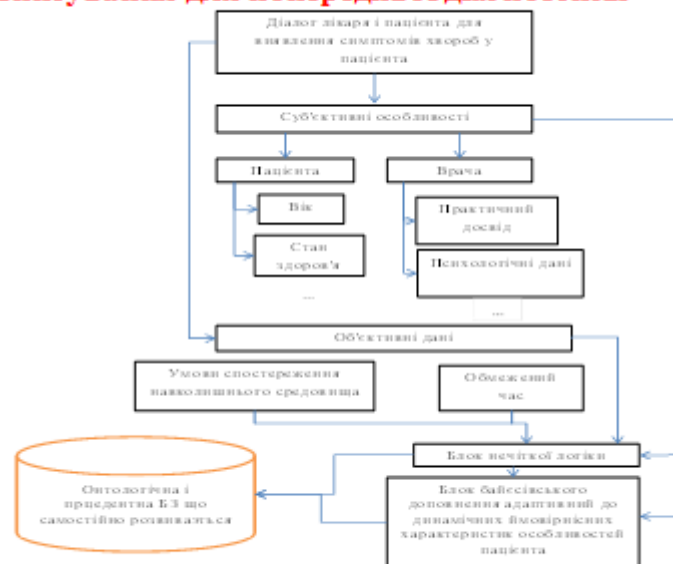


07.01.2020

Об'єкти залікової інформації пр предметної області «Діагностика патологічних симптомів»			
Інформаційний об'єкт	Категорія даних	Основні риси/вимоги	Призначення
Симптоми	Таблиця	Код симптому Вербально-формалізований опис синдрому	Ввід даних
Діагностичні симптоми	Таблиця	Код синдрому Назва синдрому	Діагностика
Діагностичні симптомокомплекс	Таблиця	Код симптому, Код синдрому Діагностичні коефіцієнти	Діагностика
Діагностичний випадок	Таблиця	Код симптому Вербально-формалізований опис синдрому	Ввід даних
Діагностика	Заняття вибіркою у вигляді таблиці	Назва синдрому Розкриття по ступеню важливості Сумарні діагностичні коефіцієнти	Діагностика синдрому
Діалоговий інтерфейс вводу даних	Форми	Вербально-формалізований опис симптому	Ввід даних
Діалоговий інтерфейс вивід даних	Форми	Назва синдрому Розкриття по ступеню важливості Сумарні діагностичні коефіцієнти	Інтерактивний вивід даних
Медицинський висновок	Текст	Назва синдрому Вербально-формалізований опис симптому Діагностичні коефіцієнти	Документування результатів

07.01.2020

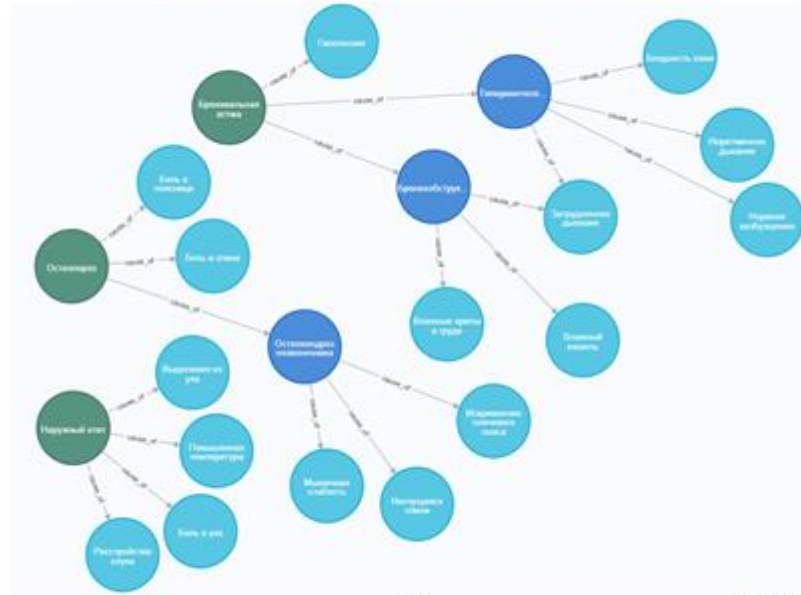
Формування бази симптомів в експертній системі розпітуння для попередньої діагностики



12

07.01.2020

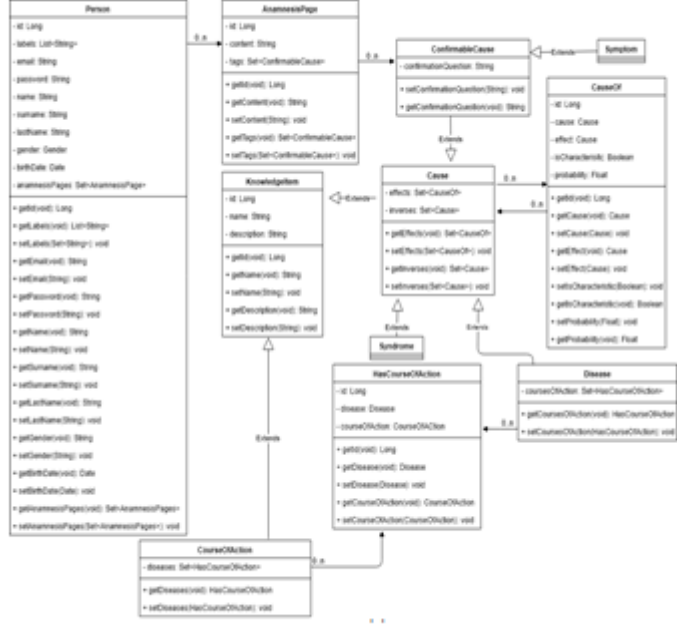
Граф знань медичної експертної системи



13

07.01.2020

Діаграма класів бази даних



07.01.2020

Cypher запит, який сортує дерево причинності

```

1 WITH (f) AS confirmedFactIds
2 MATCH (facts)-[:INVERSE_TO]->(inverse)
3 WHERE ID(facts) IN confirmedFactIds
4 WITH collect(inverse) AS inverted, (f) AS refutedByQuestionFactIds
5 MATCH (ref:ConfirmableCause)
6 WHERE ID(ref) IN refutedByQuestionFactIds
7 WITH collect(ref) + inverted AS invertedRefutables
8 UNWIND invertedRefutables AS inverse
9 MATCH (inversedCause)-[:CAUSE_OF*{is_characteristic: true}]>(inverse)
10 WITH collect(DISTINCT inversedCause) + invertedRefutables AS refuted, (f) AS confirmedFactIds
11 MATCH (disease:Disease)-[:CAUSE_OF*]>(fact)
12 WHERE ID(fact) IN confirmedFactIds AND NOT disease IN refuted
13 WITH refuted, disease
14 MATCH p = (disease:Disease)-[:CAUSE_OF*]>(effect)
15 WHERE NOT effect IN refuted
16 WITH length(p) AS depth, collect(effect) AS effects, refuted, disease
17 WITH collect((depth: depth, effects: effects)) + [(depth: 0, effects: collect(DISTINCT disease))] AS levels, (f) AS
  independentCauses, refuted
18 UNWIND independentCauses AS independentCause
19 MATCH (causeToCount:Cause)
20 WHERE independentCause IN labels(causeToCount) AND NOT causeToCount IN refuted
21 WITH independentCause, count(causeToCount) AS countedCauses, levels, independentCauses
22 WITH collect((name: independentCause, count: countedCauses)) AS counted, levels, independentCauses
23 UNWIND levels AS l
24 UNWIND l.effects AS effect
25 WITH counted, l.depth AS depth, head(filter(r IN independentCauses WHERE r IN labels(effect))) AS label, ID(effect) AS identifier
26 WITH head(filter(c IN counted WHERE c.name = label)),count AS counts, depth, identifier, label
27 RETURN depth, collect((counts: counts, depth: depth, identifier: identifier, label: label)) AS depthNodes
28 ORDER BY depth ASC,||

```

15

07.01.2020

ВИСНОВКИ

Були вирішені поставлені для дослідження завдання:

1. Використовувати нормалізація даних для моделювання в КМ технологію електронного запису про стан здоров'я пацієнтів (EHR).
2. В результаті об'єднання найкращих результатів з клінічних архетипів OpenEHR, посібників і онтологій отримана база даних для клінічної медицини з використанням Web Mining: інтелектуального аналізу даних з мережі Internet.
4. При виявленні знань для отримання точних і надійних великих вибірок використовувався Bigger Data IBM Watson Analytic, що значно підвищило якість отриманих результатів моделювання.
5. За рахунок модифікації резервного копіювання з використанням технології Hadoop було забезпечено надійне зберігання великих даних
6. За допомогою методів Data Mining, реалізованих в STATISTICA, вдалося спрогнозувати загальний хід процесу післяопераційного відновлення характеристик зі 100% точністю, зокрема було виділено набір з 4 характеристик, які визначають наявність / відсутність ускладнень після виписки пацієнтів зі стаціонару.

Рішення поставлених завдань дуже важливо для клінічної медицини. Технології StatSoft дозволяють успішно вирішувати поставлені завдання і ефективно застосовувати на практиці різноманітні методи Data Mining.

16

07.01.2020