УДК 61:004,61:004
№ держреєстрації 0121U111220
Інв. №

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України (ІК НАН України)
03187, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 40
тел. / факс (044) 5263348; E-mail: palagin_a@ukr.net

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інституту кібернетики
імені В. М. Глушкова НАН України,
академік НАН України

Іван СЕРГІЄНКО
«10» грудня 2021 р.

ЗВІТ

про науково-дослідну роботу
за договором від 23.10.2020р. № 44/01.2020
та договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245

ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА СУПРОВОДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ПАНДЕМІЇ (TISP)

грантова підтримка Національного фонду досліджень України
у межах конкурсу «Наука для безпеки людини і суспільства»
(заключний)

Науковий керівник НДР
заступник директора
академік НАН України — Олександр ПАЛАГІН

2021

Результати роботи розглянуто Вченою радою Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, протокол № 21 від 14 грудня 2021 р.

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник,
зав. відділом № 205, д. т. н., професор,
академік НАН України
О. В. Палагін
(реферат, вступ, висновки, 5.1.1)

Відповідальний виконавець,
Старший науковий співробітник,
д. т. н., с. н. с.
В. Ю. Величко
(розділи 1, 2.1, 5.1.2)

Головний науковий співробітник,
д. т. н., с. н. с.
М. М. Будник
(розділ 5.7)

Провідний науковий співробітник,
д. т. н., професор
О. П. Кургаєв
(розділ 5.7.4)

Провідний науковий співробітник,
д. т. н., с. н. с.
М. Г. Петренко
(розділ 4.2)

Молодший науковий співробітник
О. С. Щуров
(розділи 2.6, 5.6, 6)

Національний Університет Охорони Здоров'я України ім. П. Л. Шупика,
завідувач кафедри фізичної та реабілітаційної медицини і спортивної медицини,
д. м. н., професор
О. А. Владимиров
(розділ 3)

Національний університет «Києво-могилянська академія»,
Старший викладач, к. т. н.
В. В. Горборуков
(розділи 2.3, 5.3, 5.8)

Науковий центр «Мала академія наук України»,
Старший науковий співробітник, к. т. н.
В. В. Приходнюк
(розділи 2.2, 2.7, 4.1, 5.2)

Інститут проблем матеріалознавства НАН України
Старший науковий співробітник, к. т. н.
В. В. Каверинський
(розділи 2.4, 5.4)

Український мовно-інформаційний фонд НАН України,
Завідувач відділом, к. т. н.
М. В. Надутенко
(розділи 2.5, 5.5)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 211 с., 112 рис., 5 табл., 50 джерел.

ФІЗИЧНА ТА МЕДИЧНА РЕАБІЛІТАЦІЯ, МІЖНАРОДНА КЛАСИФІКАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТЕЙ; ШКАЛИ: БЕРГА, БАРТЕЛА, АШВОРТА, РЕНКІНА ТОЩО, ОНТОЛОГІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ, ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЯ, ІНТЕРАКТИВНЕ ЗНАННЯ.

Представлений у Звіті матеріал є результатом виконання наукового дослідження і розробки згідно з Договорами від 23.10.2020 р. № 44/01.2020 та від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 по проєкту «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)». Структура звіту складається з таких складових:

1. Вступ.
2. Шість розділів.
3. Висновки і рекомендації.
4. Перелік джерел посилань.
5. Додатки (копії статей, доповідей, патентів, монографії, довідок про впровадження) – представлені окремо від тому основної частини звіту.

У *Вступі* розглянуто концептуальні основи розробки системи TISP, базову когнітивну інтелектуальну технологію, опис системи TISP та її складових.

У *першому розділі* представлено основи системотехнічної реалізації теоретико-методологічних засад трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи для реабілітації при пандемії.

Другий розділ присвячено розробці інтерфейсів для взаємодії з супроводжуючими системами.

Третій розділ відображає результати корекції архітектурних, структурних і функціональних характеристик TISP за результатами апробації.

Четвертий розділ представляє матеріали по супроводженню роботи професійних спеціалістів-реабілітологів і включає два підрозділи:

– навички реабілітаційної допомоги;

– досвід використання системи TISP в процесі підготовки навчальних курсів.

П’ятий розділ присвячено питанням тиражування системи: підготовка експлуатаційної документації (технічний опис системи та її складових, інструкція по експлуатації).

Шостий розділ присвячено новому класу сучасних дослідницьких інформаційних систем, що отримав назву – Автоматизоване робоче місце наукових досліджень (АРМ-НД).

Умови одержання звіту: за договором Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, 03187, м. Київ-187, проспект академіка Глушкова, 40.

ABSTRACT

Research project report: 211 pages, 112 figures, 5 tables, 50 sources.

PHYSICAL AND MEDICAL REHABILITATION, INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF FUNCTIONALITIES; SCALES OF BERG, BARTEL, ASHWORTH, RENKIN, ETC., ONTOLOGICAL REPRESENTATION, TELEELABILITATION, INTERACTIVE KNOWLEDGE.

The material presented in the Report is the outcome of the implementation of the research and development according to the Agreements No. 44/01.2020 from 23.10.2020 p. and No. 159/01/0245 from 07.05.2021 p. for the project "Transdisciplinary Intelligent Information and Analytical System for the Rehabilitation Processes Support in a Pandemic (TISP)".

The structure of the report has the following sections:

1. Introduction.
2. Six sections.
3. Conclusions and recommendations.
4. List of links.
5. Appendices (copies of papers, reports, patents, monographs, implementing certificates) that are presented separately from the main part of the report.

In the Introduction the conceptual foundations of the development of TISP system are considered, as well as the basic cognitive intellectual technology, the description of TISP system, purpose and features of the architecture and its components.

The first section presents the principles of system-technical implementation of the theoretical and methodological foundations of a transdisciplinary smart information-analytic support system for the rehabilitation during the Pandemic.

The second section is devoted to the development of interfaces for interaction with the support systems.

The third section displays the results of correction of architectural, structural and functional characteristics of TISP according to the test results.

The fourth section presents materials to support the work of professional rehabilitation specialists and includes two sections:

– rehabilitation skills;

– experience in using the TISP system in the preparation of training courses.

The fifth section is devoted to the issues of system replication: preparation of operating documents (technical description of the system and its components, operating instructions).

The sixth section is devoted to the new class of the modern current research information systems, called – Research and Development Workstation Environment.

Conditions for receiving the report: under the agreement of the V. M. Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 03187, Kyiv-187, Academician Glushkov Avenue, 40.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 3
ABSTRACT 5
ЗМІСТ 7
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ 10
ВСТУП 14
1 АРХІТЕКТУРА ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ TISP РЕАБІЛІТАЦІЙНОГО ПРОФІЛЮ 28
1.1 Системотехнічна реалізація теоретико-методологічних засад трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи для реабілітації при пандемії (TISP) 28
1.1.1 Формування інтерактивних документів 30
1.1.2 Структуризація вхідної текстової інформації 37
1.1.3 Автоматичне виявлення оптимальних закономірностей з різнотипних даних у явній формі логікових виразів 38
1.1.4 Підтримка прийняття рішень 39
1.2. Опис архітектури системи TISP 43
2 РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ ВЗАЄМОДІЇ З СУПРОВОДЖУЮЧИМИ СИСТЕМАМИ 52
2.1 Загальні вимоги 52
2.2 Підсистема супроводження реабілітаційних процесів 52
2.3 Підсистема аналітичної обробки даних 54
2.4 Діалогова підсистема 59
2.5 Підсистема індексації 64
2.6 Підсистема телемедичного супроводження реабілітаційних заходів 66
2.7 Геоінформаційна підсистема 70
3 СУПРОВОДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОФЕСІЙНИХ СПЕЦІАЛІСТІВ-РЕАБІЛІТОЛОГІВ 74

3.1 Навички реабілітаційної допомоги 74
3.1.1 Мета та зміст циклу підготовки лікарів-реабілітологів. 74
3.1.2 Особливості політики реабілітації при пандемії. Основні напрямки і задачі 82
3.1.3 Здобуття практичних навичок роботи лікаря з системою TISP 87
3.2 Використання системи TISP для підготовки навчального курсу 90
3.2.1 Аналіз тексту документа за допомогою веб-версії модуля «КОНСПЕКТ» 90
3.2.2 Наповнення таблиці контекстів 95
3.2.3 Візуалізація таксономії 96
4 КОРЕКЦІЯ АРХІТЕКТУРНИХ, СТРУКТУРНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК TISP ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АПРОБАЦІЇ 99
4.1 Модернізація архітектури підсистеми взаємодії «реабілітолог-пацієнт» 99
4.2 Підсистема оптимізації когнітивного процесу 103
4.2.1 Принципи функціонування підсистеми та її опис 103
4.2.2 Опис та інструкція оброблення запитів користувача 104
4.2.3 Формування та встановлення віддаленої прикінцевої точки «ApachiJenaFuseki» 108
5 ТИРАЖУВАННЯ СИСТЕМИ TISP. ІНСТРУКЦІЇ КОРИСТУВАЧА 112
5.1 Основні завдання тиражування TISP 112
5.1.1 Аналіз та реалізація вимог до тиражування системи TISP ... 112
5.2 Підсистема супроводження реабілітаційних процесів 114
5.2.1 Керівництво користувача 114
5.2.2 Картка пацієнта 115
5.2.3 Адміністративні функції 119
5.2.4 Модернізація системи 120
5.3 Підсистема аналітичної обробки даних 123
5.3.1 Опис функцій, режимів роботи, інтерфейсів користувача ... 123

5.3.3 Користувацький інтерфейс аналітика 125
5.3.4 Порядок реалізації процесів користувача (технологічна інструкція) 126
5.4 Діалогова підсистема 136
5.4.1 Діалогова підсистема за Білою Книгою 136
Діалогова підсистема за словником Білої Книги. 138
5.4.3 Конвертор XML файлів 141
5.5. Підсистема індексації 143
5.5.1 Опис застосування 143
5.5.2 Загальна структура підсистеми аналізу вихідних даних в галузі фізичної та реабілітаційної медицини 144
5.5.3 Порядок реалізації процесів користувача 145
5.6 Підсистема телемедичного супроводження реабілітаційних заходів 153
5.6.1 Сервіс vHealth. 153
5.6.2 СервісUkrVectōrēs 158
5.7 Підсистема інформаційно-аналітичної підтримки комплексу діагностичних процедур 161
5.7.1 ЕКГ- пульсометричні засоби діагностики 161
5.7.2 . Засоби психофізіологічного моніторингу 168
5.7.3 Оцінювання фізіологічного ефекту реабілітації 171
5.7.4 Дослідження систем з біологічним зворотнім зв'язком 175
5.8 Геоінформаційна підсистема 188
6 ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 197
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ 203
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 206

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

АДХ	Амплітуда дикротичної хвилі
АПХ	Амплітуда пульсової хвилі
АРМ	Автоматизоване робоче місце
АРМ-НД	Автоматизоване робоче місце наукових досліджень
БЗ	База знань
БЗЗ	Біологічний зворотний зв’язок
БК	Базова конфігурація
БК ФРМ	Біла книга Фізичної та реабілітаційної медицини у Європі
БКІТ	Базова когнітивно-інформаційна технологія
БОС	Блок обробки сигналів
ВІ	Висота інцізури пульсової хвилі
ВООЗ	Всесвітня Організація Охорони Здоров’я
ВОП	Відображення об’єктів і процесів
ВРС	Варіабельність ритму серця
ГІС	Геоінформаційна система
ДЗ	Джерело знань
ДК	Діагностичний критерій
ЕЕГ	Електроенцефалограма
ЕКГ	Електрокардіограма
ЕМЗ	Електронний медичний запис
ЕН	Електронне направлення
ЕН НМП	Електронне направлення надавача медичних послуг
ЗЗ	Зворотний зв’язок
ЗПМ	Зростаюча пірамідальна мережа
ІАС	Інформаційно-аналітична система
ІВД	Індексація вхідних даних
ІВХ	Індекс висхідної хвилі

ІДХ	Індекс дикротичної хвилі
ІМ	Інтегративна медицина
ІРП	Індивідуальний реабілітаційний план
ІС	Інтерактивна система
КІТ	Когнітивна інформаційна технологія
КССА	Контекстний синтактико-семантичний аналіз природномовних текстів
МДРК	Мультидисциплінарна реабілітаційна команда
МЗЛ	Моделювання здоров’я людини
МІС	Медичні інформаційні системи
МКС	Мовна картина світу
МКФ	Міжнародна класифікація функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров’я
МКХ	Міжнародна статистична класифікація хвороб та споріднених проблем охорони здоров’я International Classification of Diseases
МРЗ	Методології реабілітаційних заходів в умовах пандемії
МРК	Міждисциплінарна реабілітаційна команда
НМП СМД	Надавач медичних послуг системи медичної допомоги
НП	Наукові публікації
ОЕП	Оптоелектричний перетворювач
ОЕРЗ	Оцінка ефективності реабілітаційних заходів
ОЗ	Оброблення знань
ОцЗ	Оцінювання знань
ПАК	Програмно-апаратний комплекс
ПВЯ	Психофізіологічні важливі якості
ПдГ	Предметна галузь
ПК	Персональний комп’ютер
ПКДП	Підтримка комплексу діагностичних процедур
ПНІС	Персональна науково-дослідна інформаційна система

ПОПГ	Побудова онтології предметної галузі
ПР	Прийняття рішень
ПС	Підсистема
ПФТ	Психофізіологічне тестування
ПХ	Пульсова хвиля
РАЗ	Розв’язання аналітичних задач
РО	Редактор онтологій
РРЗ	Розробка, корекція і супроводження реабілітаційних заходів
СГРД	Синдром гострого респіраторного дистресу
СМД	Спеціалізована медична допомога
СПЕРС	Середовище проєктування і використання реабілітаційних експертних систем
ТАФ	Тривалість анакротичної фази пульсової хвилі
ТД	Теорія дисциплінарності
ТДФСЦ	Тривалість діастолічної фази серцевого циклу
ТДФ	Тривалість дикротичної фази пульсової хвилі
ТР	Smart-система телемедичного супроводження реабілітаційних заходів
ТС	Тривалість систолічної фази серцевого циклу
ТФВ	Тривалість фази вигнання
ФПР	Функціональна підсистема реабілітації
ФРМ	Фізична та реабілітаційна медицина
ФС	Функціональний стан
ХІС	Хмарне інтегруюче середовище
ЦНС	Центральна нервова система
ЧВХ	Час відображення пульсової хвилі
ЧН	Час наповнення
ЧСС	Частота серцевих скорочень
ШВЛ	Штучна вентиляція легень
ADUIS	Association of Developers and Users of Intelligent Systems

API	Application programming interface
BCI	A brain computer interface
BDI	Вихідний індекс задишки (Baseline Dyspnea Index)
CLIPS	Мова Си, інтегрована із продукційними системами C Language Integrated Production System
CLP	Композиціональна лінгвістична обробка тексту Compositional Language Pre-processing
COVID-19	Пандемія коронавірусної хвороби 2019
DaaS	Робоче-місце-як-сервіс (Desktop-as-a-Service)
DWIM	Do What I Mean
FLOSS	Free / Libre and open-source Software
HADS	Госпітальна шкала тривоги і депресії Hospital Anxiety and Depression Scale
ICHI	International Classification of Health Interventions
mMRC	Шкала задишки Modified Medical Research Council
MRC	Шкала Комітету медичних досліджень Medical Research Council
NCAN	Національний центр адаптивних нейротехнологій
ODC	Open Data Collections
REH-COVER	Rehabilitation – COVID-19 Evidence-based Response
SARS-CoV-2	Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2
TISP	Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії Transdisciplinary Smart Information-Analytic Support System for the Rehabilitation Processes during the Pandemic

ВСТУП

Фізична та медична реабілітація є первинною медичною спеціальністю на усій території Євросоюзу, а Міжнародна класифікація функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я (МКФ) є головним інструментом оцінювання ефективності реабілітації і організації реабілітаційної допомоги. Тому прийнятий 03.12.2020 р. Закон України «Про реабілітацію в сфері охорони здоров'я» забезпечив стрімкий розвиток фізичної і реабілітаційної медицини в Україні. Створена у відповідності з проєктом Національного Фонду Досліджень України система під назвою «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)» є результатом плідної роботи команди професіоналів з інформатики і реабілітаційної медицини та певним внеском в розвиток цієї важливої для України галузі.

Так сталося, що робота над проєктом з самого початку випереджала підготовку законодавчих актів, хоча ми весь час мали контакти з професіоналами, що готували, зокрема Закон України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я». Документ 1053-IX, чинний з 31.12.2020 р. (ми вже закінчили І етап проєкту).

На виконання цього Закону упродовж грудня 2020 – червня 2021 р.р. в законодавчому полі України відбувались зміни, які стосуються насамперед практичних кроків подальшої розбудови реабілітаційної сфери у державі в усіх аспектах, включаючи освітні (навчальні) методологічні нововведення. Врешті, 03.10.2021 р. Кабінет Міністрів прийняв Постанову «Питання організації реабілітації у сфері охорони здоров'я», що забезпечує практичне впровадження нової моделі надання реабілітаційної допомоги і надає можливість контролювати її результативність та якість.

Постановою затверджуються:

– порядок організації надання реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я;

– типове положення про реабілітаційне відділення, підрозділ;

– типове положення про мультидисциплінарну реабілітаційну команду.

Відтепер на підставі сучасного міжнародного досвіду, регламентуватимуться:

– надання реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я впродовж гострого, післягострого та довготривалого реабілітаційних періодів;

– необхідний обсяг реабілітаційної допомоги;

– формати можливого надання реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я на первинному, вторинному та третинному рівнях медичної допомоги та міжсекторально поза межами сфери охорони здоров'я.

Також вперше запроваджуються рамкові вимоги щодо навантаження та організації роботи фахівців з реабілітації, загальні принципи функціонування мультидисциплінарних реабілітаційних команд, принципи взаємодії фахівців з реабілітації з медичними працівниками нереабілітаційних професій.

Мультидисциплінарна реабілітаційна команда (МДРК) складається з фахівців з реабілітації, кожен член якої проводить реабілітаційне обстеження, бере участь у встановленні мети та завдань реабілітації, планує та реалізує свою програму терапії, в результаті члени МДРК спільно створюють індивідуальний реабілітаційний план пацієнта. Лікар фізичної та реабілітаційної медицини є лікуючим лікарем, контролює медичну складову реабілітації та координує дії членів МДРК.

Все це дасть можливість запровадити сучасну мультидисциплінарну реабілітаційну допомогу, організовану за єдиними принципами та на засадах доказової реабілітації, із залученням повного складу фахівців з реабілітації.

Таким чином деякі архітектурні та функціональні рішення довелось корегувати прямо на кінцевому етапі роботи, що разом з COVID-ним режимом створило додаткові труднощі при виконанні проєкту. Всі вони подолані, роботу виконано в повному обсязі.

Головний акцент в роботі був направлений на створення інтелектуальної інформаційної технології, яка підтримує процес реабілітації на всіх етапах життєвого циклу, від постановки діагнозу і формування реабілітаційного маршруту до його реалізації і оцінки ефективності реабілітаційного процесу. Крім того

система має певні функціональні можливості підтримки науково-дослідних робіт в названій галузі й прийняття рішень на рівні керування цією галуззю, а також в навчально-учбового процесі. Відмінною особливістю TISP є те, що вона побудована на фундаменті вже достатньо відпрацьованої авторським колективом Базової когнітивно-інформаційної технології (БКІТ), яка здатна розвиватися як функціонально, так і архітектурно у відповідності до концепції систем дослідного проєктування, де остання виступає одночасно як об'єктом, так і інструментом проєктувального процесу. Штучний інтелект в TISP представлений функціями обробки природно-мовних текстів і видобування знань, які потім перетворюються системою із пасивної форми в активну (інтерактивну).

Що стосується терміну «трансдисциплінарний», то він апелює перш за все до основних парадигм розвитку наукових знань, в більш загальному плані – до Глобальної еволюційної теорії, а саме – Ноосферної теорії академіка В. І. Вернадського (до речі, засновника Національної Академії Наук України).

Концептуальні основи розробки системи

Побудова еволюційних теорій протягом всього періоду усвідомленого існування людської цивілізації, була предметом інтенсивних досліджень вчених. Ноосферна теорія Вернадського про перетворення біосфери в ноосферу в ході глобальної еволюції планети Земля під дією наукової думки була і залишається геніальним досягненням природничих і соціогуманітарних наук. Ця теорія поставила Людину, як носія наукової думки, відповідальним за прийняття рішень в усіх сферах соціоприродного процесу з позиції перспективності розвитку людської цивілізації. Цей процес іде шляхом від простого до складного і людина, як складова біосфери, підкорюється цьому закону. Головний критерій досягнення цілі – гармонійна єдність в системі «Людина – Природа».

Ключові ознаки ноосферогенезу стосуються розвитку базових складових розвитку сучасного суспільства (задоволення фізичних, духовних, матеріальних потреб людини, ефективна наука, нова енергетика, інформаційно-комунікаційні технології оптимізація міжлюдської взаємодії, космічна сфера). Основним ме-

тодологічним принципом по Вернадському повинен стати синтез наукових ідей («ми спеціалізуємося не на науках, а по проблемах»).

В цьому плані важливим розділом знань виступає *теорія дисциплінарності* (ТД), що формується сьогодні на правах науки. Вона визначає новий науковий світогляд і підхід до постановки і розв'язанню складних наукових і практичних проблем у їх взаємозв'язку на засадах єдиного погляду на явища навколишнього світу з позиції і вимог керованих еволюційних процесів, включаючи антропогенну складову. При цьому складність проблем, що виникають перед наукою в сучасному світі, обумовила необхідність нової, більш складної і більш ефективної моделі науки, що усувала б нічим не виправдану відособленість окремих дисциплін.

ТД може забезпечити розв'язання центральної проблеми керованої еволюції (за Вернадським – ноосферогенезу) – побудови *Наукової картини світу* та на її основі Єдиного закону природи. На цьому шляху найяскравішим стало явище (закон) *конвергенції* та кластеризації окремих дисциплін і відповідних їм технологій. Найбільш відомим (насправді не єдиним) виявився NBIC-кластер (нано-біо-інформаційно-когнітивні технології), що з'явився у 2000-ні роки і забезпечив розробку нових перспективних засобів в різних галузях, зокрема в медицині (біопротези, штучні органи тощо)

Одним з найбільш важливих розділів ТД-теорії є *системологія ТД-взаємодії,* задача якої полягає у методичній та когнітологічній підтримці формування нових наукових знань. Кінцевою метою застосування методів і засобів системологічної підтримки процесу інтеграції наукових знань є створення Єдиного інтегрованого ТД-знання.

Головний *постулат трансдисциплінарності*: знання законів природи єдине і неподільне.

Когнітивна еволюція є складовою частиною глобальної еволюції. Вона включає *дварозділи*. Перший з них пов'язаний з еволюцією механізму людського мислення з поступовим закріпленням на генетичному рівні домінування логіко-вербального типу над просторово-образним, що в кінцевому рахунку від-

бивається на особливості сприйняття людиною навколишнього світу, культурі, активної діяльності, зокрема підтримці здоров'я. Другий розділ стосується вдосконалення інформаційно-комунікативних технологій та інформаційного забезпечення. Обидва розділи розкривають суть поняття інфосфери, запропонованого В. І. Вернадським.

Запропоновано модель цілеспрямованого формування суспільної свідомості, яка заснована на мовній картині світу (МКС). З різними варіаціями когнітивний цикл можна уявити у вигляді послідовності взаємопов'язаних когнітивних актів. Акт розуміння реалізується шляхом *порівняння нових знань зі старими* через *категорію сенсу*. Він являє собою спосіб функціонування свідомості. Остання має мовний статус. Ці знання зафіксовані в формованій в свідомості суб'єкта мовній картині світу, що є варіантом деякої понятійної структурної класифікації об'єктів реального світу. Дуже важливим є узгодження інтересів суб'єкта і суспільства, з орієнтацією на глобальну стратегію еволюції.

Передовий досвід і загальний аналіз рекомендують при цьому ряд перспективних ініціатив:

1) акцент у вихованні «високої» свідомості на розвитку культури (мистецтва);
2) створення Інституту людини для дослідження проблем еволюційного розвитку людини і суспільства;
3) розширення ігрових стратегій роботи з масовим учасником в режимі crowdsourcing;
4) застосування формальних математичних методів вирішення конфліктів;
5) використання систем із зворотним зв'язком (ЗЗ) з високим рівнем штучного інтелекту (в медицині – системи з біологічним ЗЗ).

При цьому для суб'єкта важливим є знання базових законів еволюції:

1) у відношенні до загальної біосфери;
2) у відношенні до свого організму.

Зрозуміло, що 2) є складовою 1) і що обов'язковими умовами гармонійної

єдності в системі «Людина – Природа» є підтримка здоров'я нації в широкому сенсі. Поняття «здоров'я» спирається на формалізовану модель здоров'я людини, побудовану на базі сучасних медико-біологічних теорій та методів *онтологічного інжинірінгу* з використанням експериментального моделювання на основі метода Делфі. В комп'ютерній онтології $O = \prec X, R, F \succ$, X, R, F – відповідно множини понять, відношень та визначень.

Фундаментом *загальної концепції здоров'я* є три рівня їх забезпечення:

1) підтримка і профілактика;
2) лікування хвороб;
3) реабілітація.

Всі три рівня можуть і повинні використовувати методи самовідновлення. Останні так чи інакше відносять до *інтегративної медицини* (ІМ). Цим терміном часто користуються, замінюючи ним термін *нетрадиційна* (альтернативна, неформальна). В більшості випадків мова йде про поєднання методів традиційної і нетрадиційної медицини. Прийнято вважати, що вона не має наукової доказової основи. Тим не менше, деякі види ІМ-терапії пропонуються в клініках і відшкодовуються страховими компаніями, а в ряді медичних учбових закладів (особливо в США) дають освіту в області ІМ. С точки зору трансдисциплінарної парадигми інтегративна медицина, особливо реабілітаційна, демонструє приклад еволюційного розвитку, а пошук ефективних кластерів конвергенції методів і засобів ІМ аналогічних NBIC (див. вище) є актуальною задачею сучасної медицини (як науки, так і медичної технології).

Використання тисячорічного досвіду східної медицини у поєднанні із сучасними методами нейрокомунікативного та інформаційного супроводження з використанням систем штучного інтелекту, енергетичні, гомеопатичні, натуропатичні, акупунктурні, його-дихальні, арт-музичні та інші відомі техніки поряд з традиційними методиками лікування, сучасними засобами моніторингу і корекції стану пацієнта є надійним шляхом підвищення ефективності сучасної медицини і забезпечення.

Базова когнітивна інтелектуальна технологія

В основу розробки TISP покладено базову когнітивну інтелектуальну технологію БКІТ), розроблену колективом авторів в попередні роки. Вона є основою побудови як інформаційно-аналітичної системи, так і системи, що підтримує процес її проєктування (дослідного проєктування, підкреслюючи при цьому науково здоров'я нації. На фоні інших підкреслимо перспективи розвитку методів і засобів біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ), який використовує сучасні досягнення нейропсихології і інформатики. В зв'язку з тим, що БЗЗ є різновидом інтерактивних систем (ІС) актуальними стають такі нові технології, як crowdsourcing, багатоагентні ІС (БЗЗ), створення консолідованого (штучного & природного) інтелекту, орієнтовані на функції відновлення організму і реабілітації. При цьому досліджується тріада: знання – розуміння (знань) – втручання з оцінкою засвоєних знань у форматі так званих нечітких знань (fuzzy knowledge), маючи на увазі ітераційний процес: $K^f + (\Delta K)_i = K^0,\ i = 1,2, \ldots$ з використанням метричної системи Раша, інтервальних шкал, оцінок латентних властивостей особи, критеріїв валідності тощо. Названі методи однаково цікаві і корисні як для відпрацювання ефективних технологій реабілітації, так і для розвитку напряму штучного інтелекту. БКІТ обслуговує повномасштабний процес збору, аналізу великих обсягів інформаційних матеріалів, формалізованого їх представлення, формування систем предметних знань та їх системну інтеграцію у відповідності з концепцією трансдисциплінарності, управління процесами, розробки сервісів та підтримки прийняття оптимальних рішень, розвитку системи як такої.

Основою роботи системи є *знання-орієнтовані алгоритми* і технології, що підтримуються з боку БКІТ. В системі знання грають дві ролі: 1) системного інтегратора архітектури і 2) кінцевого продукту, у вигляді сервісів, методик, засобів тощо. У зв'язку з цим важливим є поняття уніфікованих явних конструктивних знань, що можуть бути безпосередньо використані в практиці. Звідси вимога наявності єдиного стандарту *електронногопредставлення знань*. В цьому плані доречно згадати про поданий вище формалізм комп'ютерних онтоло-

гій, що де факто виконує роль такого стандарту на рівні специфікації і частково концептуалізації знань. Життєвий цикл знань починається збором і систематизацією релевантної інформації, перетворенням її в пасивну, а потім в активну (системну) форму знань, що виконується у фазі науково-дослідної роботи з використанням моделювання, обробки математичними методами, оптимізації. Насамкінець отримується електронне (сервісне) представлення знань з інтелектуальними функціями інтерфейсу і їх супроводження. Доречі, онтологічна модель є декларативним представленням знань. В запропоновано клас понятійно-образних онтологій, який розширює можливості методів онтологічного інжинірингу, зокрема в задачах розпізнавання графічних образів (когнітивна графіка), геоінформаційних застосувань тощо.

В основі системи *дослідного проєктування* лежить *технологія системної інтеграції* методів, інструментальних засобів і формалізованих процедур: побудова об’єктів високого рівня із компонентів низького рівня, систематизація типових проєктних рішень, реконфігурація архітектури системи.

Сама БКІТ реалізована у вигляді платформи, доступної користувачеві в Інтернет-середовищі незалежно від точки доступу, і функціонує на основі глибокого семантичного аналізу інформаційних матеріалів, представлених у вигляді природномовних текстів з процедурами самонавчання, синтезу, формалізації і інтерактивної взаємодії з користувачем. До її складу входять такі підсистеми (ПС): контекстного синтактико-семантичного аналізу природномовних текстів (КССА), побудови онтології предметної галузі (ПОПГ), редактора онтологій (РО), пошуку і індексації вхідних даних (ІВД), розв’язання аналітичних задач (РАЗ), відображення об’єктів і процесів (ВОП). Головною особливістю БКІТ є підтримка цілеспрямованого діалогу з користувачем на базі елементів консолідованого (штучного і природного) інтелекту.

Опис системи TISP та її складових

У відповідності до планових завдань проєкту було виконано комплекс робіт з проблемної орієнтації БКІТ. В нього ввійшли: на першому етапі розроб-

ка стратегії розширення функціональності БКІТ, на другому – розробка функціональних підсистем реабілітаційного профілю, а саме:

– підсистема аналізу вихідних даних в галузі Фізичної та Реабілітаційної медицини (ФРМ) (на базі підсистеми індексації);

– підсистема Міжнародної Класифікації Функціональностей (МКФ);

– онтологічна підсистема супроводження Білої книги ФРМ (БК ФРМ);

– підсистема розробки і супроводження методології реабілітаційних заходів в умовах пандемії (МРЗ);

– підсистема розробки, корекції і супроводження реабілітаційних заходів (РРЗ);

– підсистема оцінки ефективності реабілітаційних заходів (ОЕРЗ);

– підсистема інформаційно-аналітичної підтримки комплексу діагностичних процедур (ПКДП);

– підсистема моделювання здоров'я людини та інші (МЗЛ).

TISP як повну систему можна представити у вигляді функціональної схеми, що складається з двох частин: де БК – базова конфігурація, ФПР – функціональні підсистеми реабілітації.

Таким чином на рівні БК вирішуються задачі: опису предметних галузей і процесів в онтологічній формі, структуризації і трансдисциплінарної інтеграції великих масивів даних (автоматичне виділення контекстів, семантичних відношень), формування спеціалізованих користувацьких інтерфейсів для відображення інформації в зручній для сприйняття формі, підтримки прийняття рішень, формування узагальнених описів класів об'єктів на основі навчання , класифікації об'єктів, прогнозування властивостей об'єктів і процесів. Система працює в англійській і українській мовах.

На рівні ФПР вирішуються задачі *обслуговування процесів реабілітаційної медицини*, пов'язаних перш за все з взаємодією на рівні *доктор – пацієнт*. Ця взаємодія і підсистема РРЗ реалізуються на базі кабінету супроводження реабілітаційних заходів. Останній складається з трьох функціональних модулів: адміністрування бази пацієнтів, створення і виконання медичних тестів, оцінки

пацієнтів за МКФ. Підсистема забезпечує процес керування наявними в системі лікарями і пацієнтами. Кожен лікар може входити в систему за своїми «логін» і «пароль» і виконувати всі доступні йому дії. Керування пацієнтами виконується за допомогою набору ієрархічних форм. Список пацієнтів дозволяє робити вибір простим натиском на його ім'я в екранному вікні. Всі обстеження містять дату, тип і список лікарів, хто приймає участь. Основою тестів є дерево запитів. Кожна відповідь складається з трьох частин – текстової, числового значення і опису. Вони використовуються модулем оцінок. *Модуль оцінок* доступний в бібліотеці додатків. Пункт «вибір медичних тестів» дозволяє вибрати ті тести, які потрібні спеціалісту і виконати оцінку за ними. Виконання тестів полягає у виборі відповідей із списків, що випадають. Аналогічно працює оцінка за МКФ. Вибрані домени МКФ відображаються у функціональному полі «Виставлення оцінок МКФ», де лікар може виставити оцінки за сконфігурованими для кожного з доменів шкалами. На основі виставлених оцінок формується профіль.

Підсистема оцінки ефективності реабілітаційних заходів (ОЕРЗ) обслуговує сервіс оцінки на основі МКФ профілей пацієнтів і дозволяє проводити комплексну аналітику процесу їх відновлення, а саме:

– визначати реабілітаційний потенціал пацієнта з метою оцінки можливостей до відновлення;

– встановити інтегральний реабілітаційний показник після курсу реабілітації, що дозволяє визначити ступень відновлення компенсаторних можливостей;

– аналізувати динаміку зміни оцінок по МКФ та виявити найбільш проблемні фактори.

Підсистема, крім безпосереднього оцінювання по шкалам, працює з анкетами та картками пацієнтів певного формату. Окремий програмний модуль реалізує відповідну методику оцінювання, яка шляхом вимірювання показників порушення функцій організму, активності і участі виконує оцінку ефективності реабілітаційних заходів. Реабілітаційний потенціал нормалізується у шкалу від 0 до 1, що дозволяє отримувати єдине значення незалежно від кількості шкал.

Якість реабілітації вимірюється у відсотковій шкалі та має лінгвістичну градацію виду: «без динаміки», «задовільно», «добре», «дуже добре». Таким чином можна формалізувати задачу обчислення значень показників верхніх рівнів, як деяких функцій над числовими значеннями. На практиці існують і обернені задачі, коли треба знайти показники нижнього рівня, які найбільш негативно впливають на показники верхніх рівнів. Розв'язок цієї задачі дозволяє визначити оптимальну стратегію реабілітації пацієнта. Користувацький інтерфейс підсистеми виконано на базі графічної візуалізації. Багаторівнева архітектура підсистеми ОЕРЗ дозволяє інтегрувати нові технології та долучати нові компоненти без перепроєктування всього програмного забезпечення.

Підсистема інформаційно-аналітичноїпідтримки комплексу діагностичних процедур виконує функції оцінки клінічного стану пацієнта, факторів ризику проведення реабілітаційних заходів, факторів, що обмежують їх проведення, морфологічних параметрів, функціональних резервів організму, стану вищих психічних функцій, порушення побутових та професійних звичок.

Зроблено акцент на діагностичні засоби *телереабілітації*, що обумовлено сьогоднішніми вимогами безпеки в період пандемії. На першому плані в підсистемі виявились методи контролю кардіологічних та психофізіологічних показників, а також системи з біологічним зворотнім зв'язком.

Виконано орієнтацію на технологію реабілітаційного телемоніторингу, як правило в домашніх умовах пацієнтів. Зазвичай такі системи включають датчик (в кардіологічному моніторингу це мініатюрний ЕКГ-прилад, можливо з пластирем з одночасним вимірюванням кров'яного тиску), модуль зберігання та транспорту даних, сховище даних, інтерфейс діагностики за правилами когнітивної графіки. В проєкті використовується оригінальне сертифіковане програмне забезпечення.

Накоплено досвід використання даного комплексу в процесі психологічної реабілітації пацієнтів з посттравматичними стресовими розладами як в цивільному, так і військовому застосуваннях. За часи пандемії COVID-19 проблема виникнення психологічних розладів стала ще більш актуальною. Апробація

на пацієнтах виявила позитивні результати використання даного комплексу. За допомогою даної технології лікар може оцінити ефективність та своєчасність виконання поставлених задач, корегувати методику тощо. Між сеансами зустрічей пацієнт може самостійно оцінювати свій стан.

Системи з *біологічним зворотнім* зв'язком та інші вирішено будувати на основі численних оригінальних розробок Інституту кібернетики (і його партнерів), в яких приймали участь члени авторського колективу. Одна з таких розробок – програмно-апаратний комплекс (ПАК) «Психолот», призначений для реєстрації психологічного та психофізичного стану пацієнтів та оцінки ефективності реабілітаційних процедур. Програмне забезпечення дозволяє вести базу даних пацієнтів, виводити на екран тести, реєструвати помилки та швидкість реакції, обчислювати інтегральний критерій та генерувати звіти. В комплексі з БЗЗ «Психолот» повинен виконувати режим тренажера. При цьому несвідомо покращуються психомоторні навики, когнітивні функції та ін. Ці показники, виведені на екран, дозволяють пацієнтові слідкувати за процесами і намагатись покращити результати, тобто маємо певний різновид зворотнього зв'язку. При цьому можлива його додаткова стимуляція (звукова, теплова, електромагнітна тощо).

Підсистема телемедичного супроводження реабілітаційних заходів виконана як окрема Smart-система і призначена для надання реабілітаційних послуг пацієнтові в дистанційному режимі. Сенс цього напряму реабілітації у тому, що пацієнт самостійно, як правило у домашніх умовах, виконує програми відновленого лікування на амбулаторному етапі під дистанційним контролем спеціаліста. Основними завданнями дистанційно-контрольованої реабілітації є оцінка її клінічної ефективності за ступенем відновлення функцій, виявленням ускладнень, встановлення оптимальної тривалості курсу занять. Є можливість працювати в форматі міждисциплінарної реабілітаційної команди на рівні установи (телереабілітаційного центру). Всі процедури, включаючи оцінку реабілітаційного потенціалу, виконуються з використанням Міжнародної класифікації функціональностей та оціночних шкал. Основним критерієм включення пацієн-

та в програму реабілітації є наявність Інтернету, веб-камери, організації робочого місця. На теперішньому етапі розробки Smart система ТР (без термінальної частини) включає ряд різноманітних технологій, сервісів та інструментів, зокрема:

– сервіс UkrVectōrēs для дослідження, вивчення предметної галузі, що працює на основі семантичного аналізу природної мови, діагностики та класифікації;

– сервіс «Електронна бібліотека vHealth» – розподілена інформаційна система, що дозволяє зберігати, розповсюджувати та використовувати різнорідні колекції електронних документів (відео- та аудіоконтент), орієнтованих на дистанційне навчання пацієнтів та їх родичів.

Перший сервіс – це інструмент дистрибутивного аналізу природної мови, окремих контекстних сутностей тексту. Користувач може вибрати одну або кілька прогностичних моделей, навчених на різних корпусах текстів (зокрема «Біла Книга з Фізичної та Реабілітаційної медицини в Європі». Виконуються алгебраїчні операції над векторами слів для того, щоб отримати певний вектор з масиву чисел (слів) та його візуалізацію, наприклад для *пошуку необхідних інформаційних* об’єктів. На теперішній час актуальна версія UkrVectōrēs доступна при зверненні до Інституту кібернетики.

Другий сервіс – це електронна бібліотека медіа файлів підсистеми телереабілітації, що представляє собою розподілену інформаційну систему, щоб використовувати та розповсюджувати (функція шерингу) різнорідні колекції електронних документів, зокрема відео- та аудіоконтент) для дистанційного навчання пацієнтів. Одним з основних завдань сервісу «vHealth» є ефективна навігація на інтегрованому інформаційному ресурсі з метою пошуку необхідного медіа-контенту при мінімальних зусиллях. Розвинуті функції розширеного адміністрування та соціально-мережеві функції, маніпулювання зі структурою опису об’єкту, підтримки багатомовних файлів субтитрів для відеоконтенту.

Насамкінець, відмітимо, що увесь реабілітаційний процес, який підтримано системою TISP, базується на комп’ютерній версії Міжнародної класифі-

кації функціональностей, що реалізована в окремій підсистемі та багатофункціональному представленні Білої Книги з *діалоговими функціями*. Останні базуються на використанні графової бази даних та клієнт-серверної архітектури. Природномовні способи людино-машинної взаємодії – дуже перспективний сервіс тому, що є зручним і інтуїтивно зрозумілим.

Метод семантичного аналізу і побудова на його основі формальних запитів і відповідей дає можливість обслуговувати широкий клас користувачів (лікарів, науковців, пацієнтів). Цей сервіс надає можливість створення так званих ботів – віртуальних користувачів, що можуть бути підключеними до зовнішнього сервісу, що отримує повідомлення і надсилає свої. Сервіс обслуговується інтерфейсом у вигляді вікна, здатного згортатися і розгортатися і має вигляд веб-сторінки. Користувач може надсилати свої запитання, навіть не чекаючи відповіді. Всі вони будуть оброблені, а відповіді дані по мірі отримання.

В цілому можна констатувати, що вперше в Україні створено систему інтелектуально-технологічної підтримки в галузі Фізичної та Реабілітаційної медицини. Розроблена система (TISP) може використовуватись не тільки в безпосередньому супроводженні реабілітаційних процедур на рівні «лікар – пацієнт, але і в якості системи підтримки прийняття рішень на різних рівнях, а також навчальних і дослідних процесів.

1 АРХІТЕКТУРА ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ TISP РЕАБІЛІТАЦІЙНОГО ПРОФІЛЮ

1.1 Системотехнічна реалізація теоретико-методологічних засад трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи для реабілітації при пандемії (TISP)

Впровадження ефективної системи реабілітації на основі доказової медицини та єдиних стандартів і правил є важливою складовою системи охорони здоров'я України під час пандемії. Предметна орієнтація трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи та розробка окремих функціональних конфігурацій системи якраз і спрямована на використання у сфері медичної реабілітації.

Мета дослідження: полягала в предметній орієнтації трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи та розробці окремих функціональних конфігурацій системи для використання у сфері медичної реабілітації.

У процесі виконання робіт за грантом була розроблена стратегія розширення функціональності та предметної орієнтації TISP. Реалізована платформа системи TISP з компонентною архітектурою когнітивних сервісів, що забезпечує трансдисциплінарну консолідацію діяльності усіх фахівців, які потрібні залучати у процес реабілітації конкретного пацієнта. Створені у формі інтерактивних документів Міжнародна класифікація функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я (МКФ) та Біла Книга з фізичної та реабілітаційної медицини у Європі, яка визначає природу, сферу роботи та параметри фізичної та реабілітаційної медицини в Європі.

Дослідження проблем, що пов'язані з організацією ефективного аналізу інформаційних ресурсів і їх використанням в IIS, демонструє, що один з правильних виборів методу видобування і управління знаннями – використання онтологій.

Онтологія [1, 2] – це методологія семантичного представлення інформації на основі детальної формалізації певної області знань за допомогою концептуа-

льної схеми. Зазвичай така схема складається з ієрархічної структури даних, що містить всі релевантні класи об’єктів, їх зв’язки і правила. В сфері біології і медицини [3, 4] широко використовуються онтології. В основі онтологічної методології лежить об'єктно-орієнтований підхід, при якому предметна прикладна область представляється у вигляді сукупності об’єктів, взаємодія між якими може бути представлена за допомогою семантичного зв'язування висловлювань, тверджень та суджень. Кожна онтологія містить інформаційні описи, на основі об'єктно-орієнтованої процедури формалізації, а також описи інтерпретаційних функцій, які є функціональним проявом властивостей об’єктів (концептів), що складають онтологію, та які управляють на основі цього процесом поставки інформаційного ресурсу на усіх етапах прийняття рішень.

Інформаційними компонентами спеціалізованої оболонки [5] для складно-структурованої предметної області являються багаторівнева модульна онтологія і модульна база знань. Створення та редагування інформаційних компонент здійснюється багаторівневим редактором онтологій і редактором знань, розробка яких ґрунтується на онтології рівня n. Побудова багаторівневої модульної онтології спрощується за умов використання методів структуризації зростаючої пірамідальної мережі (ЗПМ) [6], які дозволяють реалізувати автоматизовану індуктивну побудову онтології на основі невпорядкованих тверджень про об’єкти та їх властивості з виявленням нових знань – перетинів описів об’єктів. Об’єкти автоматично утворюють ієрархічну мережеву структуру на основі заданих тверджень. Всі твердження відносно однакових об’єктів об’єднуються на підставі співпадаючих імен об’єктів або на підставі повного співпадіння множин їх властивостей. Перетини описів різних об’єктів відповідають невизначеним вершинам мережі. Аналіз невизначених вершин дозволяє вирішувати задачу кластеризації - знаходження груп схожих об’єктів та подій, та виявляти нові класи об’єктів у процесі побудови онтології. Процедури автоматичної класифікації дозволяють виправити невизначеності на основі їх контекстного визначення і реалізують їх включення в існуючу або створювану онтологічну схему.

Теоретико-методологічною основою TISP є концептуально-методологічні засади знання-орієнтованої обробки природномовних текстів. Вони складаються з наступних моделей і методів:

– методи побудови та обробки онтологій предметної області, які ґрунтуються на методиках побудови та аналізу структури зростаючих пірамідальних мереж та дозволяють отримати актуальну інформацію про предметну область [7];

– логіко-математичні моделі обробки природномовних текстів на основі онтологій та зростаючих пірамідальних мереж [8];

– локально-статистичний метод виділення понять у зростаючих пірамідальних мережах, який дозволяє формувати поняття мінімальної довжини з максимальною підтримкою за поліноміальний час [9];

– клас-орієнтований метод побудови зростаючої пірамідальної мережі з використанням паралельних обчислень та агентних технологій [10];

– методи семантичної обробки природномовних текстів, що використовують механізми суміжності фактів, зокрема представлених в неявному вигляді, для формування системи “питання-відповіді” за змістом текстів [11-13];

– метод оптимізації побудови пірамідальної мережі, який базується на алгоритмах її структурної реконфігурації, що забезпечує інваріантність структури пірамідальної мережі до впорядкування вихідних даних.

Розглянемо реалізацію основних функцій трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи.

1.1.1 Формування інтерактивних документів

Формування інтерактивних документів здійснюється шляхом перегляду наявних в TISP онтологій за допомогою спеціального модуля перегляду. Стандартний модуль відображення онтологій містить наступні режими: 1) режим об’єктного відображення; 2) режим табличного відображення; 3) режим відображення онтографа; 4) режим онтологічної призми; 5) режим відображення ГІС-додатка.

Режим об'єктного відображення представляє об'єкти онтології у вигляді списків, які згруповані за «рівнями» (рис.1.1). Даний режим перегляду працює наступним чином:

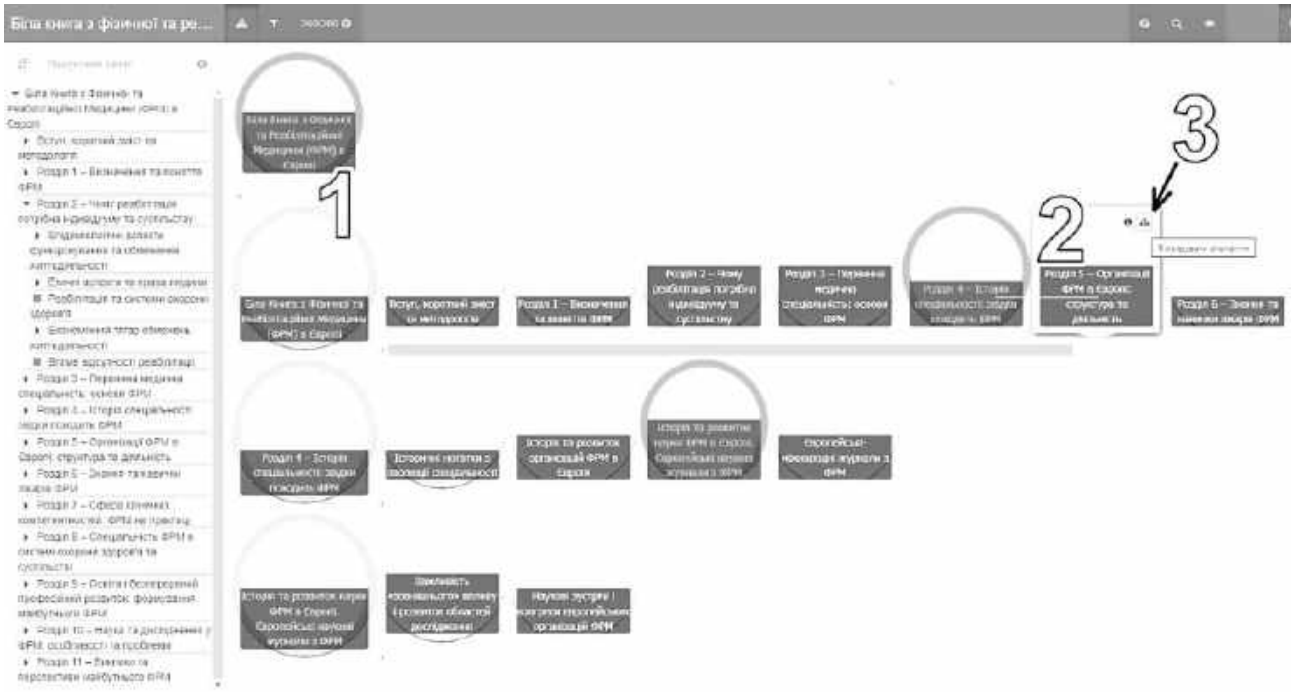


Рисунок 1.1 – Режим об'єктного відображення

1) верхній рівень, зазамовчуванням, містить кореневі категорії і об'єкти без категорій. Верхній рівень складається тільки з вибраного об'єкта, якщо ввімкнена ієрархічна фільтрація, або категорії, якщо ввімкнена фільтрація за атрибутами (3, рис. 1.1);
2) користувач може вибрати категорію, натиснувши клавішею миші на відповідне зображення. Така категорія стане актуалізованою (1, рис. 1.1), і на її основі формується наступний рівень, у якому першим елементом рівня буде сама актуалізована категорія, а іншими елементами – всі її підкатегорії і дочірні об'єкти;
3) всі елементи відображаються у вигляді круглих блоків з назвою і зображенням у середені (за наявності).

Режим табличного відображення – призначений для відображення списку об'єктів з однаковим набором атрибутів (рис. 1.2).

Рисунок 1.2 – Режим табличного відображення

Даний режим працює наступним чином:

1) табличне відображення може відображати виключно ті об’єкти, що мають непусту множину атрибутів. Категорії з непустою множиною атрибутів в даному режимі обробляються аналогічно до об’єктів і також можуть відображатись в таблиці. Якщо онтологія не містить об’єктів з атрибутами, то перемикання на цей режим перегляду буде недоступне;
2) вся множина об’єктів з атрибутами розділяється на сторінки фіксованого розміру (за-замовчуванням – 50 об’єктів). Одночасно може відображатись тільки одна сторінка, а їх перемикання відбувається з допомогою спеціальних керуючих елементів;
3) для поточної сторінки автоматично формується заголовок таблиці. Заголовки різних сторінок можуть відрізнятись. Система використовує алгоритм, що робить спробу встановити відношення порядку між атрибутами. Якщо встановити порядок неможливо, тоді атрибути відображаються у довільному порядку;

4) кожен рядок таблиці представляє об’єкт. Перша комірка рядка містить назву об’єкта і його зображення (за наявності). При натисканні на назву відкривається картка об’єкта;
5) деякі спеціалізовані типи атрибутів (координати, зображення) не відображаються в таблиці. Посилання відображаються спеціальним чином, що дозволяє користувачу робити швидкий перехід за ними;
6) якщо об’єкт має кілька атрибутів з однаковою назвою, то їх значення будуть відображатись в комірці таблиці одне під одним, розділені горизонтальною лінією.

Режим відображення онтографа призначений для одночасного відображення великої кількості об’єктів і зв’язків між ними.

В режимі відображення онтографа (рис. 1.3), як і в табличному, категорії *обробляються аналогічно до об’єктів*. Об’єкти при відображенні використовують свої налаштування – форму (квадрат або круг) і колір. Також об’єкти, що мають непусту множину атрибутів, відображаються з рамкою.

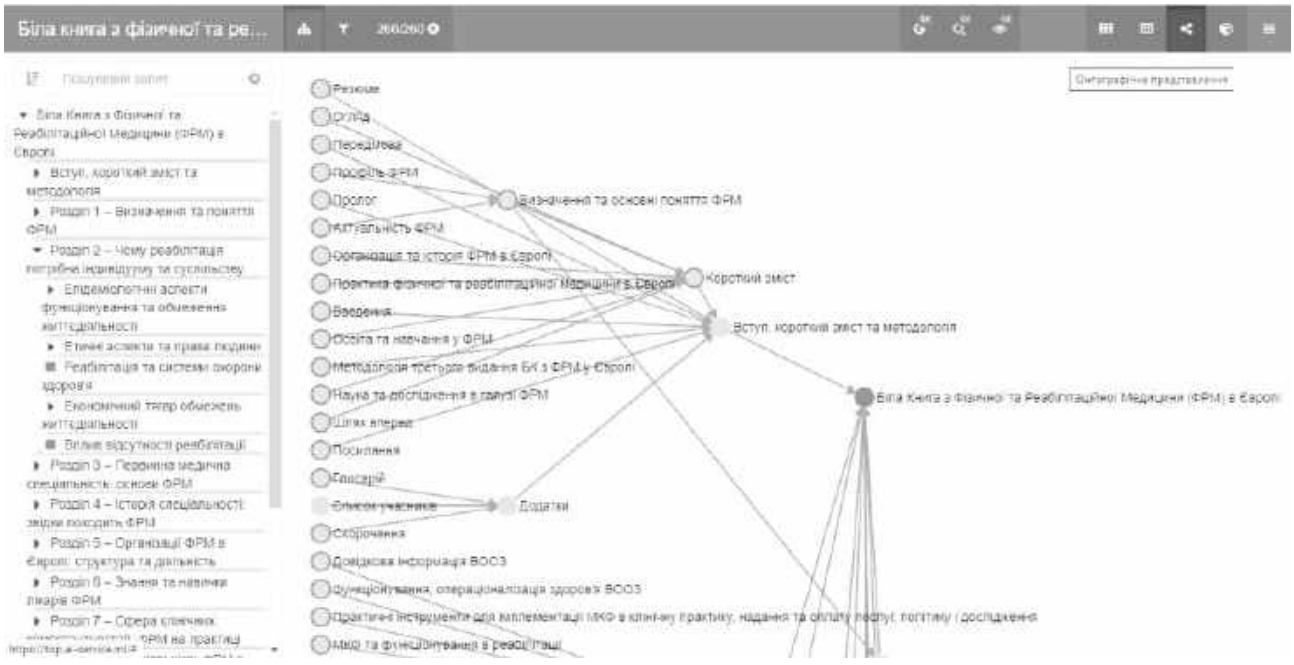


Рисунок 1.3 – Режим відображення *онтографа*

Режим онтологічної призми − призначений для відображення деревовидних структур даних (рис. 1.4).

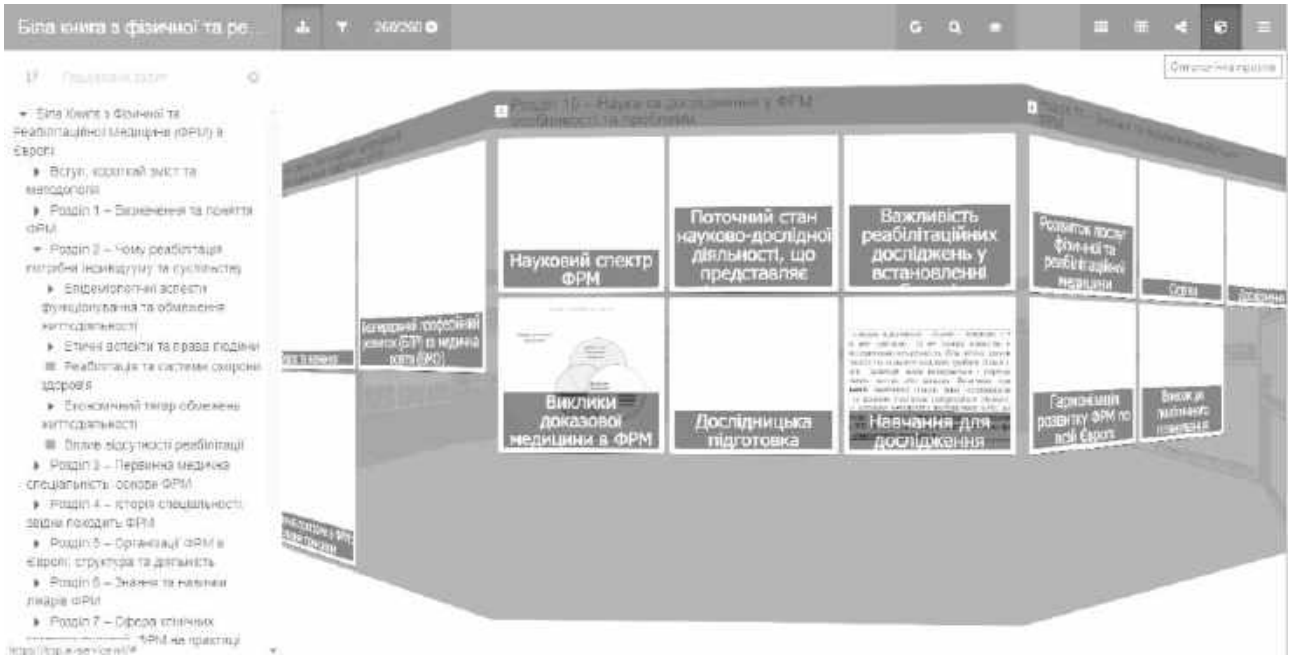


Рисунок 1.4 – Режим онтологічної призми

Даний режим використовує три рівня (аналогічно до тих, що використовуються в об’єктному відображенні):

1) перший рівень складає коренева категорія онтології. Якщо таких категорій кілька, то використовується перша з них. Така категорія представляє всю призму і явно не відображається в робочій області;
2) другий рівень складають підкатегорії кореневої категорії. Вони формують грані призми, а імена цих категорії відображаються в верхній частині відповідної грані;
3) третій рівень формується підкатегоріями і дочірніми об’єктами категорій другого рівня. Такі об’єкти представляються блоками на відповідних гранях – аналогічно до об’єктного представлення. Максимальна кількість блоків на грані – 25, якщо дочірніх об’єктів в категорії більше, то вони розбиваються на сторінки, а в заголовку грані відображаються перемикач сторінок (рис. 1.4);
4) якщо через структуру онтології елементом другого рівня стає об’єкт, а не категорія, то цей об’єкт відображається і в якості грані, і в якості блоку на грані.

Для режиму відображення онтологічної призми діє специфічна логіка ієрархічної фільтрації:

1) якщо ієрархічна фільтрація відключена, то призма формується на основі піддерева першої (такої, що відображається найвище в режимі перегляду онтографа) кореневої категорії;
2) якщо в стандартному ієрархічному фільтрі вибрана одна з кореневих категорій, то призма формується на основі її піддерева;
3) якщо в стандартному ієрархічному фільтрі вибрана підкатегорія однієї з кореневих категорій, то призма формується на основі піддерева цієї кореневої категорії, при цьому при відображенні призма автоматично буде повернута так, що сформована для вибраної категорією грань була на передньому плані;
4) якщо вибрано об'єкт чи категорію третього рівня (дочірній до підкатегорії кореневої категорії), призма формується на основі кореневої категорії, сформованої підкатегорією. Відповідна грань зображується на передньому плані, на грані встановлюється сторінка, що містить вибраний об’єкт, і цей об’єкт виділяється кольором.

Автоматизована побудова таксономій здійснюється шляхом зчитування табличного файлу формату XLSX, у якому у рядках записується інформація про об’єкти, суб’єкти та предикати. Файл повинен містити вкладки, що відповідають одному з форматів таблиці структури або таблиці атрибутів.

Таблиця структури – формат призначений для зчитування імен об’єктів і зв’язків між ними (рис. 1.5):

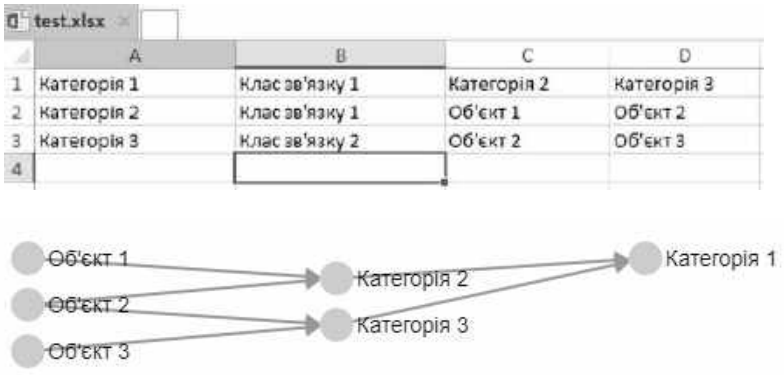


Рисунок 1.5 – Структура, що побудована за допомогою таблиці

В такому файлі перша колонка представляє назву категорії, а третя і подальші колонки – об’єкти чи підкатегорії, що належать цій категорії. Друга колонка містить назву зв’язка, що буде створений. Дана інформація призначена для роботи в режимі типізованих зв’язків і не є обов’язковою при побудові таблиці.

Таблиця атрибутів (nodeproperties) – формат призначений для зчитування атрибутів великої кількості однотипних об’єктів (рис. 1.6). Основною ознакою є ключове слово «nodeproperties»в першій комірці таблиці (A1):

A	B	C	D
nodepropeties	Атрибут 1	Атрибут 2	Атрибут 3
Об'єкт 1	Значення атрибуту 1-1	Значення атрибуту 1-2	Значення атрибуту 1-3
Об'єкт 2	Значення атрибуту 2-1	Значення атрибуту 2-2	Значення атрибуту 2-3

Рисунок 1.6 – Таблиця з атрибутами об’єктів

В таблиці перший рядок містить назви атрибутів, перша колонка – назви об’єктів, а решта комірок – значення відповідних атрибутів.

Список атрибутів (nodedata) – формат призначений для введення спеціалізованих типів атрибутів (контекстів і посилань на мережеві ресурси) (рис. 1.7).

A	B	C	D	E
nodedata	Текст	Посилання	Тип	Назва атрибута
Об'єкт 3	Текст 1	http://example.com	href	Атрибут 4
Об'єкт 3	Текст 2	http://example.com	href	Атрибут 5

Рисунок 1.7 – Таблиця з посиланнями на ресурси

В комірці A1 такої таблиці повинно бути ключове слово «nodedata». Інші комірки першого рядка ігноруються (на рисунку вище вказані виключно для прикладу). В наступних рядках комірки мають такий зміст (зліва направо): ім’я об’єкта, текстове значення атрибута, посилання (для зображень і посилань), тип атрибуту (text, link, image, youtube), клас (назва) атрибута.

Зчитування елементів здійснюється через головне меню, яке стає доступним після входу в особистий кабінет користувача системи.

1.1.2 Структуризація вхідної текстової інформації

Структуризація здійснюється з допомогою відповідних підсистем структуризації текстів: Konspekt (для української мови) і kEN (для англійської мови) [14, 15]. Підсистеми розміщуються на окремих віртуальних машинах і мають стандартизований інтерфейс. Загальний вигляд інтерфейсу показано на рис. 1.8.

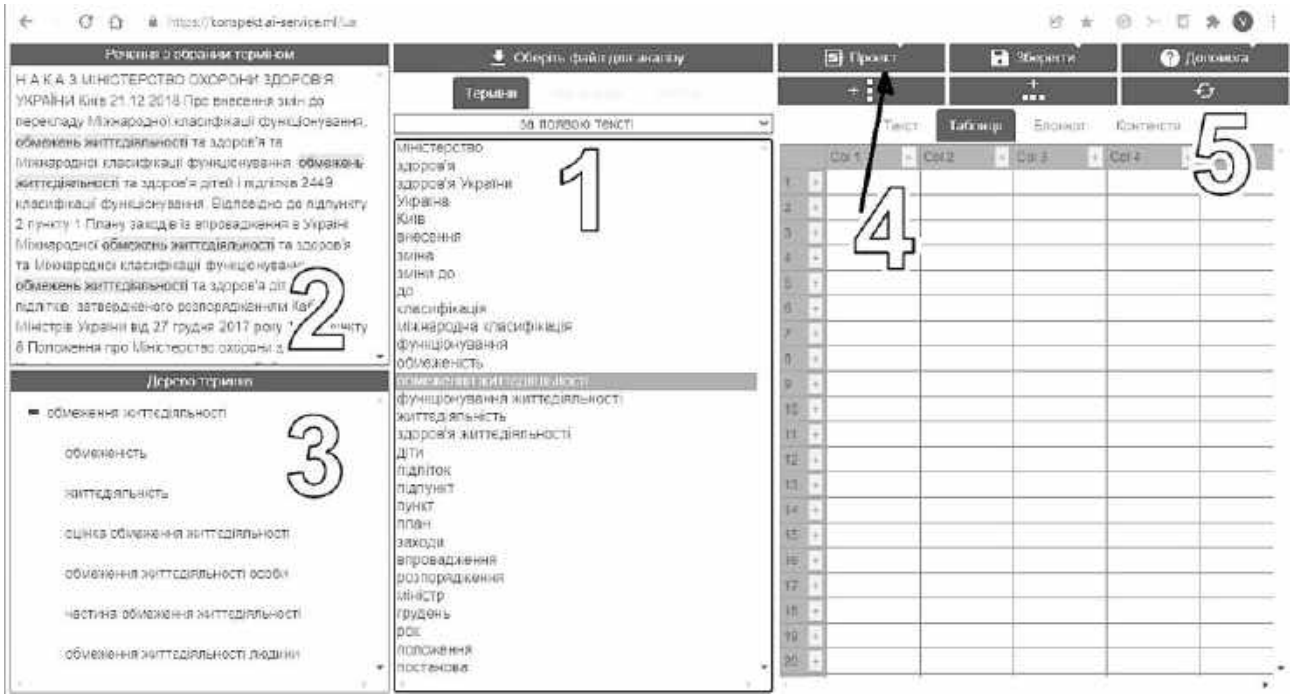


Рисунок 1.8 – Загальний вигляд інтерфейсу підсистеми структуризації текстів

Основним елементом інтерфейсу є блок керування файлами (1, рис. 1.8), що містить кнопку для зчитування файлів і список термінів. Натискання на кнопку викликає стандартний діалог відкриття файлу, що дозволяє завантажити вибраний файл на сервер, де він буде опрацьований, і на його основі буде сформований список термінів. Виділені терміни будуть автоматично показані у відповідній області блоку 1. Кнопка «Проект» (4, рис. 1.8) дозволяє очистити список файлів і виділених з них термінів.

При виборі деякого терміну в списку буде показана додаткова інформація про нього – а саме приклади використання терміну (2, рис. 1.8) в початковому тексті (тобто його контексти), і дерево з термінів, що зв’язані з вибраним (3, рис. 1.8).

Основною робочою областю системи є права панель, що може працювати в одному з чотирьох режимів. При цьому основним режимом є режим таблич-

ного формування онтології (рис. 1.5). Він вмикається вибором відповідної вкладки на панелі вибору режиму (5, рис. 1.8). В таблицю структури (рис. 1.5) заноситься інформація про імена об’єктів і зв’язків між ними.

1.1.3 Автоматичне виявлення оптимальних закономірностей з різнотипних даних у явній формі логікових виразів

Найбільш універсальним типом моделей що використовуються в інтелектуальних системах для обробки складних структур різнотипних даних і знань є логіко-лінгвістичні моделі, тобто такі моделі, у яких основними елементами є не числа і обчислювальні операції, а імена та логічні зв’язки. Однією з можливих реалізацій логіко-лінгвістичних моделей є модель пам’яті інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи у вигляді зростаючої пірамідальної мережі (ЗПМ). При індуктивному формуванні деякого поняття на основі атрибутивних моделей метою аналізу у ЗПМ є пошук логікової формули у нотації логіки висловлювань, яка включає значення атрибутів об’єктів та однозначно визначає всі об’єкти з вибірки для навчання. У логіковій формулі використовуються операції диз’юнкції (V), кон’юнкції (&) та заперечення (~). Використання в логікових виразах операції заперечення дозволяє скоротити довжину логікової формули, яка описує класи об'єктів. Побудована логікова формула ізоморфна логіковим формулам, які можуть бути отримані за допомогою побудови множини (лісу) дерев рішень.

Особливістю методу зростаючої пірамідальної мережі (ЗПМ) і його програмної реалізації є те, що складність класу функцій класифікації автоматично підлаштовується до даних з навчальної вибірки в залежності від компактності вибірки. При зменшенні компактності (відсутність спільних ознак у об'єктів) зменшується узагальнююча здатність знайдених закономірностей, наближаючись в граничній нормі до 0 і, навпаки, при збільшенні компактності узагальнююча здатність збільшується наближаючись в ідеальному випадку до 1 (одному значенню однієї властивості для кожного класу об'єктів). Таким чином метод дозволяє отримувати оптимальні закономірності. Отримані закономірності користувач може передивитись на екрані програми.

У вікні редагування для користувача існують наступні можливості:

1) створити новий клас і відповідний логіковий вираз, що його описує;
2) створити новий кон'юнктивний елемент або видалити існуючий кон'юнктивний елемент;
3) додати або видалити властивості в кон'юнктивний елемент логікового виразу;
4) додати або видалити властивості об'єктів.

Програма автоматично відслідковує відсутність протиріч, які можуть виникати при внесенні користувачем змін у логікові вирази. При цьому програма вносить зміни (за необхідністю) у всі зв'язані логікові вирази при зміненні будь-якого з них. Відносна кількість об'єктів класу для яких виконується кон'юнктивний елемент логікового виразу, що описує клас об'єктів, автоматично перераховується після завершення редагування кон'юнктивного елементу.

1.1.4 Підтримка прийняття рішень

Вирішення задач класифікації, діагностики та прогнозування властивостей нових об'єктів відбувається шляхом обчислення істинності логікових виразів, які описують класи об'єктів, на множині ознакового опису кожного з нових об'єктів. На рис. 1.9 наведено приклад вікна модуля діагностики та прогнозування властивостей програмної реалізації ЗПМ у режимі пояснення.

Для кожного нового об'єкта, який подається на розпізнавання, обчислюються значення логікових виразів. При цьому можливі наступні варіанти результатів обчислення: 1) істинне значення логікових виразів отримано тільки для одного з відомих класів об'єктів; 2) істинне значення не отримано для жодного з логікових виразів; 3) істинне значення логікових виразів отримано для декількох відомих класів об'єктів. У першому випадку користувачу виводиться інформація про приналежність об'єкта до класу та логіковий (і) вираз (и), значення якого (их) істинне (1, рис. 1.9).

Рисунок 1.9 – Модуль розпізнавання програмної реалізації ЗПМ

У другому випадку користувачу надається рішення «не знаю» (2, рис. 1.9). Наводяться логікові формули, у яких кольором відмічається наявність чи відсутність у об’єкта, який розпізнається, ознаки, що входить до логікової формули. У дужках після формули виводиться відповідний порядковий номер формули. Далі використовується нечітка логіка для отримання рішення про приналежність об’єкта до певного класу. Відповідні ймовірності обчислюються за допомогою наївного баєсіва класифікатора – простого ймовірнісного класифікатора, заснованого на застосуванні теореми Баєса зі строгими припущеннями про незалежність атрибутів за умови заданого значення цільової функції. Використання методу ЗПМ гарантує виконання умови незалежності атрибутів при застосуванні наївного баєсіва класифікатора. Відповідь про приналежність об’єкта до класу надається за принципом вибору максимальної обчисленої ймовірності, яка виводиться користувачу у рядку поруч з відповідним рішенням (2, рис. 1.9).

У третьому випадку (3, рис. 1.9) користувачу виводяться істинні логікові формули, поруч з якими відображається відносна кількість об’єктів класу, для якого значення формули істинне. У дужках після формули виводиться відповідний порядковий номер формули. На основі цієї кількості обчислюються від-

повідні ступені впевненості про приналежність об’єкта до класу. Користувачу надаються всі можливі рішення, які ранжуються відповідно до обчисленого ступеня впевненості (3, рис. 1.9).

Принципи формування *онтологічної інтерактивної бази знань*, що інформаційно забезпечує протокол взаємодії між лікарем та пацієнтом на основі використання відповідних медичних документів (повідомлень), базуються на протоколах обміну повідомленнями між лікарями та пацієнтами, що налаштовані на певну міжконтекстну взаємодію. Архітектура клінічного документу трансформується у онтологічну систему за рахунок таксономічного представлення самого протоколу реабілітації. Усі контексти накопичуються у відповідних вузлах онтології взаємодії між лікарем та пацієнтом. Онтологічне представлення архітектури документів передбачає, що у її основі лежить понятійний тезаурус протоколу реабілітації. Використання новітніх документів чи текстових записів реалізується на основі визначення їх міжконтекстної зв’язності з контекстами, що вже визначають відповідний протокол взаємодії лікаря і пацієнта. Фактично довільний онтологічний медичний документ може бути інкапсульований до відповідного протоколу взаємодії між лікарем та пацієнтом.

За допомогою сервісів TISP був оброблений файл перекладу Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров’я (МКФ) [16]. В результаті отримано файл xml формату, який містить структуровану МКФ українською мовою. Відображення змісту файлу здійснюється за допомогою стандартного модуля відображення онтологій TISP, який містить наступні режими об’єктного, табличного відображення та режим онтографа.

Режим об’єктного відображення представляє домени МКФ у вигляді списків, розбитих за «рівнями» (рис. 1.10).

Режим табличного відображення – призначений для відображення списку доменів МКФ з однаковим набором атрибутів (рис. 1.11). У загальному випадку у таблиці відображається назва категорії МКФ, її опис та додаткова інформація, що включає відповідна категорія.

Рисунок 1.10 – Режим об’єктного відображення МКФ

Режим табличного відображення – призначений для відображення списку доменів МКФ з однаковим набором атрибутів (рис. 1.11). У загальному випадку у таблиці відображається назва категорії МКФ, її опис та додаткова інформація, що включає відповідна категорія.

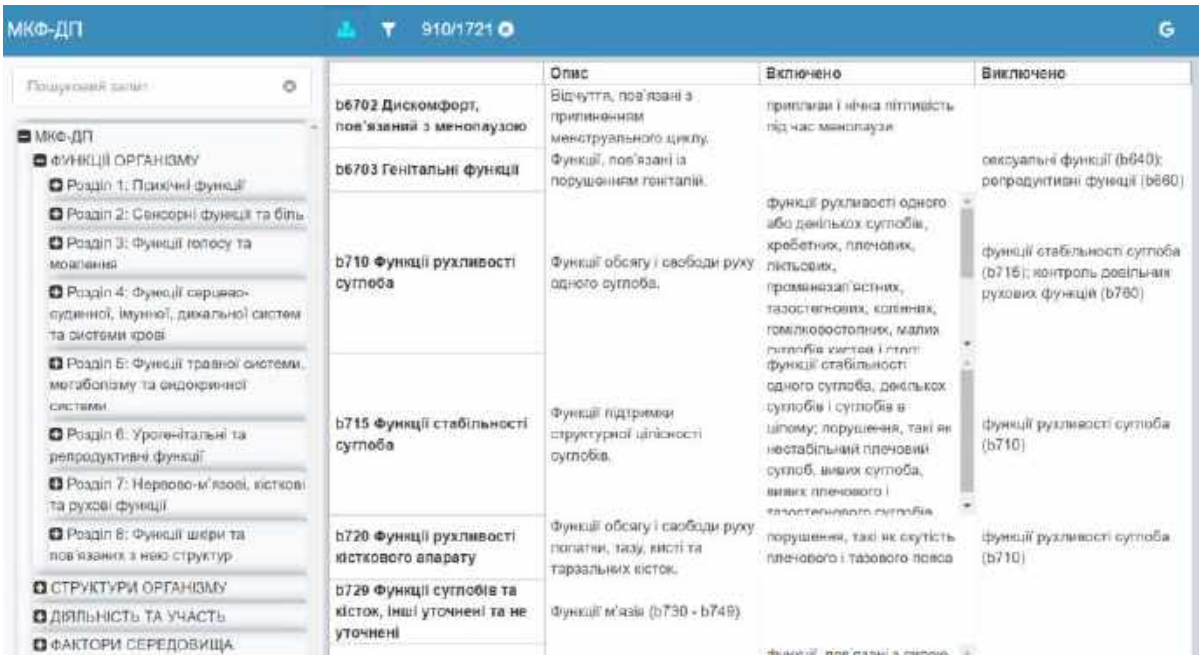


Рисунок 1.11 – Режим табличного відображення МКФ

Режими відображення МКФ у TISP забезпечують надання користувачу розширеного переліку функцій у порівнянні з ICF браузером [17]. Крім того, в ICF браузері відсутня підтримка української мови для роботи з МКФ.

В додатку А (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-1.pdf) надано онтологічне представлення Книги з фізичної та реабілітаційної медицини.

1.2. Опис архітектури системи TISP

TISP побудована за трирівневою архітектурою, яка використовується в програмній інженерії для вирішення проблем зв'язаних з масштабуванням, швидкодією і надійністю програмного забезпечення. Трирівнева архітектура складається з рівня представлення (Presentation tier), рівня логіки (Logic tier), рівня даних (Data tier) і передбачає наявність клієнтської програми, сервера додатків і сервера бази даних. До головних переваг багаторівневої архітектури відноситься:

- безпека – можливість захистити кожний рівень незалежно, використовуючи різні методи;
- легкість в управлінні – можливість керувати та модифікувати кожний рівень окремо не впливаючи на інші рівні;
- масштабованість – долучення ресурсів може бути здійснено безпосередньо на своєму рівні, незалежно від інших рівнів;
- гнучкість – крім ізольованої масштабованості, наявна можливість розширити кожен рівень у будь-який спосіб, що відповідає цілям розробки.

TISP забезпечує користувача застосунками як загального так і предметно-орієтованого призначення. До застосунків загального призначення відносяться:

- підсистема опису предметних областей в онтологічний формі. Підсистема надає експерту предметної області засоби для структуризації великих масивів слабко- і неструктурованої інформації з представленням результатів в онтологічній формі, формування спеціалізованих користувацьких інтерфейсів для відображення інформації у формі, яка є зручною для сприйняття, зокрема, в формі ГІС-додатку;

- підсистема лінгвістично-семантичного аналізу природномовних текстових документів українською та англійською мовами на основі наданих вихідних даних, що включає: формалізацію представлення синтактико-семантичної структури речень у XML; автоматичне виділення з документів багатослівних термінів; автоматичне виділення контекстів, у яких використовуються відповідні багатослівні терміни; виділення заданих семантичних відношень на основі шаблонів їх описів;
- підсистема підтримки прийняття рішень, яка призначена для розв'язку прикладних задач ранжування та рейтингування та прийняття відповідальних та науково обґрунтованих рішень, забезпечення упорядкування об'єктів-концептів онтології на основі інтегрованої обробки властивостей, що їх характеризують;
- підсистема індексування інформаційних ресурсів, призначена для повнотекстового пошуку інформації у великих масивах структурованих і неструктурованих документів;
- підсистема колективної взаємодії на базі хмарної платформи з відкритим вихідним кодом Nextcloud.

Предметна орієнтація системи TISP була спрямована на побудову інтерактивної системи знань в галузі охорони здоров'я, що передбачає консолідоване використання різнорідних функціональних медичних інформаційних систем та відповідних медичних документів реабілітаційного профілю. До застосунків предметно-орієтованованого призначення відносяться:

- онтологічне представлення Білої Книги з фізичної та реабілітаційної медицини в Європі;
- електронний довідник з Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ);
- сервіс віртуального співрозмовника діалогової підсистеми за онтологією Білої Книги у браузері та в застосунку Telegram;
- інтелектуальна довідкова підсистема TISP за словником Білої книги у браузері;

- підсистема підтримки реабілітаційних процесів TISP з використанням сервісів оцінки стану пацієнта за МКФ та медичними тестами;
- сервіс TISP по створенню в системі наборів доменів МКФ та медичних тестів, що використовуються для оцінки стану пацієнтів (інтегрований до підсистеми підтримки реабілітаційних процесів);
- підсистема телемедичного супроводження реабілітаційних заходів;
- інформаційно аналітична підсистема агрегування та візуалізації даних (з прикладами обробки статистичних даних захворювання на інфекційні хвороби та коронавірус в Україні);
- приклад предметної орієнтації ГІС застосунку загального призначення «Перелік реабілітаційних установ, які здійснюють заходи із реабілітації дітей з інвалідністю».

Базові підсистеми оформлені у вигляді окремих модулів, на основі яких сформовані предметно-орієнтовані застосунки (рис. 1.12). Кожен застосунок містить набір даних і конфігурацій у вигляді онтологій різного типу.

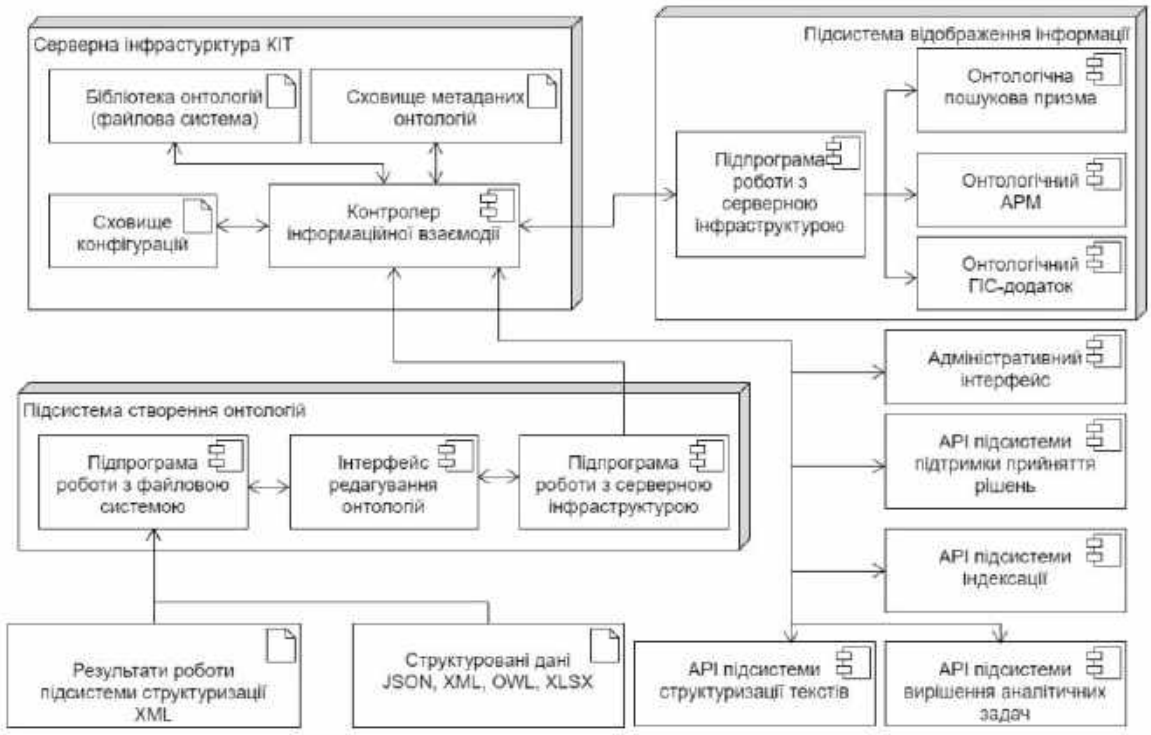


Рисунок 1.12 – Узагальнена архітектура TISP

Конфігурації визначають, які саме модулі та яким чином будуть використовуватись в рамках застосунка. Для керування застосунками в системі перед-

бачений спеціалізований адміністративний інтерфейс. Підсистеми формування онтологій і відображення інформації тісно взаємодіють та формують ядро системи, яке побудовано навколо серверної інфраструктури.

Ядро системи включає в себе бібліотеку онтологій, сховище конфігурацій додатків і контролер інформаційної взаємодії. Контролер призначений для передачі даних і конфігурацій підсистемам TISP і прийому даних від них (зокрема, через відповідні API).

На основі комбінацій вищезазначених застосунків можна визначити наступні конфігурації TISP:

1) інформаційно-довідкова сервісна система, яка надає користувачу інтернет послуги з відображення структурованого представлення інформації з визначеної предметної області, зокрема, онтологічне представлення Білої Книги з фізичної та реабілітаційної медицини в Європі, електронний довідник з МКФ;
2) конфігурація п. 1 з інтернет сервісом віртуального співрозмовника, зокрема, за онтологією Білої Книги;
3) конфігурація п. 1 або п. 2 з підсистемою індексування інформаційних ресурсів та повнотекстового пошуку інформації за локальними мережевими сховищами документів та інтернет сайтами;
4) одна з конфігурацій п. 1, п. 2, п. 3 з підсистемою колективної взаємодії на базі хмарної платформи з відкритим вихідним кодом Nextcloud;
5) одна з конфігурацій п. 1-п. 4 з сервісом інтернет доступу до підсистеми підтримки реабілітаційних процесів TISP з оцінкою стану пацієнта за МКФ та медичними тестами;
6) сервіс інтернет доступу до підсистеми телемедичного супроводження реабілітаційних заходів;
7) сервіс інтернет доступу до інформаційно аналітичної підсистеми агрегування та візуалізації даних;
8) сервіс інтернет доступу до робочого місця експерта предметної області, яке надає можливість структуризації документів з представленням

результатів структуризації в онтологічній формі у приватній або публічній бібліотеці;

9) одна з конфігурацій п. 1-п. 5 разом з конфігураціями п. 6-п. 8 у довільних комбінаціях;

10) інсталяція конфігурацій 1-9 на обчислювальних засобах, які надаються замовником послуг.

Всі сервіси TISP з інтернет посиланнями представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Посилання на сервіси TISP

№ п.п.	Назва сервісу	Інтернет адреса	Код доступу
1.	іінтегрований перелік посилань на сервіси та засоби TISP	https://dashboard.ai-service.ml/#	
2.	онтологічне представлення Білої Книги з фізичної та реабілітаційної медицини в Європі	https://tisp.ai-service.ml/?fname=WB	
3.	сервіс віртуального співрозмовника діалогової підсистеми TISP за онтологією Білої Книги у браузері	https://whitebook.ai-service.ml/	
4.	Telegram версія сервісу віртуального співрозмовника	@ExperimentalUkrAIBot	
5.	інтелектуальна довідкова підсистема TISP за словником Білої книги у браузері	https://wb-dictionary.ai-service.ml/	

№ п.п.	Назва сервісу	Інтернет адреса	Код доступу
6.	електронний довідник з Міжнародної класифікація функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ) у системі TISP	https://tisp.ai-service.ml/?fname=mkf	
7.	підсистема підтримки реабілітаційних процесів TISP	https://tisp.ai-service.ml/tisp2/	Логін: rehab Пароль: 1111
8.	сервіс TISP оцінки пацієнтів за МКФ (інтегрований до підсистеми підтримки реабілітаційних процесів на етапі реабілітаційних обстежень)	https://tisp.ai-service.ml/tisp2/	Логін: rehab Пароль: 1111
9.	сервіс TISP оцінки ефективності реабілітації на основі МКФ-профілей пацієнтів (інтегрований до підсистеми підтримки реабілітаційних процесів на етапі оцінки та подальшого реабілітаційного маршруту)	https://tisp.ai-service.ml/tisp2/	Логін: rehab Пароль: 1111

№ п.п.	Назва сервісу	Інтернет адреса	Код доступу
10.	сервіс TISP по створенню в системі медичних тестів, що використовуються для оцінки стану пацієнтів (меню «Редагувати діагностичні шкали» підсистеми підтримки реабілітаційних процесів)	https://tisp.ai-service.ml/tisp2/?special=edit-tests	Логін: aduis Пароль: uR704sGMFTx3
11.	сервіс TISP по створенню в системі наборів доменів МКФ, що використовуються для оцінки стану пацієнтів (меню «Редагувати набори МКФ» підсистеми підтримки реабілітаційних процесів)	https://tisp.ai-service.ml/tisp2/?special=edit-sets	Логін: aduis Пароль: uR704sGMFTx3
12.	приклади обробки статистичних даних захворювання на інфекційні хвороби та коронавірус в Україні за допомогою аналітичних сервісів TISP	http://analytics.ai-service.ml/	Логін: tisp-test Пароль: tisp-test

№ п.п.	Назва сервісу	Інтернет адреса	Код доступу
13.	ГІС-додаток «Перелік реабілітаційних установ, які здійснюють заходи із реабілітації дітей з інвалідністю»	https://tisp.ai-service.ml/?sharedgraph=61a44deff3d50&view=map	
14.	дистрибутивно-семантична модель векторного представлення сутностей (з використанням набору даних – «Біла Книга з ФРМ в Європі») для обчислення семантичної подібності між словами, реченнями чи документами	https://ukrvectores.e-library.ml або https://ukrvectores.ai-service.ml	
15.	електронна бібліотека зберігання, використання та розповсюдження медіа-файлів підсистеми телереабілітації TISP (сервіс vHealth)	https://vhealth.ai-service.ml/	Логін: demouser Пароль: JyMyuC6nMdD494T
16.	сервіс колективної взаємодії	https://nextcloud.ai-service.ml/	Логін: rehabilitation Пароль: zGue&82n7q

№ п.п.	Назва сервісу	Інтернет адреса	Код доступу
17.	підсистема лінгвістично-семантичного аналізу природномовних текстових документів українською та англійською мовами	https://konspekt.ai-service.ml	
18.	підсистема опису предметних областей в онтологічний формі	https://tisp.ai-service.ml/	Логін: rehabilitation Пароль: White_book
19.	підсистема підтримки прийняття рішень, яка призначена для розв'язку прикладних задач ранжування та рейтингування (в кабінеті користувача вибрати: «Бібліотека додатків», «Альтернатива»)	https://tisp.ai-service.ml/	Логін: rehabilitation Пароль: White_book

2 РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ ВЗАЄМОДІЇ З СУПРОВОДЖУЮЧИМИ СИСТЕМАМИ

2.1 Загальні вимоги

TISP побудована на основі багаторівневої архітектури що дозволяє інтегрувати нові технології та долучати інші компоненти без необхідності перепроєктовувати все програмне забезпечення та переписувати програму в цілому, весь її програмний код та існуючі компоненти. Такий підхід полегшує вирішення проблем масштабування та підтримки. З точки зору безпеки, багаторівнева архітектура дозволяє зберігати приватну та конфіденційну інформацію на рівні логіки та відділяти її від рівня представлення, що робить її більш захищеною. Оскільки підсистеми TISP є різнорідними за своєю структурою і принципами роботи, то для кожної з підсистем формується окрема архітектура. Підсистеми TISP побудовані на основі використання мікросервісної архітектури. Єдиний застосунок будується як сукупність атомарних сервісів, кожен з яких працює у своєму власному процесі і обмінюється даними з рештою, використовуючи стандартні протоколи (зазвичай HTTP) та стандартні формати даних (зазвичай JSON та XML). Такий підхід є кращим варіантом реалізації архітектур складних інформаційних систем. Розглянемо інтерфейси підсистем TISP, які використовуються для обміну інформації між компоненти та взаємодії з супроводжуючими системами.

2.2 Підсистема супроводження реабілітаційних процесів

Модуль супроводження реабілітаційних процесів може при необхідності інтегруватись з сторонніми системами через протокол HTTP. При цьому система може використовувати як власне інформаційні та інформаційно-аналітичні системи (за наявності API), так і системи документів.

Основним питанням при цьому є формат, в якому видає дані API, або тип файлу, що містить документ. За замовчуванням КІТ містить модулі для зчитування форматів XML та JSON, а також файлів електронних таблиць (XLSX).

Інтеграція описується так званим «Дескриптором інтеграції». Дескриптор являє собою онтологію, що містить один об’єкт з атрибутом dataURL. Атрибут повинен містити посилання на точку доступу чи документ. При ініціалізації TISP дані з посилання будуть автоматично зчитані і перетворені у внутрішній формат системи. При цьому слід враховувати можливі обмеження доступу, що діють для точки доступу (зокрема, наявність заголовків CORS).

Основний формат взаємодії з сторонніми системами – XML:

Файл повинен складатись з єдиного елемента Graph. Вузол Graph повинен містити по одному вузлу: Nodes, Edges, Groups.

Вузол Nodes містить довільну кількість вузлів Node, що мають атрибути:

– guid – ідентифікатор об’єкту в онтології. Якщо атрибут пустий або не вказаний, то guid буде згенеровано автоматично при зчитуванні;

– nodeName – обов’язковий атрибут, що повинен містити назву об’єкту. Не повинен бути пустим, інакше то об’єкту буде надано небажану назву за замовчуванням (<node>, <node> (1) і т. д.);

– nclass – клас об’єкту. В загальному випадку не використовується.

Вузли Node можуть містити довільну кількість елементів даних data. Кожен такий елемент має наступні атрибути:

– tclass – клас елементу даних;

– type – тип елементу даних;

– link – посилання, зв’язане з елементом даних.

Також елементи даних містять всередині себе текст, а поряд з текстом – довільну кількість вкладених елементів data.

Вузол Edges містить довільну кількість вузлів Edge, кожен з яких має атрибути:

– guid – ідентифікатор зв’язка, повинен бути унікальним;

– edgeGroup – назва групи, до якої відноситься зв’язок;

– node1/node2, guid1/guid2 – кожен зв’язок повинен мати один з наборів атрибутів. Вони дозволяють визначити об’єкти, між якими має бути проведено даний зв’язок.

Якщо використовується стандартний JSON, то для нього застосовуються наступні правила:

– JSON повинен бути об’єктом, з двома атрибутами: nodes і edges, що містять масиви об’єктів;

– Всі вищевказані атрибути об’єктів/зв’язків використовуються, але повинні мати префікс «_» (наприклад, _id, _name та ін.);

– Атрибути об’єктів/зв’язків без префіксу вважаються динамічними атрибутами (аналог data в XML файлі).

Ще одним з передбачених TISP варіантів взаємодії є використання скриптів перетворення на стороні сервера. Наприклад, взаємодія з серверами індексації здійснюється з допомогою протоколу WSDL:

Рисунок 2.1 – Приклад WSDL-опису точку доступу сервера індексації

Спеціалізований серверний скрипт аналізує дані з такої точки доступу і перетворює їх в стандартний XML-файл TISP.

2.3 Підсистема аналітичної обробки даних

Для отримання даних від аналітичної системи за допомогою програмного інтерфейсу взаємодії необхідно сформувати HTTP-запит за наступною адресою:

http://176.104.244.69:61080/data.php

Перелік параметрів, що передаються у запиті (GET/POST):

– **gid** – унікальний ідентифікатор, що визначає таблицю для якої будуть передані дані.

– **fname**– унікальне ім’я таблиці (*для отримання даних має обов’язково передаватись або цей параметр, або gid*)

– **mode** – визначає режим повернення даних та може мати наступні значення: *attributes*(відображається вся інформація про об’єкти з усіма їх властивостями, є опцією за замовченням), *names* (повертаються тільки назви об’єктів з їх ідентифікаторами), *gis* (повертаються всі об’єкти з їх геоданими).

– **_id** – ідентифікатор конкретного елемента, інформацію про якого необхідно отримати (*параметр не обов’язковий*).

– **perPage –** кількість елементів, про які буде виводитись інформація.

– **page –** визначає сторінку з об’єктами для їх відображення.

– **returnTotalCount** – визначає чи повертати загальну кількість всіх об’єктів.

– **returnFilteredCount** – визначає чи повертати поточну кількість об’єктів, які відповідають умовам фільтрації.

– **filter** – визначає перелік параметрів, яким мають відповідати об’єкти. Передається у наступному вигляді:

```
"filter": {
    "Назва числового параметру": {
      "numeric": {
        "min": "нижня межа (число)",
        "max": "верхня межа (число)"
      }
    },
    "Назва текстового параметру": {
      "text": [
        "Значення атрибуту (може бути декілька)"
      ]
    }
  }
```

Приклад запиту отримання переліку об’єктів:

```
http://176.104.244.69:61080/data.php?gid=1003&mode=names&returnTotalCount=1&returnFilteredCount=1
```

Результат

```
{
  "nodes": [
```

```
        {
          "_id": 4619504,
          "_name": "2016-12"
        },
        {
          "_id": 4619507,
          "_name": "2017-01"
        },
        {
          "_id": 4619508,
          "_name": "2017-02"
        },
        {
          "_id": 4619509,
          "_name": "2017-03"
        },
        {
          "_id": 4619510,
          "_name": "2017-04"
        },
        {
          "_id": 4619511,
          "_name": "2017-05"
        },
        {
          "_id": 4619512,
          "_name": "2017-06"
        }
        ……
        ……
      ],
      "totalCount": "46",
      "filteredCount": "46"
    }
```


Приклад запиту отримання повної інформації про об’єкти:

http://176.104.244.69:61080/data.php?gid=1003

Результат


```
    {
      "nodes": [
        {
          "_id": 4619504,
          "_name": "2016-12",
          "Холера": "-",
          "Черевний тиф": "1",
          "Паратиф А, В,С": "-",
          "Інші сальмон.інфекції": "340",
          "Шигельоз (дизентерія)": "197",
          "ГЕКи встан. етіології": "2729",
          "в т.ч. кампілобактеріоз": "2",
          "єрсинія ентерокок.": "8",
          "рота вірусний ентер.": "876",
          "ГЕКи невстав. етіології": "2387",
          "Сума ГКІ": "5319",
```

```
            "Туберкульоз органів дихання": "1969",
            "в т.ч. підтв.бак.та гіст.": "1343",
            "Бруцельоз": "-",
            "Лептоспіроз": "20",
            "Правець": "1",
            ……
            "Гемофільна інфекція": "2",
            "ГІВДШ (гострі інфекції верхніх дихальних шляхів)":
"1357621",
            "Грип": "18933"
          },
          {
            "_id": 4619507,
            "_name": "2017-01",
            "Холера": "-",
            "Черевний тиф": "3",
            "Паратиф А, В,С": "-",
            "Інші сальмон.інфекції": "328",
            "Шигельоз (дизентерія)": "54",
            "ГЕКи встан. етіології": "4383",
            "в т.ч. кампілобактеріоз": "13",
            "єрсинія ентерокок.": "5",
            "рота вірусний ентер.": "1673",
            "ГЕКи невстав. етіології": "3466",
            "Сума ГКІ": "7885",
            "Туберкульоз органів дихання": "1731",
            "в т.ч. підтв.бак.та гіст.": "982",
            "Бруцельоз": "1",
            "Лептоспіроз": "16",
            "Правець": "-",
               ……
            "Гемофільна інфекція": "-",
            "ГІВДШ (гострі інфекції верхніх дихальних шляхів)":
"934361",
            "Грип": "18054",
            "Лістеріоз": "1"
          }
             ……
             ……
        ]
      }
```


Приклад запиту з фільтраціє об’єктів та наступним переліком параметрів вхідного запиту:

```
      {
        "gid": "1003",
        "filter": {
          "Грип": {
            "numeric": {
              "min": "100",
      "max": "200"
            }
          }
        },
        "mode": "names"
      }
```

Результат


```
{
  "nodes": [
    {
      "_id": 4619510,
      "_name": "2017-04",
      "Грип": "184"
    },
    {
      "_id": 4619518,
"_name": "2017-12",
      "Грип": "198"
    }
  ]
}
```


В системі передбачена можливість отримувати узагальнену інформацію про об’єкти. Цей механізм визначає перелік атрибутів, якими вони характеризуються та встановлює множину їх значень. Для числових атрибутів – це певний діапазон, для текстових атрибутів – список всіх значень.

http://176.104.244.69:61080/descriptor.php?gid=1003

Результат формується у вигляді XML-файлу та має наступний вигляд.


```
▼<Graph>
  ▼<Nodes>
    ▼<Node nodeName="Абсолютна чисельність" guid="1">
      <data type="link" link="http://176.104.244.69:61080/data.php?gid=1003" tclass="dataUrl"/>
      ▼<data type="group" link="" tclass="filter">
        ▼<data type="group" link="" tclass="text">
          <data type="text" link="" tclass="name">Холера</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMin">1</data>
          <data type="text" link="" tclass="option">-</data>
        </data>
        ▼<data type="group" link="" tclass="text">
          <data type="text" link="" tclass="name">Черевний тиф</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMin">1</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMax">3</data>
          <data type="text" link="" tclass="selectType">checkbox</data>
          <data type="text" link="" tclass="option">-</data>
        </data>
        ▼<data type="group" link="" tclass="text">
          <data type="text" link="" tclass="name">Інші сальмон.інфекції</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMin">208</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMax">1453</data>
        </data>
        ▼<data type="group" link="" tclass="text">
          <data type="text" link="" tclass="name">Шигельоз (дизентерія)</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMin">10</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMax">197</data>
        </data>
        ▼<data type="group" link="" tclass="text">
          <data type="text" link="" tclass="name">ГЕКи встан. етіології</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMin">814</data>
          <data type="text" link="" tclass="numberMax">6990</data>
        </data>
```

2.4 Діалогова підсистема

Стартовий (основний) інтерфейс завантажується за GET-запитом без параметрів від клієнта на адресу: https://whitebook.ai-service.ml, тобто основну адресу, за якою працює сервіс.Початок нового діалогу ініціюється відправкою POST-запиту від клієнта адресу: https://whitebook.ai-service.ml, тобто основну адресу, за якою працює сервіс. У разі, якщо цей запит надсилається за допомогою AJAX від клієнтського інтерфейсу у вигляді web-сторінки, він не має містити даних, точніше дані мають являти собою пустий словник. Наразі приклад такого AJAX-запиту за допомогою JavaScript з використанням jQuery має вигляд:

```
      $.ajax({
      url: "/",
      data: {},
      type: "post",
      success: startNewDialog,
      complete: function(jqXHR, status) {
      $(".dialog-button").removeAttr("disabled");
      $(".chat-text_input").attr("placeholder", "Введіть Ваше пи-
тання і натисніть Enter...");
      $(".chat-body").animate({scrollTop: $(".chat-
body")[0].scrollHeight});
      }
      })
```

Відповіддю сервера на такий запит є POST-запит, що містить json-структуру даних наступного вигляду:

{"greeting_phrase":"*фраза_привітання*","convresation_id": "*унікальний_код_діалогу*", "status": True/False,"explanation": "*пояснення*"}

Параметри "greeting_phrase" та "explanation" є опційними. У нормі передбачається, що "greeting_phrase" надсилається при значенні параметру "status": True – початок діалогу успішно ініційовано. Параметр "explanation" надсилається у разі помилки або відмови початку діалогу і містить пояснення причини такої ситуації. Параметр "status" є маркером успішної ініціації нового діалогу (при значенні True), або виникнення помилки або відмови (при значенні False).

Параметр "convresation_id" являє собою рядок зі 100 випадкових символів, що ідентифікує даний саме діалог.

У разі підключення до API системи шлюзу telegram-боту (або іншого боту, що працює з іншою зовнішньою системою обміну повідомленнями), POST-запит, що надходить від клієнта має містити параметр "is_webhook" зі значенням True. Таке повідомлення надсилається однократно після запуску відповідного шлюзу зовнішнього бота. В такому разі надісланий у відповідь параметр "convresation_id" є ідентифікатором підключення даного боту. Ця різниця обумовлена тим, що шлюз зовнішнього боту має потенційно нескінчену сесію (на практиці – до відключення шлюзу).

Тексти запитів користувача відправляються до системи на адресу: https://whitebook.ai-service.ml/**process_question/**. У разі AJAX запиту адресою слугує саме частина /process_question/ . При роботі шлюзу зовнішнього бота на локальному хості, доменом буде localhost + порт, на якому працює API; цільовим фрагментом url в цьому разі також буде /process_question/.

POST-запит має містити структуру даних словникового типу: {"question": "*текст повідомлення*"}.

У разі надсилання запиту шлюзом зовнішнього боту, також потрібен параметр "is_webhook" зі значенням True. Також такий запит має містити COOKIES, що містять "is_webhook" зі значенням True і "convresation_id". Це стосується всіх повідомлень від подібного сервісу, тому що вони мають свої особливості обробки.

Відповіді на цей запит можуть бути різними і залежать від ситуації. Розглянемо їх.

Якщо не було попередньо відправлено запиту на початок нового діалогу або сесію було вичерпано і у значеннях сесії (COOKIES) немає параметру "convresation_id", буде надіслано відповідь аналогічна початку нового діалогу, але без "greeting_phrase". Дані POST- запиту:

{"convresation_id": "*унікальний_код_діалогу*", "status": True }

У разі якщо було надіслано наведений вище POST- запит з пустим рядком у якості параметру "question", або цей параметр взагалі відсутній, буде надіслано у відповідь наступну структуру даних:

```
      {"primary_answers": [
      {
      "name": "повідомлення про введення пустих/невірних
                        даних",
      "content": "",
      "comment": ""
      }],
       "additional_answers": [],
       "additional_info_message": "",
      "greeting_phrase": "фраза привітання на випадок введення
пустих/невірних даних",
       "status": True
      }
```

У разі якщо було встановлено, що для даного питання існує стандартна відповідь, структура даних POST-запиту відповіді сервера буде наступною:

```
      {"primary_answers": [
      {"primary_answers": [
      {
      "name": "текст стандартної відповіді",
      "content": "",
      "comment": ""
      }],
       "additional_answers": [],
       "additional_info_message": "",
       "greeting_phrase": "фраза привітання на випадок успішної
відповіді",
       "status": True,
       "tech_response": "is_standard"
      }
```

Важливим моментом тут є параметр **"is_standard"**, який вказує, що було надіслано готову відповідь, яку слід відображати, а не інформацію про постановку запиту у чергу на обробку.

Якщо було встановлено, що відповідь на надіслане питання користувача було збережено у базі тимчасових даних (кешовано), то структура даних POST-запиту відповіді сервера буде наступною:

```
{"primary_answers": [
      {
```

```
                "name": "заголовок відповіді",
                "content": "основний текст відповіді",
                "comment": "коментар що до відповіді"
          }, …],
     "additional_answers": [
          <набірструктурданиханалогічних "primary_answers">
    ],
     "additional_info_message": "",
     "greeting_phrase": "фразапривітаннянавипадокуспішноївідповіді",
     "status": True,
     "tech_response": "is_cashed",
     "cache_time": "unix-часзбереженнятекстувідповіді"
    }
```

Подібний вигляд має структура даних для отриманої відповіді. Ключовими параметрами для даного випадку є **"tech_response": "is_cashed"** та "**cache_time**".

Якщо сервіс конвертації природно-мовних фраз у формальні запити не надіслав відповіді, або надіслав відповідь про некоректність або помилку, структура даних POST-запиту відповіді сервера буде наступною:

```
{"primary_answers": [
      {
            "name": "відповідь про виникнення помилки збоку сервісу конвертації",
            "content": "",
            "comment": ""
      }],
     "greeting_phrase": "фраза привітання для вказаної ситуації (помилки)",
    "status": True,
    "tech_response": "is_standard"
    }
```

Якщо фразу користувача було успішно прийнято і поставлено у чергу на обробку сервісом конвертації природно-мовних фраз у формальні запити, то у відповідь буде надіслано POST-запит з наступною структурою даних:

```
{"sparql_converter_result": "токен_сервісу_конвертації",
 "is_too_long": True/False,
 "status": True,
 "question_data": "очищенийвідзнаківтекстзапиту"
 "tech_response": "set_into_processing"
}
```

Параметр "sparql_converter_result" міститьунікальнийідентифікатор, присвоєнийданійфразіданогокористувачасервісомконвертаціїприродно-мовнихфразуформальнізапити. Він буде використовуватися для подальшої ідентифікації пакету формальних запитів і отриманих відповідей, що вони належать саме до цього запиту користувача.

Параметр "is_too_long" свідчить про то, чи була фраза користувача занадто довгою. В разі, якщо вона перевищила встановлений ліміт, наразі це 120 слів її буде скорочено до встановленої довжини.

Значення параметру **"tech_response"** в даному випадку говорить про те, що запит користувача було успішно додано у чергу на обробку.Для запиту результату роботи, тобто готової відповіді на цільову адресу /get_answer/ надсилається POST-запит, що містить наступну json-структуру даних:

```
{"sparql_converter_result": "токен_сервісу_конвертації",
 "is_too_long": True/False,
 "question_data": "очищенийвідзнаківтекстзапиту"}
```

Основнимпараметромтутєідентифікатор "sparql_converter_result".Якщо процес обробки ще триває, у відповідь буде надіслано POST-запит, що містить наступну структуру даних:

```
{"sparql_converter_result": "токен_сервісу_конвертації",
 "status": True,
 "tech_response": "in_process"}
```

У разі, якщо відповідь уже було отримано зроблено відповідний запис у базі даних, у відповідь буде надіслано POST-запит, що містить наступну структуру даних:

```
      {"primary_answers": [
      {
            "name": "заголовок відповіді",
            "content": "основний текст відповіді",
            "comment": "коментар що до відповіді"
      }, …],
 "additional_answers": [
      <набірструктурданиханалогічних "primary_answers">
],
 "additional_info_message": "",
 "greeting_phrase": "фразапривітаннянавипадокуспішноївідповіді",
 "status": True
}
```

Длязапитуісторіїповідомленьпоточногодіалогу, наприклад, уразіперезавантаженнясторінки, досерверанацільовуадресу /get_history/ надсилається POST-запит, щоміститьуякостіданихпустий json-словник. Для відновлення достатньо параметрів сесії, збережених у COOKIES. Можна також надіслати і GET-запит, ркзултат буде однаковий. У відповідь буде надіслано POST-запит з наступною структурою даних:

```
[
 {"question": "текстзапиту", "type": "question"},
```

```
 {"answer": <структураданихвідповіді>, "type": "answer"}
…
]
```

Для завершення поточного діалогу слід надіслати POST-запит на цільову адресу /ask_unsubscribe/. Даний пост запит має наступну структуру даних:

{"result": "True/False"}

Зверніть увагу: тип значення параметру "result" є рядком, а слова "True/False" повинні бути написані з великої літери!

У відповідь буде надіслано POST-запит з наступною структурою даних:

{"status": True}

Для успішного виконання цього запиту COOKIES мають містити параметри сесії.

2.5 Підсистема індексації

Точка доступу сервісів типу «Індексатор»

Для отримання даних від сервісів типу «Індексатор» за допомогою програмного інтерфейсу взаємодії необхідно сформувати HTTP-запит за наступною адресою:

http:// 192.168.133.4:13401/

Це точка доступу типу WSDL/SOAP

Методи індексування

Функція:

CrawlAndIndexAsync– завантаження та індексування даної URI. Повертає час, що минув у мілісекунд. За замовчуванням кравлер буде дотримуватися внутрішніх посилань усіх сторінок у даному сайті під час повзання.

Параметри:

– "Urisarray" масив рядків, рядок представлення uris сайтів, щоб повзати;

– "maxcrawldepth" максимальна глибина повзання (діапазон 1-10) (int16);

– "tagset"> Необов'язково. Там масив тегів, щоб встановити. Всі теги в масиві будуть встановлені кожному URI з Urisarray (Рядок масиву).

Функція повертає int64 – час, що минув у мілісекунд під час повзання та індексації або _0_ (якщо помилка).

Має наступний вигляд

```
      Task<Int64>CrawlAndIndexAsync(string[] URIsArray, Int16?
MaxCrawlDepth, string[] TagSET = null, string XPathFilter = null,
int CrawlTimeoutHOURS = 0, int UserID = -1);
```

Методи пошуку

Функція:

FindBooksInfosWithWordAsync– знаходить у яких книгах дане точне слово (екстрент (рядок)) присутній. Повертає масив _SearchedBookbo.

SearchBookBookInfo - клас, який повертає інформацію про книги.

При отриманні – Потрібно перевірити, що повернутий результат (список пошукових книг) не є нульовим – якщо (SearchBookBookino не нульовий та SearchBookInfo.Length більше ніж 0).

Параметри:

"exctword"> рядок – точне слово для пошуку.

Функція повертає Список пошукових книг, веб-сторінок (BookIDs, WebPagesURLsArray, SavedOrigFileName, SavedTXTFileName), якщо Exctword є присутнім у індексі, і порожній масив SearchedBookInfo Array - якщо ні (або сталася помилка).

Має наступний вигляд

```
Task<List<mIndexer.SearchedBookInfo>>FindBooksInfosWithWordAsync(string
ExctWord, Int16 PagerPageSize = 10, Int32 LastPageBookID = -1, string
DateFrom = "", string DateTo = "", string[] TagSET = null);
```

Функція:

FindContextsForBookWithWordAsync - знаходить всі контексти для даної книги (сторінки) (Bookid (INT32)) та дано точне слово (ExctWord (string)). Повертає масив контекстів (масив рядків). Потрібно перевіряти, що повернутий результат (масив рядків) не є нульовим (контекст не нульовий та contexts.length більше ніж 0).

Параметри:

– "bookid">int32 - ідентифікатор книги (сторінки);

– "exctword">рядок - точне слово, щоб знайти;

– "contexthalfsize"> (необов'язково) nullable int16 - напівдовжина контексту в символах. За замовчуванням – 250 символів, тобто контекст буде 250-the_length_of_the_word + 250 символів.

Функція повертає рядок []– масив контекстів, якщо BookID and ExctWord в індексі, і порожній масив (рядок [])– якщо це не так (або помилка).

Методи читання з індексу

Функція:

ReadTXTFileAsync– читає файл txt як рядок.

При отриманні результатів функції потрібно перевірити, що повернутий результат не є нульовим.

Параметри:

"bookid"> int32 - ідентифікатор книги (сторінки), щоб отримати як рядок.

Функція повертає рядок – текстове (string) представлення вмісту файла txt

Має наступний вигляд:

```
Task<string>ReadTXTFileAsync(Int32 BookID);
```

2.6 Підсистема телемедичного супроводження реабілітаційних заходів

Опис прикладного програмного інтерфейсу веб-сервісів (back-endAPI) мережевого засобу UkrVectōrēs

Розробнику доступні сервіси через кінцеві точки API (англ. *API endpoints*) наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Кінцеві точки API мережевого засобу UkrVectōrēs

	Кінцева точка API	Сервіс	Метод http-запиту
S1	host[:port] /api/word2vec/similarity	обчислення семантичної схожості/близькості між парами слів в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі	POST
S2	host[:port] /api/word2vec/similar	обчислення семантичних асоціатів для заданого слова	POST

		в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі	
S3	host[:port] /api/word2vec/center	обчислення центру лексичного кластера слів в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі	POST
S4	host[:port] /api/models	Визначення списку доступних для використання дистрибутивно-семантичних моделей	GET
S5	host[:port]/	графічного інтерфейсу користувача односторінкового застосунку UkrVectōrēs	GET

S1 – сервіс обчислення семантичної схожості/близькості між парами слів в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі.

Опис вхідних даних

Вхідними даними має бути JSON-структура, яка містить текстові поля *word_1*, *word_2* та числове поле *model*. Повна JSON-схема вхідних даних сервісу обчислення семантичної схожості/близькості між парами слів в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі наведена в додатку Б 1.1 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf). Використовується метод http-запиту POST. Приклад POST запиту до кінцевої точки сервісу *S1* на мові програмування JavaScript з використанням Fetch API наведено в додаткуБ 1.2 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf).

Опис вихідних даних

Вихідними даними є спеціалізована JSON-структура, яка містить числове поле *similarity*, що відповідає коефіцієнту косинусної схожості/близькості. Повна JSON-схема вихідних даних сервісу обчислення семантичної схожос-

ті/близькості між парами слів в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі наведена в додатку Б 1.3 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf).

S2 – сервіс обчислення семантичних асоціатів для заданого слова в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі.

Опис вхідних даних

Вхідними даними має бути JSON-структура, яка містить текстове поле *word* та числове поле *model*. Повна JSON-схема вхідних даних сервісу обчислення семантичних асоціатів для заданого слова в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі наведена в додатку Б 1.4 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf). Використовується метод http-запиту POST. Приклад POST запиту до кінцевої точки сервісу *S2* на мові програмування JavaScript з використанням Fetch API наведено в додатку Б 1.5 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf).

Опис вихідних даних

Вихідними даними є спеціалізована JSON-структура, яка містить поле *similar*, котре представляє собою масив масивів (елементи масиву містять текстове та числове поле) семантичних асоціатів та коефіцієнту косинусної схожості/близькості для заданого слова в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі. Повна JSON-схема вихідних даних сервісу обчислення семантичних асоціатів для заданого слова в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі наведена в додатку Б 1.6 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf).

S3 – сервіс обчислення центру лексичного кластера слів в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі.

Опис вхідних даних

Вхідними даними має бути JSON-структура, яка містить поле *words* (представляє собою масив текстових елементів) та числове поле *model*. Повна JSON-схема вхідних даних сервісу обчислення центру лексичного кластера слів

в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі наведена в додатку Б 1.7 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf). Використовується метод http-запиту POST. Приклад POST запиту до кінцевої точки сервісу *S3* на мові програмування JavaScript з використанням Fetch API наведено в додатку Б 1.8 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf).

Опис вихідних даних

Вихідними даними є спеціалізована JSON-структура, яка містить поле *center*, котре представляє собою масив масивів (елементи масиву містять текстове та числове поле) семантичних асоціатів центру лексичного кластера слів та коефіцієнту косинусної схожості/близькості до центру лексичного кластера слів в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі. Повна JSON-схема вихідних даних сервісу обчислення центру лексичного кластера слів в рамках обраної дистрибутивно-семантичної моделі наведена в додатку Б 1.9 (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-2.pdf).

S4 – сервіс визначення списку доступних для використання дистрибутивно-семантичних моделей.

Опис вхідних даних

Вхідними даними має бути звичайний пустий метод http-запиту GET.

Опис вихідних даних

Вихідними даними є спеціалізована JSON-структура.

S5 – сервіс графічного інтерфейсу користувача односторінкового застосунку UkrVectōrēs. За замовчуванням сервіс графічного інтерфейсу користувача мережевого засобу UkrVectōrēs доступний через метод http-запиту GET на відповідний порт за відповідною адресою хоста. Графічний інтерфейс користувача односторінкового застосунку UkrVectōrēs розробляється окремо, використовуючи розроблені сервіси через кінцеві точки API та в залежності від предметної області і вирішуваних задач.

2.7 Геоінформаційна підсистема

В загальному випадку при роботі з Геоінформаційною підсистемою геопросторові дані представлені в ній адресами, тоді як TISP працює з географічними координатами. Координати можуть бути отримані вручну з допомогою GoogleMaps (рис. 2.2). При одинарному кліку на точку карти (подвійний викличе збільшення) внизу буде відображене інформаційне вікно з координатами, сумісними з TISP, які можна скопіювати.

Виділення мишкою слід починати за межами області з координатами, якщо ж вказівник області в області з координатами і має форму «рука» (як показано на рисунку), виділення не спрацює.

Рисунок 2.2 – Отримання адрес з допомогою GoogleMaps

Також можна скопіювати координати з адресної строки браузера зразу після виконання пошукового запиту (рис. 2.3) – копіювати слід перші дві цифри після символу «@» (третя цифра, відмічена літерою «z», представляє вертикальну координату і системою не використовується).

Однак такий спосіб має ряд недоліків – неминучі похибки через різні системи координат GoogleMaps і TISP, складність і незручність при роботі з великою кількістю об’єктів. Автоматизувати даний процес дозволяє макрос «TISP – GoogleGeocode.xlsm», призначений для автоматизованого перетворення адрес в координати.

Необхідно ввімкнути редагування і макроси з допомогою кнопок в області попереджень.

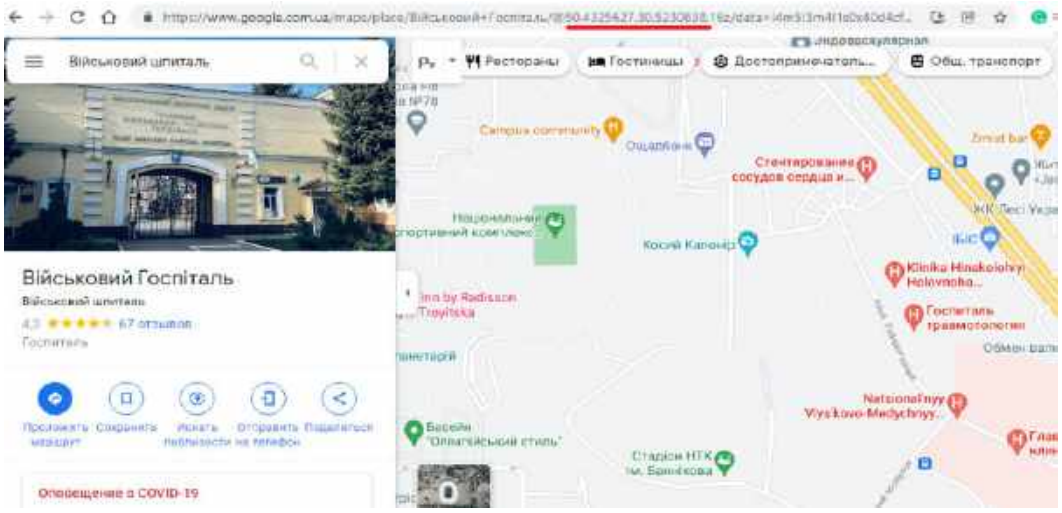


Рисунок 2.3 – Координати в адресному рядку браузера

Файл з макросом (рис. 2.4) має чотири листи, які представляють чотири кроки обробки.

1. Крок «Вхідні дані»

Вхідні дані – лист, на який слід внести власне вхідні дані з початкової таблиці (рис. 2.4). Містить два стовпчика – назву об’єкта (nodepoperties) і адресу, яку слід геокодувати.

Дані слід копіювати з таблиці nodeproperties постовпчиково – тобто вибрати весь стовпчик кліком на заголовку, скопіювати його, потім вибрати відповідний (перший або другий) стовпчик листа «Вхідні дані» і вставити.

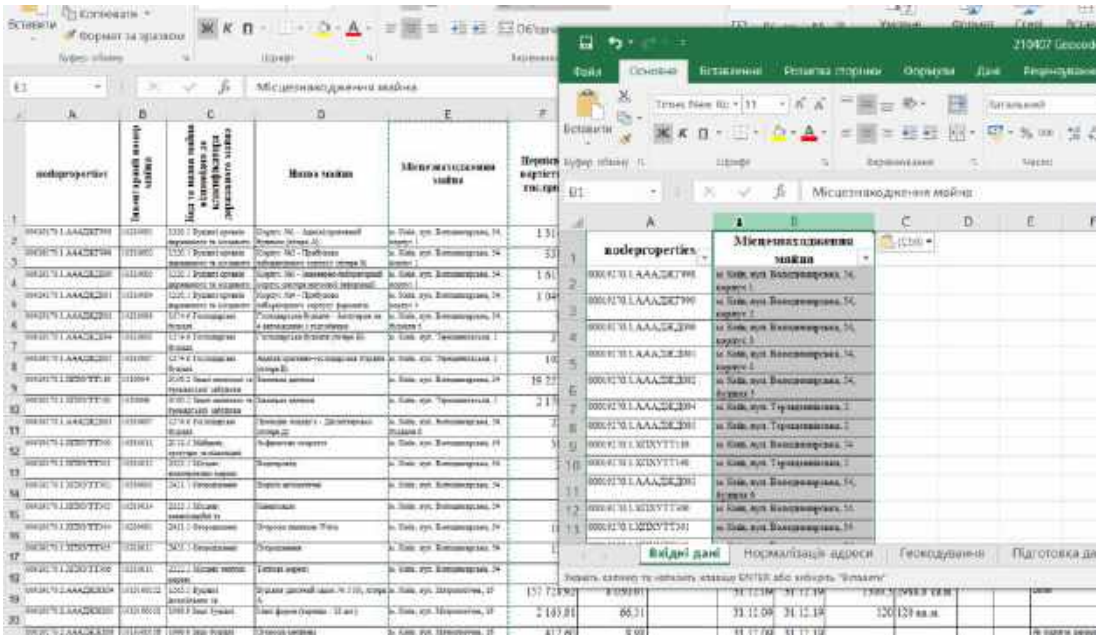


Рисунок 2.4 – Копіювання даних у вхідний файл

Крок «Нормалізація адреси»

При заході на відповідний лист (рис. 2.5) буде надано запит «Запустити/повторити розбір адрес?». При натисканні «Так» адреса в другій колонці (захищена від запису, взята з колонки першого листа) буде проаналізована і визначені компоненти:

1. Країна
2. Область
3. Район
4. Населений пункт
5. Вулиця
6. Номер будинку.

Додатково всі нерозпізнані фрагменти будуть поміщені в окрему колонку.

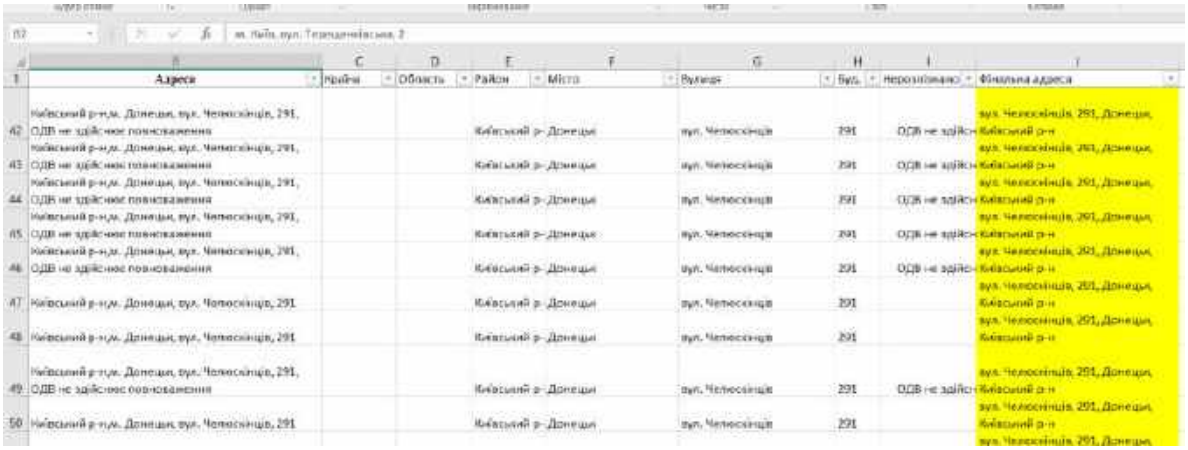


Рисунок 2.5 – Лист «Нормалізація адреси»

Користувач повинен використовувати фільтри в заголовку таблиці (рис. 2.6), і з їх допомогою знайти невалідні значення полів, виправивши їх.

З виправлених значень автоматично формуватиметься нормалізована адреса. Якщо така адреса не співпадає з початковою, комірка з нею буде виділена жовтим фоном. Як правило це буде просто показником невідповідності вхідної адреси формату Google, однак також може означати і її низку якість. Такі адреси часто варто додатково перевірити.

Крок «Геокодування»

При заході на відповідну вкладку буде задано питання – «Виконати геокодування»? При натиску на «Геокодувати все» буде виконано геокодування

всіх рядків в таблиці. «Геокодувати модифіковані» – буде виконано геокодування рядків, в яких з моменту останнього геокодування було внесені ручні зміни, такі рядки відображаються синім шрифтом.

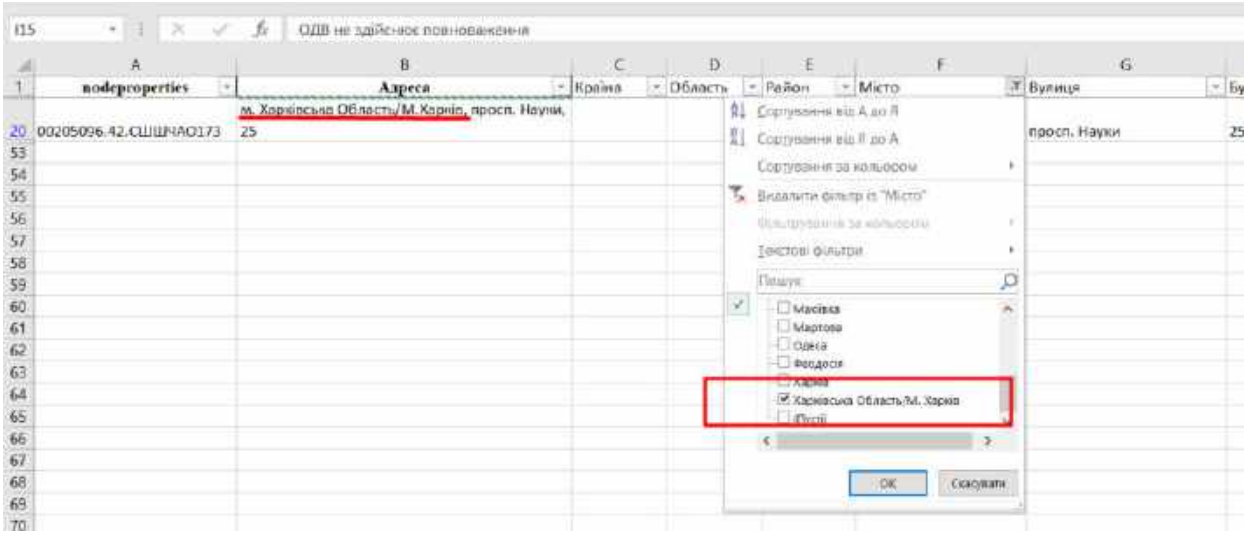


Рисунок 2.6 – Пошук невалідних значень з допомогою фільтрів

Підготовка даних

1. Даний лист містить чотири стовпчика:
2. Назва об’єкта береться з першого листа.
3. Власне координати в форматі gis_point беруться з комірок двох останніх стовпчиків попереднього листа. Якщо обидві комірки пусті, то і комірка буде пустою. Якщо одна з комірок містить нечислове значення, то комірка теж буде пусто і підсвіченою червоним.
4. Якість геокодування – береться з поля «Якість результату» попереднього листа якщо значення стовпчика 2 (вхідна адреса) цього листа непусте.
5. nodeColor – дозволяє встановити колір для об’єкту.

Дані з останнього листа слід скопіювати в окремий, новий файл. Даний файл можна буде зчитати у вже існуючу онтологію функцією «Зчитати XLSX».

3 СУПРОВОДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОФЕСІЙНИХ СПЕЦІАЛІСТІВ-РЕАБІЛІТОЛОГІВ

3.1 Навички реабілітаційної допомоги

3.1.1 Мета та зміст циклу підготовки лікарів-реабілітологів.

Аналіз стану галузі реабілітації у сфері охорони здоров’я в Україні

Інформаційно-аналітична підтримка системи реабілітації в галузі охорони здоров’я орієнтована на реалізацію стратегії реабілітаційних заходів, яка полягає в комплектності та врахуванні патогенетичних особливостей розвитку захворювання. Вона включає: формулювання реабілітаційної мети, яка базується на реабілітаційному діагнозі; розробку прогнозу; допомогу з медичної реабілітації; оцінку ефективності реабілітаційних заходів; реалізацію мультидисциплінарного підходу міждисциплінарними реабілітаційними командами (МРК) до здійснення реабілітаційних заходів.

Основна стратегія реабілітації у сфері охорони здоров'я:

– діагностує стани здоров'я;

– оцінює функціонування відносно до станів здоров'я, особистих факторів та факторів середовища;

– виконує, застосовує та/або призначає біомедичні та технологічні втручання для лікування станів здоров'я;

– очолює та координує програми втручання для оптимізації активності та участі;

– надає поради пацієнтам та їх найближчому соціальному середовищу, постачальникам послуг та платникам;

– забезпечує освіту пацієнтів, родичів та інших важливих осіб для промоутування функціонування та здоров'я;

– управляє реабілітацією та охороною здоров'я у всіх сферах послуг охорони здоров'я;

– інформує та консультує громадськість та осіб, що ухвалюють рішення, щодо відповідної політики та програм у секторі охорони здоров'я та інших секторах.

Для ФРМ є специфічним поєднання лікувальної і реабілітаційної стратегій шляхом застосування множинних інтервенцій, спрямованих як на лікування патології, так і на подолання обмежень життєдіяльності.

Ініціатива ВООЗ «Реабілітація 2030: заклик до дій» [18] має на меті звернути увагу на зростаючі незадоволені потреби в реабілітації у світі, підкреслити роль реабілітації у досягненні цілей сталого розвитку, запропонованих ООН та закликати до скоординованих й узгоджених глобальних дій щодо посилення реабілітації в системах охорони здоров’я. Загальним для досягнення цих цілей є необхідність навчання лікарів фізичної та реабілітаційної медицини, фізичних терапевтів, ерготерапевтів, інших фахівців з реабілітації та підвищення якості реабілітаційної допомоги.

За поновленим визначенням ВООЗ реабілітацією є «набір втручань, спрямованих на оптимізацію функціонування та зменшення обмежень життєдіяльності у осіб зі станами здоров’я у взаємодії з середовищем» [18]. Це повністю відповідає біо-психо-соціальній моделі обмеження життєдіяльності (моделі, альтернативної до біомедичної моделі), яка розглядає здоров’я та хворобу, як стан обумовлений динамічною взаємодію між біологічними, психологічними та соціальними чинниками. На даній моделі базується Міжнародна класифікація функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров’я (МКФ) [18]. МКФ входить до «сімейства» класифікацій, розроблених ВООЗ разом із Міжнародною статистичною класифікацією хвороб та споріднених проблем охорони здоров’я (МКХ, International Classification of Diseases), якою історично користується сфера охорони здоров’я у всьому світі та Міжнародною класифікацією втручань в охороні здоров’я (International Classification of Health Interventions, ICHI) [18], яка дотепер розробляється ВООЗ. Після оприлюднення ICHI та імплементації усіх трьох міжнародних класифікацій буде можливим повний опис та класифікування будь-яких подій та процесів, які відбуваються у сфері охорони

здоров’я, починаючи із причини порушень здоров’я (хвороба, травма тощо – МКХ), будь-яких порушень функціонування / обмежень життєдіяльності (МКФ) та закінчуючи медичними втручаннями, які потребує особа для профілактики та лікування станів здоров’я (профілактична та лікувальна стратегії охорони здоров’я) та реабілітаційними втручаннями, які потребує особа для відновлення та / або компенсації обмежень життєдіяльності (реабілітаційна та підтримуюча стратегії охорони здоров’я).

Відтак, сучасна реабілітація має за мету забезпечити оптимальне функціонування особи зі станами здоров’я в її середовищі шляхом відновлення функціональних порушень особи (зміни з боку особи) та / або шляхом компенсації цих порушень у разі їх незворотності (зміни з боку середовища). Тож загальними принципами проведення реабілітації є:

– пацієнтоцентричність, що передбачає планування та проведення реабілітації з урахуванням потреб, можливостей та побажань особи, якій надається реабілітаційна допомога або її законного представника та також членів її сім’ї, а також безпосередню їхню участь у розробленні, реалізації та внесенні змін до індивідуального реабілітаційного плану;

– цілеспрямованість – організація процесу реабілітації має бути спрямована на досягнення довго- та короткострокових завдань;

– своєчасність – реабілітація має розпочинатися в гострому реабілітаційному періоді або одразу після стабілізації стану здоров’я з хронічним перебігом, індивідуальний реабілітаційний план має змінюватися відповідно до зміни функціонального стану особи, якій надається реабілітаційна допомога;

– послідовність – кожний наступний етап процесу реабілітації має бути пов’язаний з попереднім етапом, бути підґрунтям для наступного етапу та враховувати фактичні зміни функціонального стану особи, якій надається реабілітаційна допомога;

– безперервність – процес реабілітації має відбуватися безперервно протягом всіх реабілітаційних періодів;

– функціональна спрямованість – реабілітаційна допомога має бути спрямована на досягнення оптимального рівня функціонування та якості життя особи у її середовищі.

Слід також відзначити загальні принципи реабілітації під час **пандемії**:

– неперервність реабілітації;

– розділення команд (кожен співробітник підгрупи не вступає у фізичний контакт с ким-небудь із персоналу іншої підгрупи, щоб мінімізувати ризик перехресної інфекції);

– обмежене пересування персоналу і пацієнтів по відділенням і лікарні;

– організація роботи дома;

– розділення пацієнтів на групи ризику при надходженні в стаціонар.

Здійснення вищезазначеного потребує залучення міждисциплінарної реабілітаційної команди(МРК), що складається з фахівців з реабілітації [18], які забезпечують реалізацію відновлювального та / або компенсаторного напрямків реабілітації. Сучасні підходи до надання реабілітаційної допомоги потребують наявності та доступності фахівців з реабілітації за наступними основними реабілітаційними професіями [19]:

– лікар фізичної та реабілітаційної медицини – єдина лікарська спеціальність, яка відповідає за надання реабілітаційної допомоги в розвинених країнах світу;

– фізичний терапевт – нелікарська реабілітаційна професія (вища освіта в сфері охорони здоров'я), що відповідає за забезпечення розвитку, максимального відновлення та підтримання рухової і функціональної спроможності осіб з обмеженнями повсякденного функціонування / обмеженням життєдіяльності, або таких, у яких можуть виникнути такі обмеження;

– ерготерапевт – нелікарська реабілітаційна професія (вища освіта в сфері охорони здоров'я), що відповідає за відновлення, розвиток та / або підтримку навичок, необхідних для залучення особи з обмеженням повсякденного функціонування / обмеженням життєдіяльності до активного повсякденного життя

та занять, які вона бажає, потребує або планує виконувати, а також модифікація заняттєвої активності особи та / або адаптації її середовища;

– терапевт мови та мовлення – нелікарська реабілітаційна професія (вища освіта в сфері охорони здоров'я), що відповідає за відновлення та / або підтримки максимально можливого рівня усіх аспектів комунікації та / або ковтання в осіб з обмеженням повсякденного функціонування, або ризиком їх виникнення, для забезпечення оптимального рівня комунікативної взаємодії з навколишнім середовищем та / або безпечного процесу споживання їжі.

17.06.2021 р. відбулася знакова подія для викладачів кафедри фізичної та реабілітаційної медицини і спортивної медицини НУОЗ України імені П. Л. Шупика, слухачів (лікарів ФРМ) циклів спеціалізації за фахом «фізична та реабілітаційна медицина» – *перший онлайн семінар-тренінг* з впровадження системи TISP – «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)». У навчанні прийняли участь понад 60 викладачів кафедри та лікарів ФРМ з усієї України. Це перші реальні кроки впровадження в навчальні програми та у практичну діяльність лікарів ФРМ елементів телемедицини і телереабілітації – безперечно, за цим майбутнє!

Навчальний план та програма циклу спеціалізації (інтернатури) для випускників вищих медичних навчальних закладів за спеціальністю «Фізична та реабілітаційна медицина» розроблені на основі навчальних програм Секції Фізичної та реабілітаційної медицини та Європейської Ради Фізичної та реабілітаційної медицини Європейського Союзу медичних спеціалістів (EuropeanUnionofMedicalSpecialistsSectionofPhysicalandRehabilitationMedicineandEuropeanBoardofPhysicalandRehabilitationMedicine).

Програма охоплює весь обсяг знань, умінь і практичних навичок, необхідних лікарю-спеціалісту з фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ) для надання кваліфікованої медичної допомоги пацієнтам з медичними та супутніми станами, які призводять до обмежень життєдіяльності. Об'єктом вивчення навчальної дисципліни «Фізична та реабілітаційна медицина» є переважно об-

меження життєдіяльності внаслідок захворювань, травм та їх наслідків, інших причин і станів здоров'я, які призводять дообмежень життєдіяльності.

Діяльність лікаря ФРМ є спрямованою не лише на менеджмент розладів окремих органів та медичних станів, а сфокусована на відновленні функціональних розладів, які виникли внаслідок різних станів здоров'я. Ця діяльність має за мету покращити стан особи з обмеженнями життєдіяльності незалежно від віку та медичного діагнозу. Клінічний діагноз допомагає лікарю ФРМ у визначенні прогнозу та потенціалу відновлення існуючих функціональнихрозладів.

Лікарі ФРМ мають цілісний підхід до людей з гострими та хронічними станами здоров'я, такими як м'язово-скелетні, неврологічні порушення, ампутації, дисфункції органів малого тазу, серцево-легенева недостатність та обмеження життєдіяльності через хронічний біль та онкологічні захворювання. Вони використовують спеціальні засоби оцінювання та проводять лікування та реабілітаційні втручання. Лікарі ФРМ очолюють мультипрофесійні реабілітаційні команди закладів охорони здоров'я та реабілітаційних закладів.

Переконання Європейського Союзу Медичних Спеціалістів (EuropeanUnionofMedicalSpecialists, UnionEuropéenneDesMédecinsSpécialistes, UEMS) в тому, що якість медичної допомоги та експертизи безпосередньо пов'язана з якістю підготовки медичних спеціалістів. Тому UEMS взяла на себе зобов'язання сприяти поліпшенню медичного навчання на європейському рівні шляхом розробки європейських стандартів у різних медичних дисциплінах. Незалежно від того, де лікарі навчаються, вони повинні мати принаймні ті ж ключовікомпетенції.

Навчальна програма призначена для підготовки лікарів-спеціалістів за спеціальністю «Фізична та реабілітаційна медицина» і є нормативнимдокументом, в якому визначається зміст навчання на циклі спеціалізації, встановлюються вимоги до обсягу та рівня підготовкифахівців.

Мета інтернатури – підготовка лікарів клінічного профілю відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційної характеристики лікаря-спеціаліста за спеціальністю «Фізична та реабілітаційна медицина».

Зміст програми охоплює весь обсяг теоретичних знань, умінь і практичних навичок, необхідних лікарю-спеціалісту з фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ) для надання кваліфікованої медичної та реабілітаційної допомоги хворим і потерпілим, як самостійно, так і на чолі реабілітаційної команди.

Програма спрямована на навчання застосовувати реабілітаційне обстеження на підставі МКФ, планувати надання реабілітаційної допомоги та застосовувати реабілітаційні втручання в лікарський практиці для більш швидкого відновлення здоров'я, якості життя, повсякденногофункціонування та працездатності осіб з різними станами здоров'я, які призводять до обмежень життєдіяльності, а також забезпечення профілактики цих обмежень.

ФРМ враховує основні положення МКФ для забезпечення уніфікованою стандартизованою мовою і визначення меж для оцінки показників здоров'я, а також показників, пов'язаних зі здоров'ям. МКФ вводить визначення функціонування, активності та участі, а також факторів навколишнього середовища та персональних факторів, дозволяє практично відобразити профіль функціонування і обмежень життєдіяльності будь-якої особи

Лікарям, які закінчують навчання в інтернатурі, може бути запропоновано додатково скласти іспит з фізичної та реабілітаційної медицини Європейської Ради з Фізичної та Реабілітаційної Медицини Європейського Союзу Медичних Спеціалістів (EuropeanPRMBoardExamination-ofthe EuropeanBoardofPhysicalandRehabilitationMedicineoftheEuropeanUnionof MedicalSpecialists). З умовами та процедурами іспиту можливо ознайомитись на офіційній сторінці Європейської Ради з ФРМ за посиланням: https://uems-prm.eu/board-certification-of-young-prm-doctors-by-examination-2/.

Інтернатура (первинна спеціалізація) з ФРМ є обов'язковою формою післядипломної підготовки випускників медичних факультетів закладів вищої медичної освіти III-IV рівнів акредитації незалежно від підпорядкування та форми власності, після закінчення якої присвоюється кваліфікація лікаря-спеціаліста з фізичної та реабілітаційної медицини.

Тривалість навчання в інтернатурі з ФРМ – 3 роки (33 місяця – 5148 годин).

Перелік практичних навиків, втручань та вмінь, якими повинен володіти інтерн за спеціальністю «Фізична та реабілітаційна медицина» наведено в Додатку В (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-3.pdf).

Підготовлено до друку навчально-методичний посібник «Міжнародна класифікація функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ) – впровадження у медичну практику на Україні» (затверджений до друку вченою радою НУОЗ України, Протокол №10 від 16.06.2021 р.).

Наводимо лише зміст навчально-методичного посібника, у якому вже знайшли відображення положення науково-дослідницької роботи: «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії»:

Перелік умовних скорочень.

Вступ

1. Введення до МКФ.

Історія розробки та розвитку МКФ: від переліку порушень до функціонування.
Моделі обмеження життєдіяльності: полярність та дуалізм.
Потреба в МКФ та її цілі.
МКФ – одна з трьох сестер в сім'ї класифікацій ВООЗ.
Сфери застосування МКФ.

2. Компоненти МКФ

Загальна структура та термінологія МКФ.
Функції та структури організму.
Активність та участь.
Контекстуальні фактори: фактори середовища.
Контекстуальні фактори: особисті фактори.

3. Структура та коди класифікації.

Однорівнева та дворівнева класифікація.

Принципи кодування та кваліфікатори МКФ.

Доменні набори МКФ: розробка та загальні принципи їх використання.

Базові набори МКФ.

4. МКФ та організація надання реабілітаційних послуг.
5. МКФ та документообіг в реабілітації.

Реабілітаційний цикл та категоріальний профіль.

Питання стійкого обмеження життєдіяльності та профіль функціонування.

Інструменти, ґрунтовані на МКФ: WHODAS 2.0, WORQ.

6. Посилання на ресурси для самостійного вивчення.
7. МКФ у практичній діяльності; анкета (знання про МКФ); приклади вправ.

3.1.2 Особливості політики реабілітації при пандемії. Основні напрямки і задачі

Пандемія коронавірусної хвороби 2019 (COVID-19), спричинена SARS-CoV-2, суттєвим чином вплинула на традиційні способи та моделі надання реабілітаційної допомоги насамперед через загальне катастрофічне перевантаження системи охорони здоров'я постраждалими від гострої хвороби, що спричинило необхідність швидкого перепрофілювання ліжкового фонду та реорганізації залучення кадрового ресурсу до надання гострої медичної допомоги. З іншого боку перша хвиля пандемії (та зараз друга хвиля) негативно вплинула на надання реабілітаційної допомоги впродовж підгострого та довготривалого реабілітаційних періодів.

Реабілітаційний підрозділ Кокранівської бібліотеки, Кокран реабілітація (Cochrane Rehabilitation [20]) з початком пандемії започаткував проєкт REH-COVER (Rehabilitation – COVID-19 Evidence-based Response) [21], в рамках якого здійснюється щомісячне збирання інформації зі всього світу щодо різних аспектів надання реабілітаційної допомоги при пандемії, зокрема для пацієнтів з коронавірусною хворобою 2019. Ця інформація представлена у двох форматах:

– інтерактивної мапи, яке відновлює всю інформацію відповідно до дослідницьких тем COVID-19, узгоджених із програмою реабілітації ВООЗ;

– географічної мапи, на якій видно, де було отримано відповідну доказову інформацію [22].

Перша, друга та третя, що триває з кінця жовтня 2021р., хвилі пандемії негативно вплинули на надання реабілітаційної допомоги впродовж гострого, а особливо, підгострого та довготривалого реабілітаційних періодів. Ми повинні переформатовувати надання реабілітаційної допомоги хворим, підготовку кадрів для реабілітації з урахуванням тенденції довготривалості цієї пандемії та можливих наступних пандемій. Водночас, внаслідок пандемії суттєво страждає надання реабілітаційної допомоги пацієнтам, які традиційно її потребують.

Навчальна програма удосконалення «Фізична та реабілітаційна медицина хворих на COVID-19 та осіб з наслідками коронавірусної інфекції» призначена для підвищення кваліфікації лікарів: з фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ), фізіотерапевтів, лікувальної фізкультури, хірургів, з функціональної діагностики, кардіологів, ревматологів, педіатрів, терапевтів, лікарів загальної практики-сімейної медицини, керівників закладів охорони здоров'я.

Програма складається з 7 розділів.

Перший розділ включає загальні уявлення про фізичну та реабілітаційну медицину (ФРМ). Розглядаються функції мультидисциплінарної команди та кваліфікаційні вимоги лікаря ФРМ. Також у розділі представлено основи міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я: теоретичні аспекти та практичне їх застосування.

Другий розділ вивчає новий коронавірус SARS-CoV-2, який з'явився у 2019 році та викликав пандемію. Розглядаються клінічні форми COVID-19: безсимптомний перебіг, синдром гострого респіраторного дистресу (СГРД), септичний (інфекційно-токсичний) шок, вплив SARS-CoV-2 на серцево-судинну систему, вплив SARS-CoV-2 на нервову систему, Post-COVID-синдром, Post-COVID long-hauler – стан порушення рівня здоров'я й функціонування через 6 місяців після перенесеного захворювання, спричиненого SARS-CoV-2.

Третій розділ розглядає задачі гострої реабілітації, протиепідемічні вимоги для реабілітаційного втручання, реабілітаційну діагностику, предиктори початку реабілітаційного втручання при наявності показань, предиктори протипоказань і припинення реабілітаційного втручання. А також позиціонування при відлученні від ШВЛ та методи очищення дихальних шляхів. Вивчаються мануальні методи, дихальні вправи, мобілізація, психотерапія, апаратна медицина та логопедична допомога.

Четвертий розділ присвячений післягострій реабілітації, менеджменту фізичної терапії, інтервальному тренуванню аеробних та анаеробних механізмів енергозабезпечення, апаратній медицині. Також висвітлюються питання ерготерапії, психотерапії. Приділено увагу методам контролю ефективності реабілітації на підгострому етапі реабілітації.

У *п'ятому розділі* розглянуті загальні задачі довготривалої реабілітації; показання для респіраторної реабілітації; застереження для амбулаторної реабілітації з боку стану пацієнта – ускладнення інфекції SARS-CoV-2; методи діагностики та діагностичні показники, що актуальні для складання індивідуальної програми реабілітації; контроль ефективності довготривалого реабілітаційного втручання.

Шостий розділ присвячений кардіопульмональному тестуванню з навантаженням. Розглядаються протипоказання для проведення фізичних навантажень, терміновий (експрес) контроль в процесі заняття, стоп-знаки. Вивчаються I етап прогресивного тренування, II етап прогресивного тренування, критерії поточного контролю.

У *сьомому розділі* вивчаються клінічні протоколи реабілітації осіб різного контингенту (дорослі пацієнти, люди похилого віку, діти, вагітні жінки) та діагностичні реабілітаційні шкали: Шкала больової поведінки BPS Behavioral Pain Scale; Клініко-лабораторні критерії діагностики недостатності харчування; Шкала BDI (Baseline Dyspnea Index, вихідний індекс задишки); Шкала задишки mMRC (Modified Medical Research Council); Шкала Комітету медичних досліджень (Medical Research Council, MRC) для оцінки м'язової сил; Бланк для оці-

нки м’язової сили за Шкалою Комітету медичних досліджень; Шкала Борга; Госпітальна шкала тривоги і депресії (Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS). Вперше нами подається Перелік практичних навичок, якими повинні оволодіти лікарі ФРМ при наданні реабілітаційної допомоги хворим на COVID-19 та осіб з наслідками коронавірусної інфекції.

На перший план виходить гостра необхідність запровадження засобів та технологій реабілітації для подолання негативних тенденцій, які виникли внаслідок пандемії. Тому Вченою радою Національного університету охорони здоров’я України імені П. Л. Шупика (протокол № 8 від 21.05.2021 р.) у співробітництві з Інститутом кібернетики НАН України в рамках виконання та впровадження у практику результатів науково-дослідницької роботи «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії» затверджені:

Навчальний план та програма циклу тематичного удосконалення «Фізична та реабілітаційна медицина хворих на COVID-19 та осіб з наслідками коронавірусної інфекції» (тривалість навчання – 0,5 місяця (78 годин)).

Навчальна програма циклу тематичного удосконалення «Фізична та реабілітаційна медицина хворих на COVID-19 та осіб з наслідками коронавірусної інфекції» призначена для підвищення кваліфікації лікарів: з фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ), зі спортивної медицини, фізіотерапевтів, лікувальної фізкультури, хірургів, з функціональної діагностики, кардіологів, ревматологів, педіатрів, терапевтів, лікарів загальної практики-сімейної медицини, керівників закладів охорони здоров’я.

Метою навчання на циклі тематичного удосконалення «Фізична та реабілітаційна медицина хворих на COVID-19 та осіб з наслідками коронавірусної інфекції» є підвищення рівня знань лікарів вказаних профілів з питань фізичної та реабілітаційної медицини при патологічних станах *спричинених коронавірусом SARS-CoV-2*. Удосконалення теоретичних знань та практичної підготовки, формування, оновлення, поглиблення ключових професійних компетенцій, а також отримання нових актуальних знань з ФРМ, необхідних для професійної

діяльності слухачів відповідно до вимог системи якості підготовки кадрів для сфери охорони здоров'я, ознайомлення з новітніми досягненнями тощо.

Матеріали циклу направлені на засвоєння лікарями навичок реабілітаційної допомоги при захворюванні COVID-19, починаючи з гострого періоду і закінчуючи від 2 до 6 місяців після одужання – залежно від тяжкості перебігу хвороби.

Фізична та реабілітаційна допомога реалізується, як в умовах стаціонару: відділеннях ВРІТ, клінічних відділеннях, денних стаціонарах, спеціалізованих із лікування та реабілітації COVID-19, так і при амбулаторній допомозі: в амбулаторіях загальної практики-сімейної медицини, домашніх умовах на підставі означених критеріїв реабілітаційної діагностики та контролю, за відповідними алгоритмами, із забезпеченням профілактики інфікування персоналу та передачі вірусу інфікованими на SARS-CoV-2 або пацієнтами, у яких підозрюється діагноз COVID-19, або пацієнтами, у яких не можна виключити діагноз COVID-19.

Зміст програми охоплює базовий обсяг сучасних теоретичних знань і практичних навичок цієї галузі (табл. 3.1). Значний акцент зроблено на ролі лікаря ФРМ, фізичного терапевта та ерготерапевта в мультидисциплінарній команді при проведенні реабілітаційних заходів у хворих на COVID-19 та осіб з наслідками коронавірусної інфекції.

Таблиця 3.1 – Перелік практичних навичок циклу «Фізична та реабілітаційна медицина хворих на COVID-19 та осіб з наслідками коронавірусної інфекції» зі спеціальності Фізична та реабілітаційна медицина

№	Перелік навичок
1	Організація протиепідемічних заходів лікарем ФРМ в процесі реабілітації хворих на COVID-19 в стаціонарі
2	Визначення прогнозу серцево-судинних ускладнень у пацієнта з COVID-19 та складання рекомендацій для таких пацієнтів
3	Визначення показань для реабілітаційного втручання за станом пацієнта хворого на COVID-19

4	Організація моніторингу стану пацієнта хворого на COVID-19 в стаціонарі лікарем ФРМ
5	Визначення часу і характеру початка реабілітаційного втручання для пацієнта хворого на COVID-19
6	Прийняття рішення щодо припинення реабілітаційного втручання в процесі гострої реабілітації хворого на COVID-19
7	Прийняття рішення щодо позиціонування хворого на COVID-19, що знаходиться на ліжковому режимі
8	Прийняття рішення щодо очищення дихальних шляхів хворого на COVID-19
9	Призначення дихальних вправ на етапі гострої реабілітації хворого на COVID-19
10	Призначення активної мобілізації хворому на COVID-19 в гострій реабілітації
11	Прийняття рішення про початок після гострої реабілітації хворим на COVID-19
12	Організація моніторингу стану пацієнта хворого на COVID-19 в післягострій реабілітації
13	Прийняття рішення про припинення реабілітаційного втручання в післягострій реабілітації
14	Призначення респіраторної реабілітації в післягострій реабілітації хворих на COVID-19
15	Призначення вправ для м’язів в післягострій реабілітації хворого на COVID-19

Зміст практичних навичок надано в Додатку Г(доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-4.pdf).

3.1.3 Здобуття практичних навичок роботи лікаря з системою TISP

Дуже важливим в процесі роботи над проєктом була організація взаємодії між розробниками інформаційно-аналітичної системи і кінцевим користувачем

–спеціалістами реабілітологами. В центрі уваги була Міжнародна Класифікація Функціональностей та її застосування в практичній діяльності реабілітаційної команди.

Інтерактивною базою знань, що створено у форматі онтологічної системи за методами та засобами системи супроводження процесів реабілітації є кабінет лікаря фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ). Напрацьовано функціональні вимоги до робочого місця лікаря, що входить до міждисциплінарного колективу лікарів, які забезпечують процес реабілітації**.** Вимоги до такого модуля в складі МІС до роботи з ЕМЗ включають:

1. Вимоги до пакету даних діагностичного звіту.
2. Вимоги до процедур.
3. Вимоги до ЕМЗ та ЕН для неідентифікованих пацієнтів.
4. Вимоги до виписування ЕН.
5. Вимоги до функціоналу перевірки та взяття в обробку ЕН НМП.
6. Вимоги до погашення ЕН лікарем СМД.
7. Вимоги до ведення ЕМЗ в стаціонарних умовах надання медичних послуг:
   - вимоги до ведення ЕМЗ при надходженні пацієнта до НМП СМД;
   - вимоги до ведення ЕМЗ при виписці пацієнта з НМП СМД.

Кабінет забезпечує онтолого-керовану операціональність взаємодії лікаря ФРМ і пацієнта. Кабінет кожного лікаря ФРМ формується на основі таксономії «Білої Книги фізичної та реабілітаційної медицини у Європі» (БК)), яка є довідником для лікарів ФРМ у Європі. Таксономічна структура БК фактично представляє усю ієрархію регламентів, правил та послуг, які повинен надавати лікар ФРМ. БК відображає класифікацію операціонального поля діяльності лікаря ФРМ, яке включає певні кваліфікатори, що позначає величину рівня здоров'я, набір певних впливів та дій по відношенню до пацієнта тощо. Вибір конкретних дій відносно пацієнта регулюється шкалами оцінки його стану. Перевагою онтолого-керованого підходу до забезпечення діяльності лікаря ФРМ

є автоматизований вибір набору дій, оперативне отримання необхідних методичних матеріалів, постійний моніторинг за станом пацієнта.

Були проведені онлайн семінар-тренінги з впровадження системи TISP. У навчанні прийняли участь 13 викладачів кафедри ФРМ і СМ та понад 120 лікарів з усіх регіонів України, що навчаються на циклі спеціалізації з ФРМ. Це перші реальні кроки впровадження в навчальні програми та у практичну діяльність лікарів ФРМ елементів системи TISP, телемедицини і телереабілітації. Отримані практичні навички та досвід дають підставу рекомендувати впровадження цих навчальних завдань у відповідні програми споріднених кафедр вищих медичних навчальних закладів України.

Особливістю та позитивом, щодо практичного використання доробок НДР є опанування постулатів «Білої Книги», біопсихосоціальної моделі реабілітації, що базується на доменах Міжнародної класифікації обмеження життєдіяльності та здоров'я, вивчення цієї класифікації, її впровадження у практичне супроводження процесів реабілітації, що надзвичайно актуально у теперішній ситуації при пандемії Covid-19.

На даному етапі виконання роботи (вересень–грудень 2021р.) акцент був зроблений на дві складові: практична – на рівні відносин реабілітолог-пацієнт та навчально-методична, що сфокусована на створенні та удосконаленні методів і засобів підвищення викладання теоретичних і практичних освітніх питань дисципліни «Фізична та реабілітаційна медицина» згідно світових стандартів, розробки і супроводження методології реабілітаційних заходів та оцінки їх ефективності. В майбутніх планах розвитку системи відмітимо два напрямки.

Перший – стосується розширення функціональності системи, зокрема методів і засобів перетворення пасивних знань, закладених у вихідних документах, інструкціях і публікаціях, в активні сервіси.

Другий – використання досвіду, накопиченого в ході боротьби з COVID-19, зокрема висока доцільність широкомасштабних розробки і скорішого впровадження методик і засобів телереабілітації, які окрім прямого призначення виконують ще й профілактичні функції.

3.2 Використання системи TISP для підготовки навчального курсу

Розглянемо приклад методики побудови онтології за текстом підрозділу 3.1. Для цього потрібно виконати наступні етапи:

– етап аналізу тексту, тобто виділення термінів і контекстів та групування їх у класи;

– етап наповнення таблиці контекстів;

– етапу візуалізації таксономії.

3.2.1 Аналіз тексту документа за допомогою веб-версії модуля «КОНСПЕКТ»

Аналіз тексту здійснюється з використанням підсистеми лінгвістично-семантичного аналізу природномовних текстових документів українською та англійською мовами *«КОНСПЕКТ»* (рис. 3.1). Веб-версія системи доступна за електронною адресою: https://konspekt.ai-service.ml/ua.

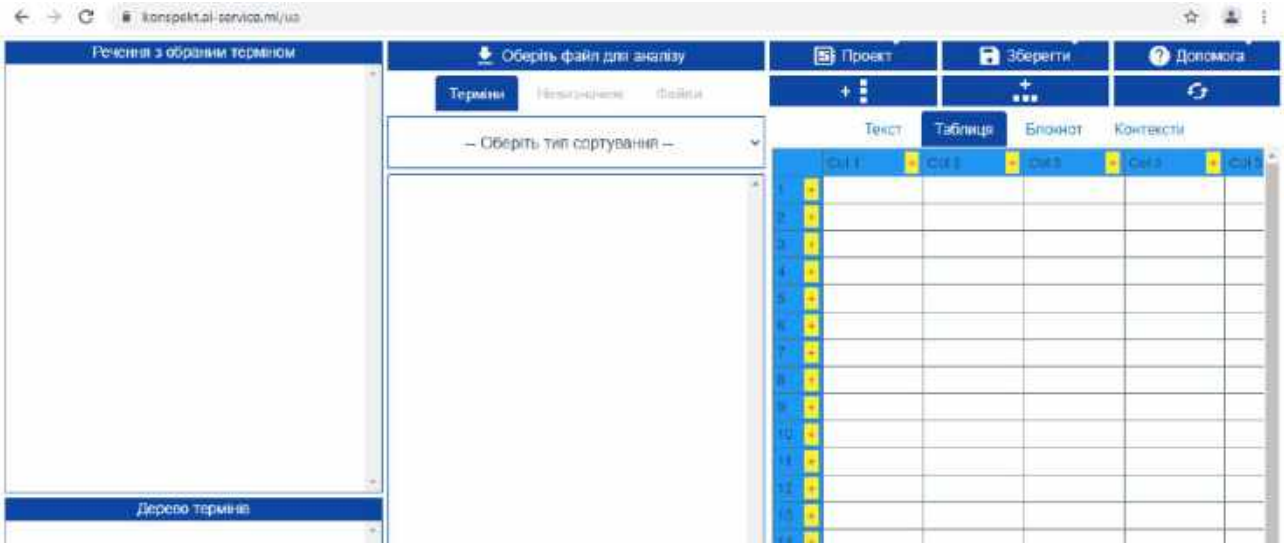


Рисунок 3.1 – Інтерфейс користувача модуля *«КОНСПЕКТ»*

Після звернення за вказаною вище адресою у браузері і відкриття інтерфейсу програми *«КОНСПЕКТ»* необхідно обрати потрібний для роботи документ. Для цього потрібно натиснути на кнопку

або – на кнопку *«Проект»* та обрати зі списку функції *«Відкрити документ»* (необхідно звернути увагу на те, що файли мають бути у форматі *.pdf, *.txt або

*.docx) (рис. 3.2). Після цього з вікна, що відкрилося, вибираємо потрібний файл.

Рисунок 3.2 – Функції кнопки *«Проект»*

Для того, щоб запустити процес автоматичного аналізу текстового документу потрібно натиснути на кнопку Виокремити терміни з тексту, що з’являється під назвою обраного файлу (рис. 3.3). Також слід обрати тип сортування: за алфавітом, за збільшенням частоти, за зменшенням частоти або за появою в тексті.

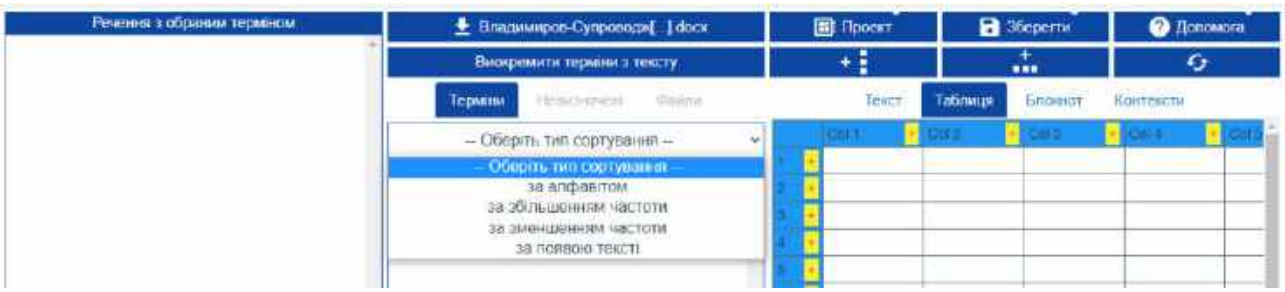


Рисунок 3.3 – Виокремлення та сортування термінів з тексту

Наступним кроком є наповнення таблиці класів термінів.

По закінченню автоматичного аналізу текстового файлу відкриється вікно, що представлено на рис. 3.4. Інтерфейс користувача умовно розділено на 3 частини.

У верхньому вікні першої частини інтерфейсу *«Речення з обраним терміном»* виводяться контексти, в яких зустрічаються обрані терміни, із тексту документа. У вікні контекстів обрані терміни виводяться маркуванням.

В першій частині у нижньому вікні *«Дерево термінів»* виводиться власне термін, який може входити до інших термінів. У *«Дереві термінів»* зв’язки між термінами будуть частіше за все мати семантику «клас-підклас» або «об’єкт-властивість».

В другій частині інтерфейсу *«Терміни»* виводиться список термінів та кількість їх вживання в тексті (цифра з’являється, коли затримати курсор на кон-

кретному терміні).

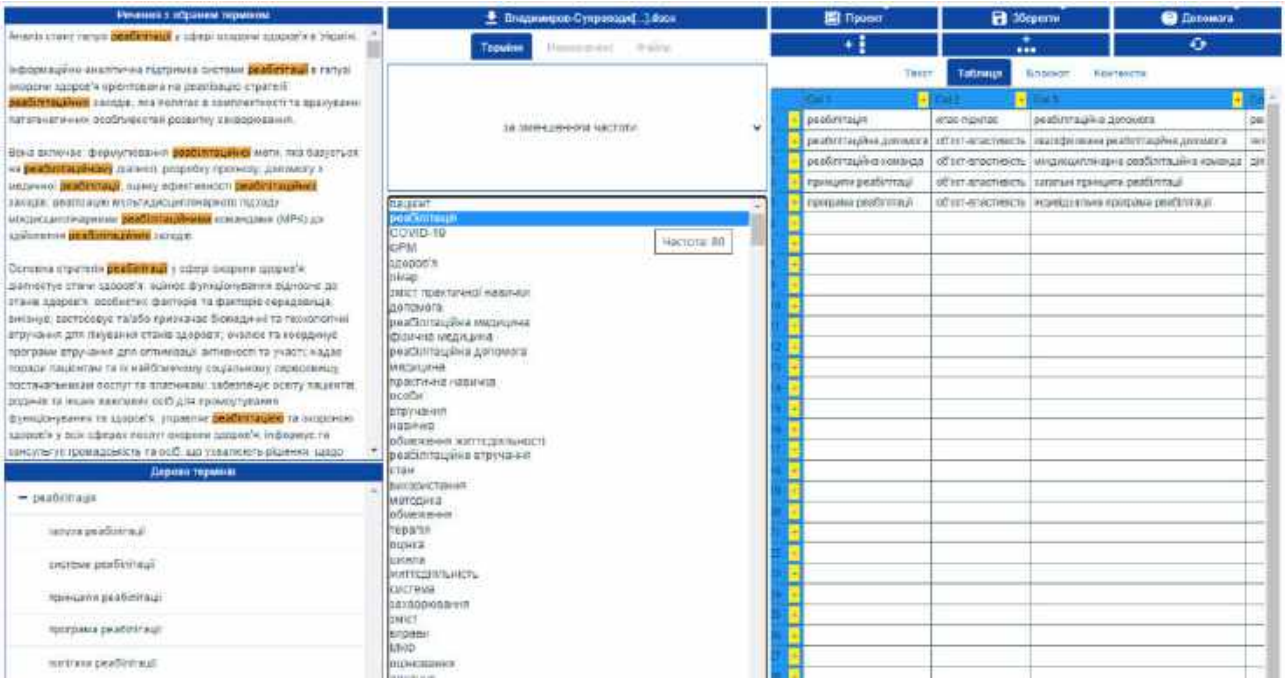


Рисунок 3.4 – Інтерфейс користувача модуля *«КОНСПЕКТ»*
із обраним документом

Третя частина інтерфейсу являє собою *«Таблицю»*, в яку переносяться терміни, виділені з тексту, або можна вибрати *«Текст»*, або *«Блокнот»*.

Розглянемо, яким чином виконується наповнення *«Таблиці»*. Перша комірка кожного рядку містить термін, який частіше за все має бути ім’ям класу термінів або деяким більш загальним поняттям. У другу комірку заноситься ім’я відношення. Інші комірки відповідних рядків містять терміни, які є об’єктами даного класу або зв’язані більш загальним поняттям (відношенням) з терміном із першої комірки. Таблиця 3.2 є загальним прикладом наповнення таблиці класів термінів.

Таблиця 3.2 – Схема наповнення таблиці

клас термінів A-Z	ім’я відношення	термін A	термін B	термін C	…	термін Z
термін A	ім’я відношення	термін A1	термін A2	термін A3	…	термін An
термін B	ім’я відношення	термін B1	термін B2	термін B3	…	термін Bn
…	…	…	…	…	…	…
термін Z	ім’я відношення	термін Z1	термін Z2	термін Z3	…	термін Zn

Меню над таблицею термінів дозволяє розширювати таблицю додаванням стовпчиків та рядків, а також дає можливість очистити таблицю.

Додавати або видаляти рядки та стовпчики можна за допомогою натискання лівої клавіші миші при наведенні на відповідний знак і вибору відповідної дії.

Зберегти сформовану таблицю можна за допомогою функції *«Зберегти»* (рис. 3.5). У вікні, що викликається натисканням лівої кнопки миші, потрібно обрати слово *«Таблицю»*. Далі буде запропоновано формат для збереження таблиці (необхідно обрати формат *.xlsx). І також необхідно зберегти файл «*allterms.xml*», який необхідний для створення графу з наповненням.

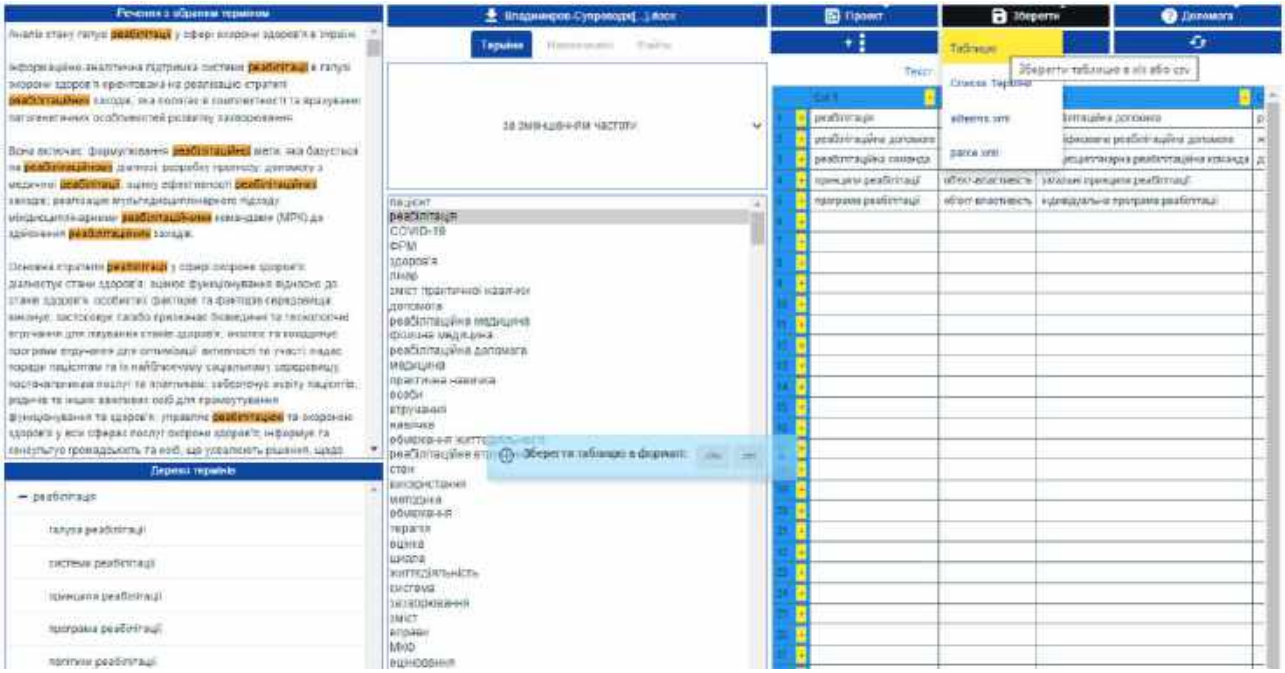


Рисунок 3.5 – Функції кнопки «Зберегти»

Ще можна зберегти список термінів, що утворився в результаті автоматичного аналізу текстового файлу. Для цього після натискання на кнопку *«Зберегти»* вибираємо *«Список Терміни»*. Список термінів зберігається в форматі *.txt за обраним типом сортування.

Контекстне меню, що викликається натисканням правої кнопки миші на виділений термін у верхньому вікні першої частини інтерфейсу, де виводяться контексти, дозволяє копіювати ці терміни і вставляти їх в таблицю (рис. 3.6).

Декілька термінів можна обрати таким самим чином та утримуючи клавішу *Shift* при обранні кожного наступного терміну.

Також терміни заносяться в таблицю шляхом виділення терміну у вікні *«Термінів»* або у *«Дереві термінів»* (рис. 3.4) та клацанням миші у відповідній комірці таблиці.

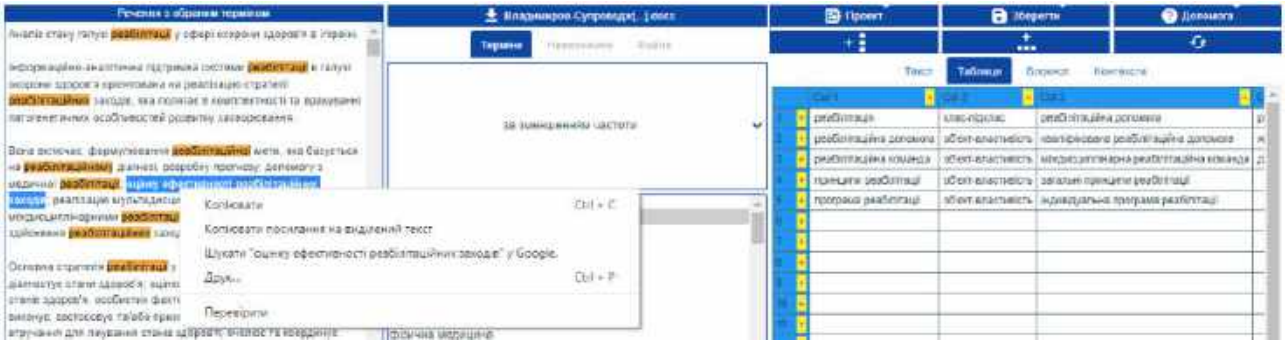


Рисунок 3.6 – Копіювання термінів з вікна контекстів

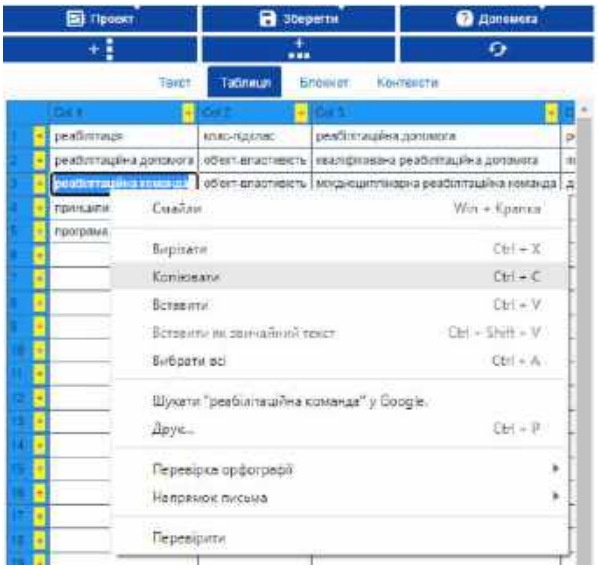


Рисунок 3.7 – Контекстне меню таблиці термінів

Контекстне меню, що викликається натисканням правої кнопки миші в таблиці, дозволяє копіювати, вставляти, вирізати терміни самої таблиці (рис. 3.7).

За необхідністю можна переглянути повний текст завантаженого документа (рис. 3.8). Для цього замість кнопки *«Таблиця»* необхідно натиснути на кнопку *«Текст»*. Причому речення, в яких зустрічається обраний термін будуть виділені.

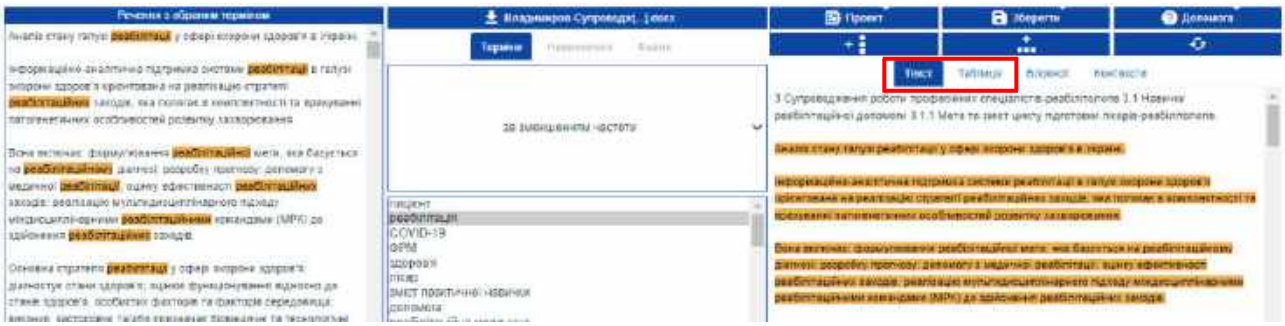


Рисунок 3.8 – Представлення тексту обраного документа

3.2.2 Наповнення таблиці контекстів

Одночасно із наповненням таблиці класів термінів відбувається наповнення таблиці контекстів, яка в подальшому відіграватиме роль наповнення онтології. Імена термінів в обох таблицях мають бути абсолютно ідентичними (з урахуванням регістру літер та пробілів).

Наповнення таблиці контекстів відбувається в середовищі MS Excel за наступною схемою (рис. 3.9).

A	B	C	D	E
notedete				
реабілітація	формулювання реабілітаційної мети, яка базується на реабілітаційному діагнозі; розробку прогнозу; допомогу з медичної реабілітації; оцінку ефективності реабілітаційних заходів; реалізацію мультидисциплінарного підходу міждисциплінарними реабілітаційними командами (МРК) до здійснення		text	інформаційно-аналітична підтримка системи реабілітації
реабілітація	діагностує стани здоров'я; оцінює функціонування відносно до станів здоров'я, особистих факторів та факторів середовища; виконує, застосовує та/або призначає біомедичні та технологічні втручання для лікування станів здоров'я; очолює та координує програми втручання для оптимізації активності та участі; надає поради пацієнтам та їх найближчому соціальному середовищу, постачальникам послуг та платникам; забезпечує освіту пацієнтів, родичів та інших важливих осіб для промотування функціонування та здоров'я; управляє реабілітацією та охороною здоров'я в всіх сферах послуг охорони здоров'я; інформує та консультує громадськість та осіб, що ухвалюють рішення, щодо відповідної політики та програм у секторі охорони здоров'я та інших секторах		text	Основна стратегія реабілітації у сфері охорони здоров'я
реабілітація	«набір втручань, спрямованих на оптимізацію функціонування та зменшення обмежень життєдіяльності у осіб зі станами здоров'я у взаємодії з середовищем»		text	
іспит з фізичної та реабілітаційної медицини	Лікарям, які закінчують навчання в інтернатурі, може бути запропоновано додатково скласти іспит з фізичної та реабілітаційної медицини Євро-пейської Ради з Фізичної та Реабілітаційної Медицини Європейського Союзу Медичних Спеціалістів (European PRM Board Examination of the European Board of Physical and Rehabilitation Medicine of the European Union of Medical Specialists). З умовами та процедурами іспиту можливо ознайомитись на офіційній сторінці Європейської Ради з ФРМ	https://uems-prm.eu/board-certification-of-young-prm-doctors-by-examination-2/	href	
Вершина	Значення поля	Пересилання	Тип даних text або href	Ім'я поля

Рисунок 3.9 – Схема наповнення таблиці контекстів

Файл з таблицею контекстів зберігається у форматі *.csv (разделители – коми).

Зверніть увагу, якщо до одного й того самого терміну відноситься наповнення різних типів (текстовий опис та посилання на рисунок, таблицю або сайт), воно заноситься у різні рядки, а ім'я терміну в першому стовпчику дублюється (рис. 3.9, рядки 1-3).

Наповнення таблиці класів термінів та таблиці контекстів (наповнення онтології) відбувається тими термінами та контекстами, які є необхідними та значущими на думку експерта, що аналізує текст, для найбільш повного та всебічного представлення понять онтології.

Аналогічним чином аналізуємо інші текстові файли, наповнюючи для кожного розділу (пунктів розділу) таблиці класів термінів та таблиці контекстів. Після аналізу кожного окремого розділу (пунктів розділів) об'єднуємо отримані таблиці класів термінів в єдину таблицю класів, а таблиці контекстів в єдину таблицю контекстів (комірка 1A містить системну інформацію nodedata для всієї таблиці).

Зверніть увагу, що більшість термінів можуть повторюватись в кожному розділі (пунктах розділів), тому немає необхідності в кожній окремій таблиці класів термінів розкривати *зміст класу*, якщо він вже був описаний в попередній таблиці.

3.2.3 Візуалізація таксономії

Візуалізація таксономії відбувається в середовищі модуля Редактора онтології у вигляді направленого графу без циклів, вершинами якого є терміни, а дугами (з направленими стрілками) – зв'язки між термінами. Це середовище доступно за посиланням https://tisp.ai-service.ml/editor/.

Для того, щоб працювати в Редакторі онтології необхідно зареєструватися. Для цього в верхньому правому кутку екрана натискаємо на кнопку , далі обираємо кнопку «*Вхід*» і отримуємо форму, де необхідно вказати логін та пароль. Дозвіл на роботу в редакторі надає адміністратор.

В Редакторі онтологій необхідно зчитати створений в «*Конспекті*» *.xlsx файл, а потім зберегти його в *.xml форматі. Отриманий файл структури таксономії у форматі у форматі *.xml зберігається на комп'ютері користувача.

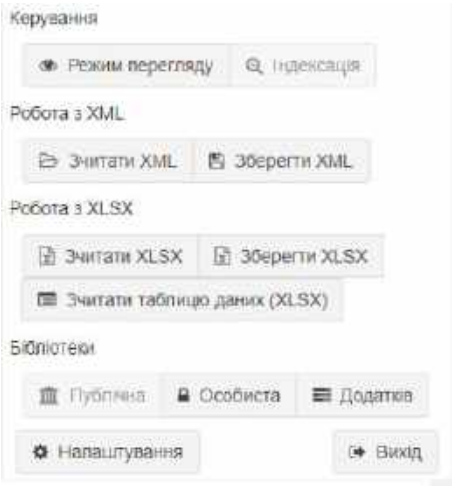


Рисунок 3.10 – Панель керування переглядом та зберіганням онтологій

Підсистема структуризації текстів також створює окремий файл термінів тексту (allterms.xml), призначений для зберігання даних відносно іменників і іменникових груп та номерів речень тексту, в яких зустрічаються терміни.

Для наповнення контекстами побудованої таксономії використовується серверний застосунок «*Контексти*», який має користувацький інтерфейс, інтегрований у підсистему структуризації текстів «*Конспект*» (рис. 3.11).

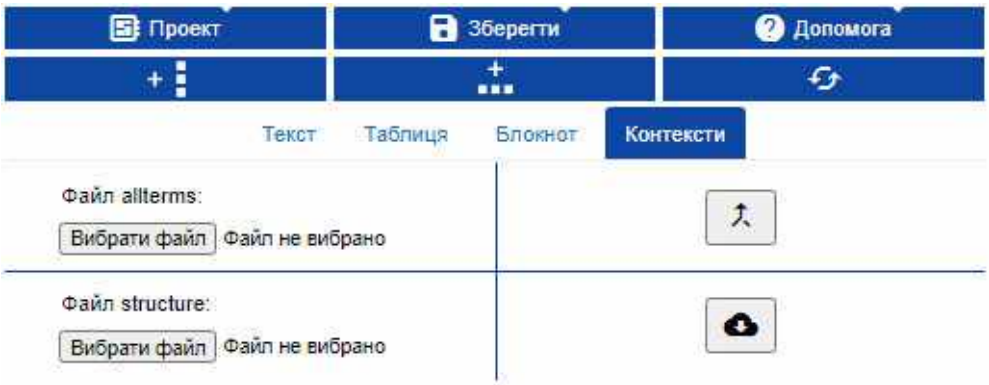
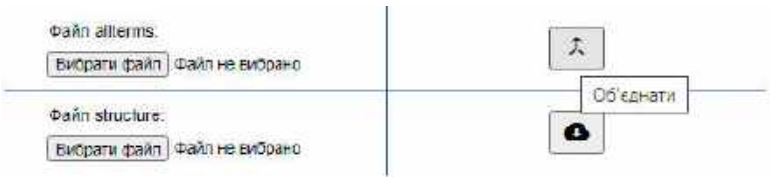
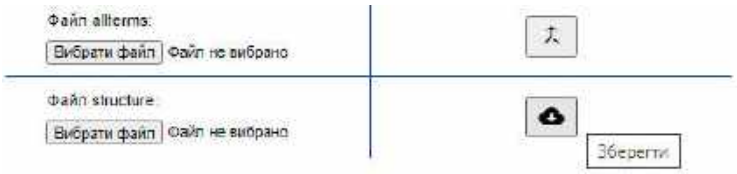


Рисунок 3.11 – Інтерфейс модуля заповнення таксономії контекстами

Наступним кроком відкриваємо файл allterms (наповнення таблиці контекстів зроблено окремо самостійно в Excel), відкриваємо structure в xml (який побудовано за допомогою модуля редактора онтології), натискаємо кнопку «*Об'єднати*» (рис. 3.12, а) та кнопку «*Зберегти*» (рис. 3.12, б).



а)



б)

Рисунок 3.12 – Формування файлу формату *.xml

В результаті формується файл формату *.xml, в якому кожному з перерахованих у вхідному файлі термінів (structure.xml) будуть поставлені у відповідність речення з заданого тексту, в яких вони виявлені (якщо такий термін був знайдений в тексті).

Далі необхідно «*Зчитати XML*» (*.xml файл таксономії термінів із заповненими контекстами) в Редакторі онтології, «*Зчитати таблицю даних (XLSX)*» (завантажується таблиця контекстів).

Останнім кроком є збереження отриманого графа з наповнення в кабінеті Редактора онтології.

4 КОРЕКЦІЯ АРХІТЕКТУРНИХ, СТРУКТУРНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК TISP ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АПРОБАЦІЇ

4.1 Модернізація архітектури підсистеми взаємодії «реабілітолог-пацієнт»

Підсистема взаємодії «реабілітолог-пацієнт» створена на основі TISP і функціонує в її середовищі. Архітектура TISP може бути представлена наступною схемою (рис. 4.1).

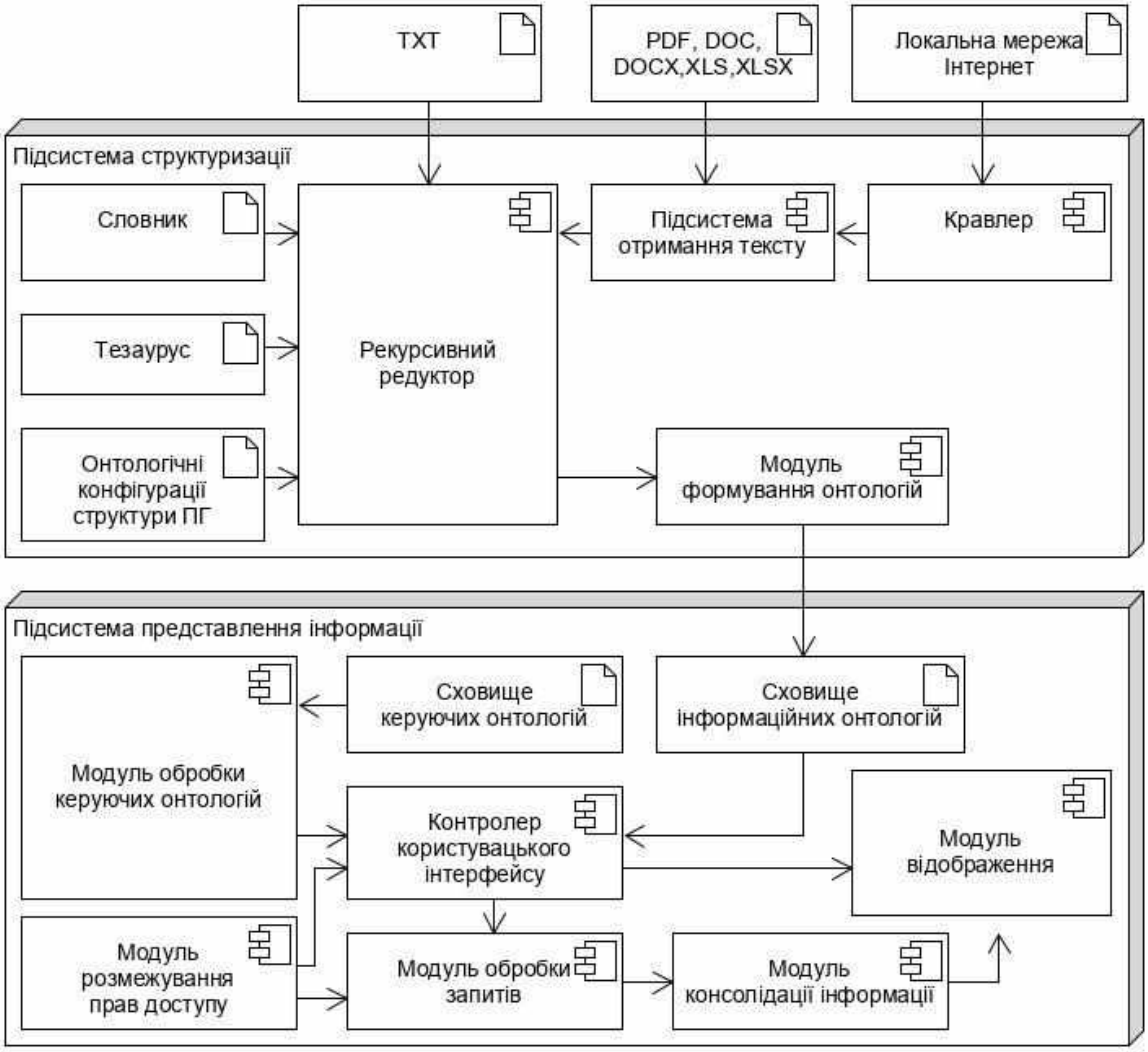


Рисунок 4.1 – Архітектура TISP

Дана архітектура забезпечує велику кількість функцій для здійснення різноманітних процесів щодо збору, структуризації і відображення інформації. Однак для вирішення спеціалізованих завдань (таких, як підтримка реабіліта-

ційних процесів) виконується налаштування TISP з допомогою онтологічних конфігурацій. Даний процес є ітеративним і дозволяє поступово реалізовувати необхідні функції.

Архітектура кінцевого модуля, з яким буде працювати користувач, в рамках TISP задається онтологією процесу. Кожен елемент онтології процесу описує певний компонент системи, що створюється на основі стандартних компонентів TISP. Також може використовуватись онтологічний шаблон представлення, що описуватиме нестандартні компоненти (рис. 4.2).

Так, перша ітерація підсистеми була призначена для тестування спеціалізованих компонентів, створених на основі стандартного компоненту «Формалізований документ» (FormalizedDocumentView) TISP.

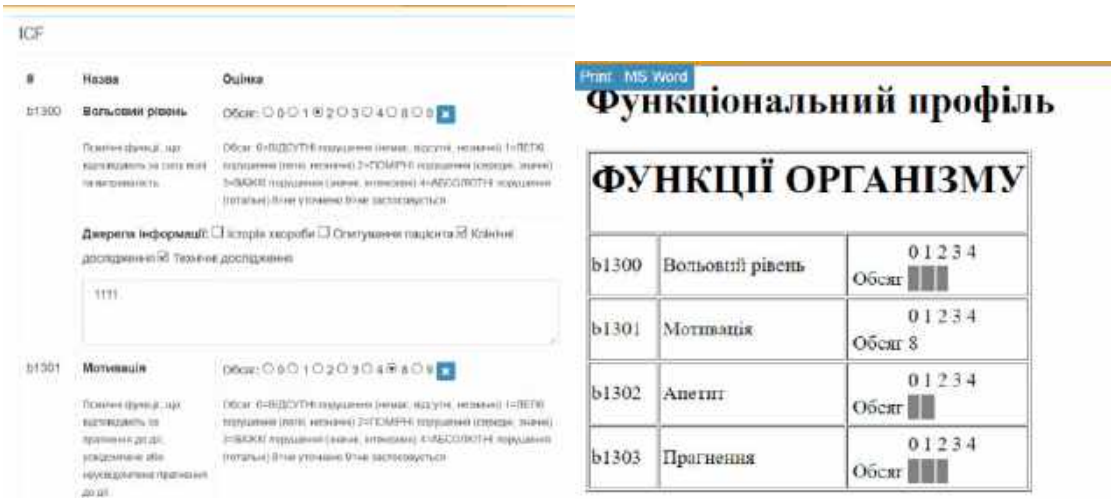


Рисунок 4.2– Приклади нестандартних компонентів з першої ітерації підсистеми

Онтологія процесу, що задавала архітектуру підсистеми, була досить простою і складалась з п’яти компонентів (рис. 4.3). Додатково компонент «Вибір медичних тестів» містив спеціалізований компонент, що дозволяв створювати нові компоненти, кожен з яких забезпечував введення оцінок за певною діагностичною шкалою.

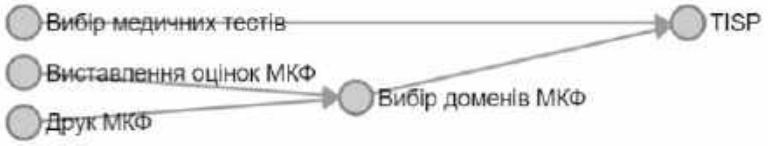


Рисунок 4.3– Онтологія процесу, що описує архітектуру першої ітерації підсистеми

Після уточнення функціональних вимог до системи був проаналізований ряд нормативної документації, зокрема – проєкт постанови КМУ щодо організації реабілітаційною діяльності. В результаті була створена друга ітерація системи, що включала значно більше функцій щодо введення спеціалізованих наборів даних (рис. 4.4).

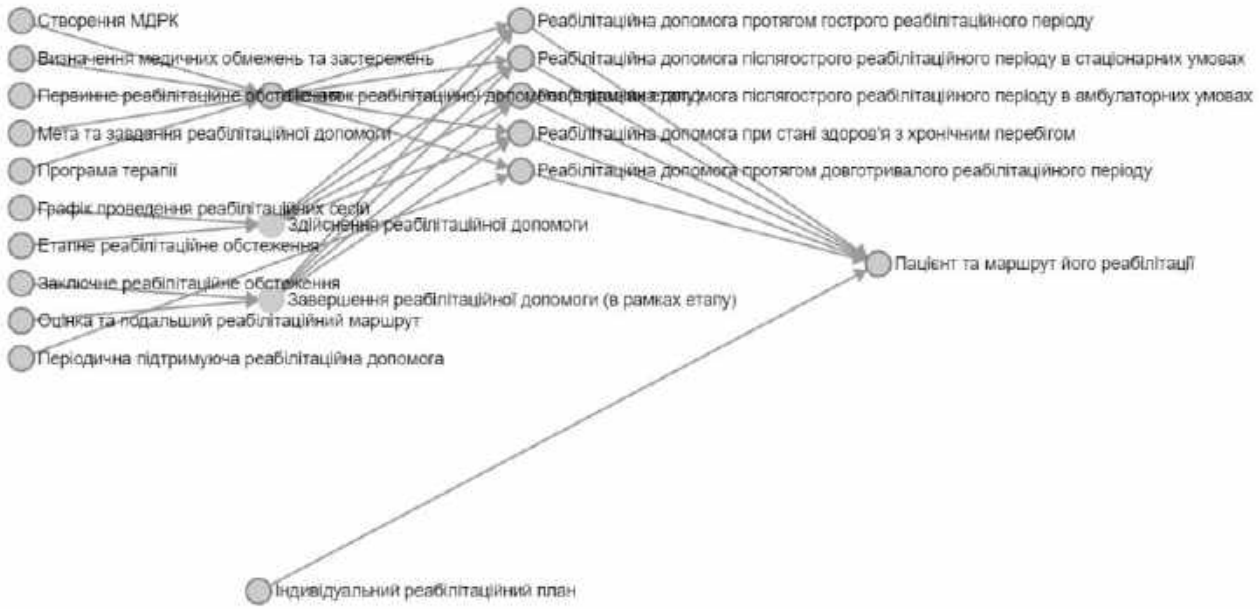


Рисунок 4.4– Онтологія процесу, що описує архітектуру
другої ітерації підсистеми

Архітектура другої ітерації підсистеми розрахована на введення великої кількості даних, що містять складну внутрішню ієрархію, велику кількість внутрішніх зв’язків і характеризуються різнорідністю.

В рамках архітектури частина нестандартних компонентів була замінена на стандартні компоненти TISP (зокрема, «Динамічна таблиця» і «Шаблонізований редактор») (рис. 4.5).

Використання стандартних компонентів TISP дозволило спростити і стандартизувати процес створення спеціалізованих компонентів для вводу великої кількості наборів даних. Формати елементів кожного з наборів були описані у вигляді онтологічних шаблонів редагування, і об’єднані в онтологічну бібліотеку таких шаблонів (рис. 4.6). Кожен з елементів описує окремий компонент, призначений для вводу певного конкретного набору даних з врахуванням інших

наборів даних (так, при введенні дані про обстеження використовуються дані про склад МДРК).

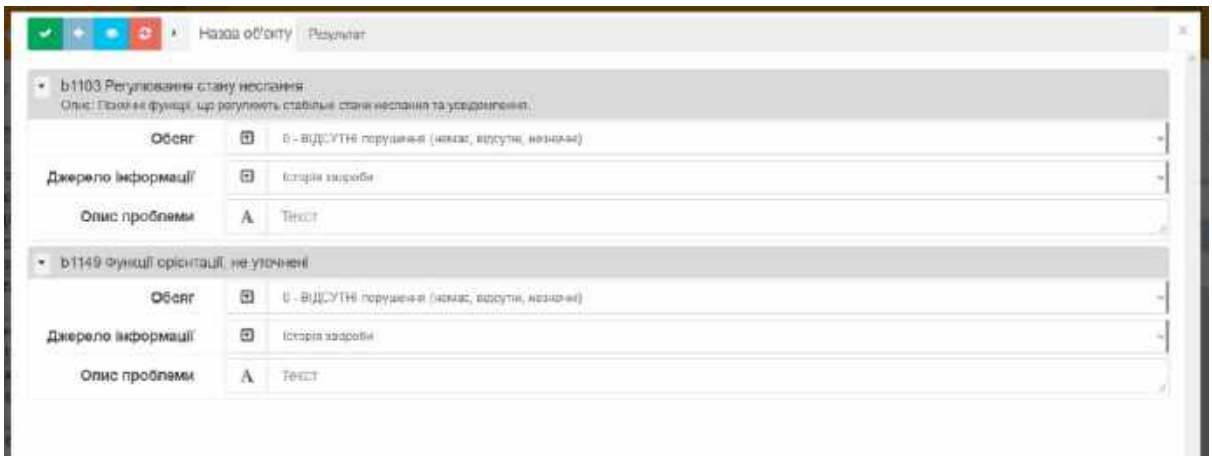


Рисунок 4.5. –Приклад стандартного компоненту TISP,
що використовується в другій ітерації системи

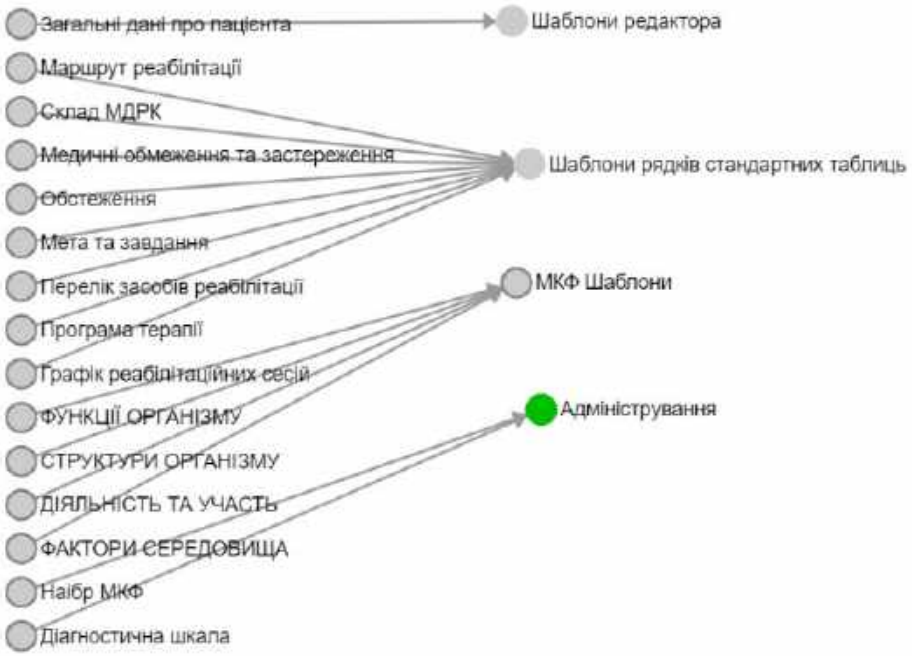


Рисунок 4.6– Бібліотека шаблонів редагування

Оскільки всі вищезгадані онтологічні конфігурації залишаються стандартними онтологіями TISP, то вони можуть при необхідності легко бути відредагованими. Це дозволяє оперативно адаптувати підсистему під нові умови, модернізуючи її і створюючи нові ітерації її архітектури. Даному процесу присвячений розділ в «Інструкції користувача».

4.2 Підсистема оптимізації когнітивного процесу

4.2.1 Принципи функціонування підсистеми та її опис

Загальна схема функціонування підсистеми інтерактивного когнітивного процесу являється певною деталізацією реалізації формули Брукса, яка описує поповнення бази знань (БЗ) новою порцією знань

$$K(S) + dI = K(S+dS),$$

де $K(S)$ – вихідна структура знань, яка модифікується за результатами обробки порції інформаціїdI, утворюючи нову структуру $K(S+dS)$, тобто створюючи нову порцію знань dS. Ця формула однаково працює як в процесі формування знань, так і в процесі сприйняття їх користувачем.

Вказана деталізація дозволяє згенерувати наступну схему інтерактивного когнітивного процесу (рис. 4.7)

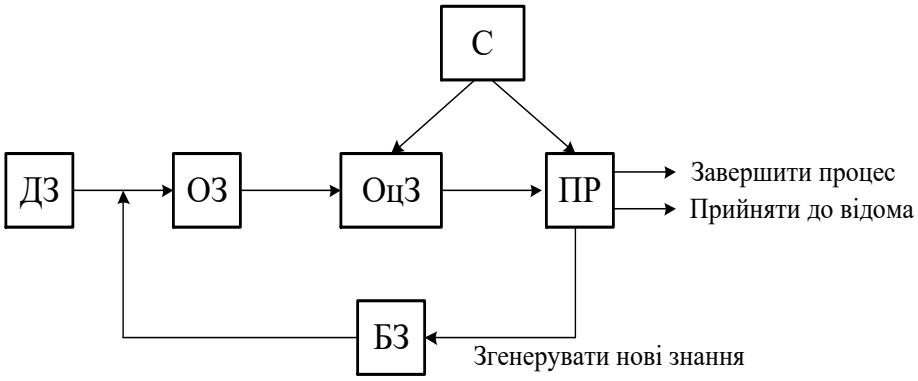


Рис. 4.7 – Узагальнена схема ітеративного когнітивного процесу функціонування знань

де С – користувач, ДЗ – джерело знань, ОЗ – оброблення знань, ОцЗ – оцінювання знань, ПР – прийняття рішень.

Спочатку Користувач запускає когнітивний цикл й активізує Джерело знань. Порція знань поступає в блок Оброблення знань, а після оброблення представляються Користувачеві у відповідній формі для їх оцінки та прийняття рішень. При цьому можливі три варіанти рішення “Згенерувати нову порцію знань”, “Прийняти до відома” та “Завершити процес”.

При цьому у Користувача є можливість формулювати свої запити, орієнтуючись на онтологічне представлення предметної галузі та на меню запитів. При цьому треба пам’ятати, що:

1) формулювання запитів та отримання на них відповідей є процес ітераційний, тобто інформація нарощується поступово (процес перетворення Fuzzy Knowledge у Valid Knowledge);

2) чим коректніше формулюються запити, тим швидше буде отримана вся необхідна інформація про предметну галузь.

4.2.2 Опис та інструкція оброблення запитів користувача

Системно-онтологічний аналіз предметної галузі

Під системним аналізом зазвичай розуміється вид дослідження, при якому реальний чи мислимий об'єкт розчленовується на складові частини (елементи) і потім досліджуються ці елементи і зв'язки між ними. Аналіз предметної області становить особливий вид наукової діяльності, в результаті якої будується інтерпретаційна модель предметних знань. Системний підхід до пізнання орієнтує аналітика на розгляд будь-якої предметної галузі (ПдГ) з позицій закономірностей системного цілого та взаємодії складових його частин. Системність знань виходить з багаторівневої ієрархічної організації будь-якої сутності, тобто всі об'єкти, процеси та явища можна розглядати як множину дрібніших підмножин (ознак, деталей) і, навпаки, будь-які об'єкти можна (і треба) розглядати як елементи більш високих класів узагальнень. З метою маніпулювання онтологічними знаннями ПдГ необхідно збудувати комп'ютерну онтологію.

Комп'ютерна онтологія ПдГ – це:

– ієрархічна структура кінцевої множини понять, що описують задану предметну область;

– структура є онтограф, вершинами якого є поняття, а дугами – семантичні відношення між ними;

– поняття і відношення інтерпретуються відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої ПдГ;

– визначення понять і відношень виконується на основі аксіом і обмежень обмеженої області дії;

– формально онтограф описується на одній з мов опису онтологій;

– функції інтерпретації та аксіоми описані в деякій підходящої формальної теорії.

В загальному випадку онтологію певної ПдГ формально представляють впорядкованою трійкою:

$$O = <X, R, F> \tag{4.1}$$

де X, R, F – скінченні множини відповідно: X – концептів (понять, термінів) предметної області, R – відношень між ними, F – функцій інтерпретації X та абоR.

Центральною ідеєю системно-онтологічного підходу являється розробка онтологічних засобів підтримки рішення прикладних задач – *поліфункціональної онтологічної системи*. Така система (точніше, її концептуальна частина) описується двійкою (4.2), що включає онтологію ПдГ (складається з онтології об'єктів і онтології процесів) і онтологію задач [23].

$$Он С = <O^{ПдГ},(O^{О}, O^{П}, O^{З},)> \tag{4.2}$$

де:

– O^{O} – онтологія множини об'єктів (понять, концептів) ПдГ, яка розглядається як ієрархічна структура класів, підкласів та елементів класів;

– $O^{П}$ – онтологія множини процесів ПдГ, яка розглядається як ієрархічна структура процесів, підпроцесів, дій та операцій;

– $O^{З}$ – онтологія сукупності задач (типових наборів), які можуть бути поставлені і вирішені в ПдГ. Розглядається як ієрархічна структура задач, підзадач, процедур і операторів.

В нашому випадку онтології об'єктів і процесів (4.2) можна об'єднати, а онтологію задач подати як оброблення запитів користувача.

Онтологічний опис ПдГ ФРМ. Етап попереднього аналізу ПдГ ФРМ включає:

– обґрунтований вибір точного (і достатнього) фрагмента задач користувача, щодо якого будуть ставитися і вирішуватися задачі користувача. В нашому випадку задачі користувача відносяться до змісту розділу БК як поширені запити до цього розділу;

– вибір методів і процедур системно-онтологічного аналізу, якими, зокрема, можуть бути абстрагування і конкретизація, композиція і декомпозиція, структурування, кластеризація і класифікація, тестування і верифікація;

– складання детального словника термінів і його розбиття на підмножини термінів-об'єктів, термінів-процесів і термінів, які іменують задачі та методи.

Зокрема, з тексту Розділу 7 Білої Книги виокремлюються терміни-об'єкти і терміни-процеси, які будуть складати онтограф, а терміни-задачі формуються на основі запитів користувача.

Аналіз текстів інструментарієм «Конспект» та формування множин сутностей онтологічної моделі

Запуск інструментарію «Конспект» виконується за адресою test.ulif.org.ua:51080/ua#. При цьому відкривається головне меню вказаного інструментарію.

З метою побудови термінів-об'єктів і термінів-процесів Розділу 7 Білої Книги виконуються наступні дії.

1. У середній частині меню зверху натискаємо на кнопку “Вибрати текст для аналізу”. При цьому необхідно вказати адресу, де знаходиться файл Розділу 7 Білої Книги.
2. Натискаємо на кнопку “Терміни”, яка знаходиться нижче від кнопки “Вибрати текст для аналізу”. При цьому нижче через певний час (залежить від потужності персонального комп'ютера) з'явиться список виявлених термів (об'єктів і процесів).
3. Зберігаємо список термінів на ПК, натиснувши на копку справа “Зберегти”, при цьому вказавши шлях його збереження.

4. Далі необхідно опрацювати отриманий список термінів (більше 1500), так як в ньому містяться словосполучення, які не належать до вказаних термінів за допомогою MS Exel.

Розглянемо коротко процедуру формування множин X і R моделі (4.1).

На *першому етапі* за допомогою MS Exel сформуємо список термінів, розміщених за відношенням “нижче–вище”.

1. Завантажуємо список термінів в стовпчик A MS Exel.
2. Послідовно видаляємо скорочення, терміни що повторюються, англомовні словосполучення тощо. При цьому отримаємо трохи більше 470 термінів.
3. Далі формуємо список та ієрархію термінів за відношенням “нижче–вище”. При цьому враховуємо особливості імен термінів. Наприклад, два виділених терміни “лікар фізичної медицини” і “лікар реабілітаційної медицини” являються одним терміном “лікар фізичної та реабілітаційної медицини”. Іншим важливим врахуванням є синонімія термінів.

На *другому етапі* розробляється узагальнений XRF-онтограф ПдГ ФРМ. При цьому відношення “нижче–вище” замінюються відношення “частина–ціле”, “рід–вид”, “бути чимось”, “мати щось” тощо.

Розроблений таким чином онтограф наведено на рис. 4.8.

Розроблення формального опису наукових публікацій із застосуванням технологій Semantic Web

Перед введенням інформації в Protégé рекомендується побудувати відображення сутностей XRF-моделі (рис. 4.9) в Protégé-сумісний онтограф. Детальний опис такої побудови описано в [24].

Детальний опис роботи з Protégé версій 4 і 5 наведено в [25–27].

Онтограф класів, індивідів та відношень розділу 7 БК подано на рис. 4.10.

Результатом введення онтографа термінів та функцій інтерпретація є файл “БілаКнигаГлава07.owl”, який являється RDF-документом наукової публікації у RDF-сховищі «Apachi Jena Fuseki».

4.2.3 Формування та встановлення віддаленої прикінцевої точки «ApachiJenaFuseki»

Для зберігання та обробки даних використовується віддалена прикінцева точка “ApacheJenaFuseki”, яка представляє собою SPARQL-сервер. Його можна запускати як сервіс операційної системи, Javaweb-додаток, абоавтономний сервер. Сервер Fusekiдоступний для завантаження в двох формах, як цільносистемний web-застосунок, з графічним інтерфейсом для адміністрування та формування запитів, або як основний сервер, придатний для запуску як частина масштабнішого системного розгортання. Другий варіант можна запускати разом з Doker, або як вбудовану програму. Dockerце програмне забезпечення для створення та управління ізольованими Linux контейнерами. Обидва варіанти використовують одну реалізацію протоколу та формат конфігураційних файлів. Fusekінадаєпідтримку SPARQL-протоколу версії 1.1 для запитів та оновлення даних. Також Fuseki підтримує SPARQLgraphstoreprotocol. Він інтегрований з TBD (компонент Jena для зберігання RDF та запитів до RDF ресурсів) для надання надійної та стійкої підсистеми зберігання даних. Ця підсистема також включаєJenatextquery(модуль для повного індексного текстового пошуку). ApacheJenaFuseki надає широкі функціональні можливості для використання. Наразі в підсистемі база знань оформлена у вигляді прикінцевої точки з доступом по HTTP протоколу.

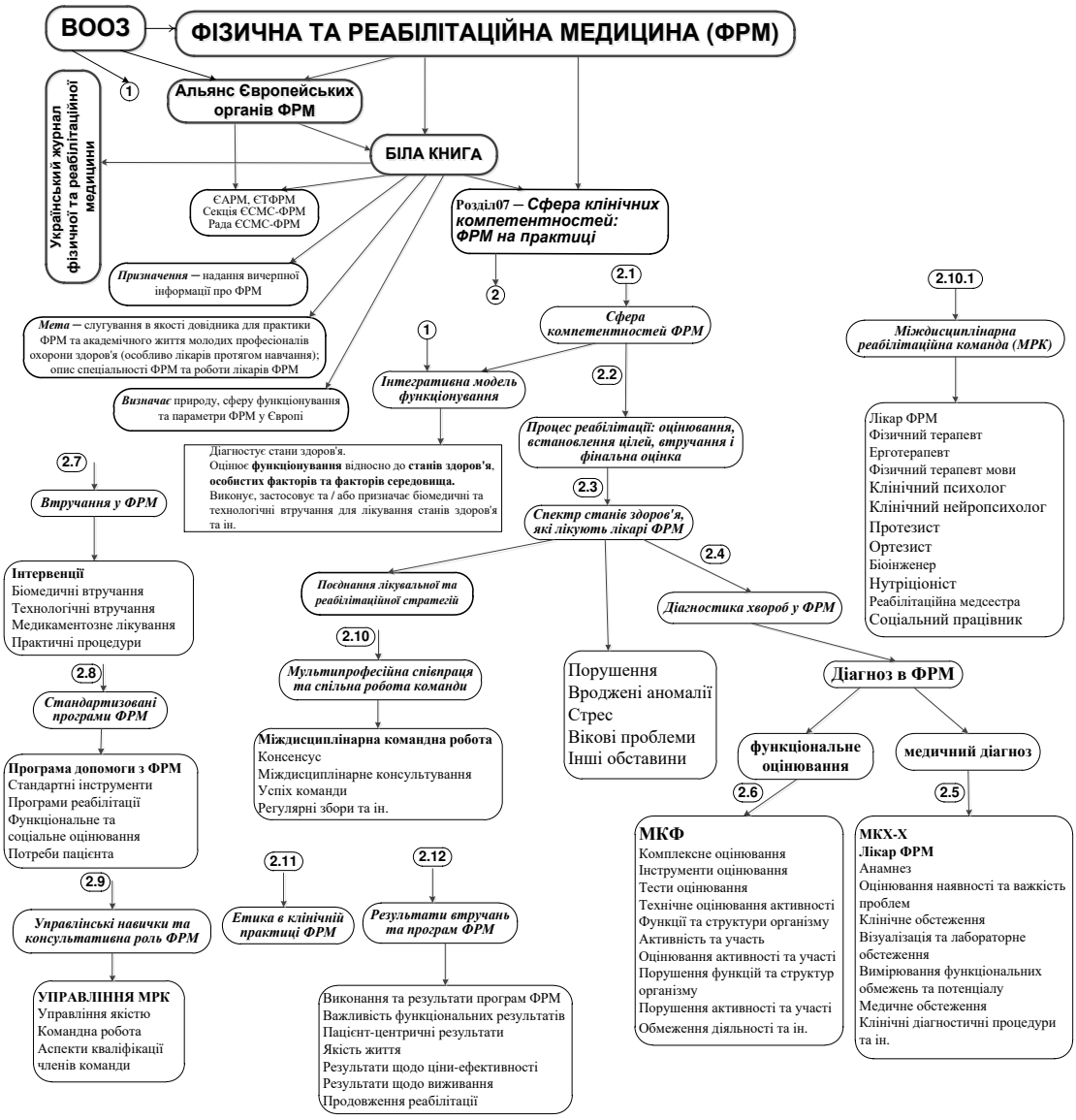


Рисунок 4.8 – Узагальнений XRF-онтограф ПдГ ФРМ

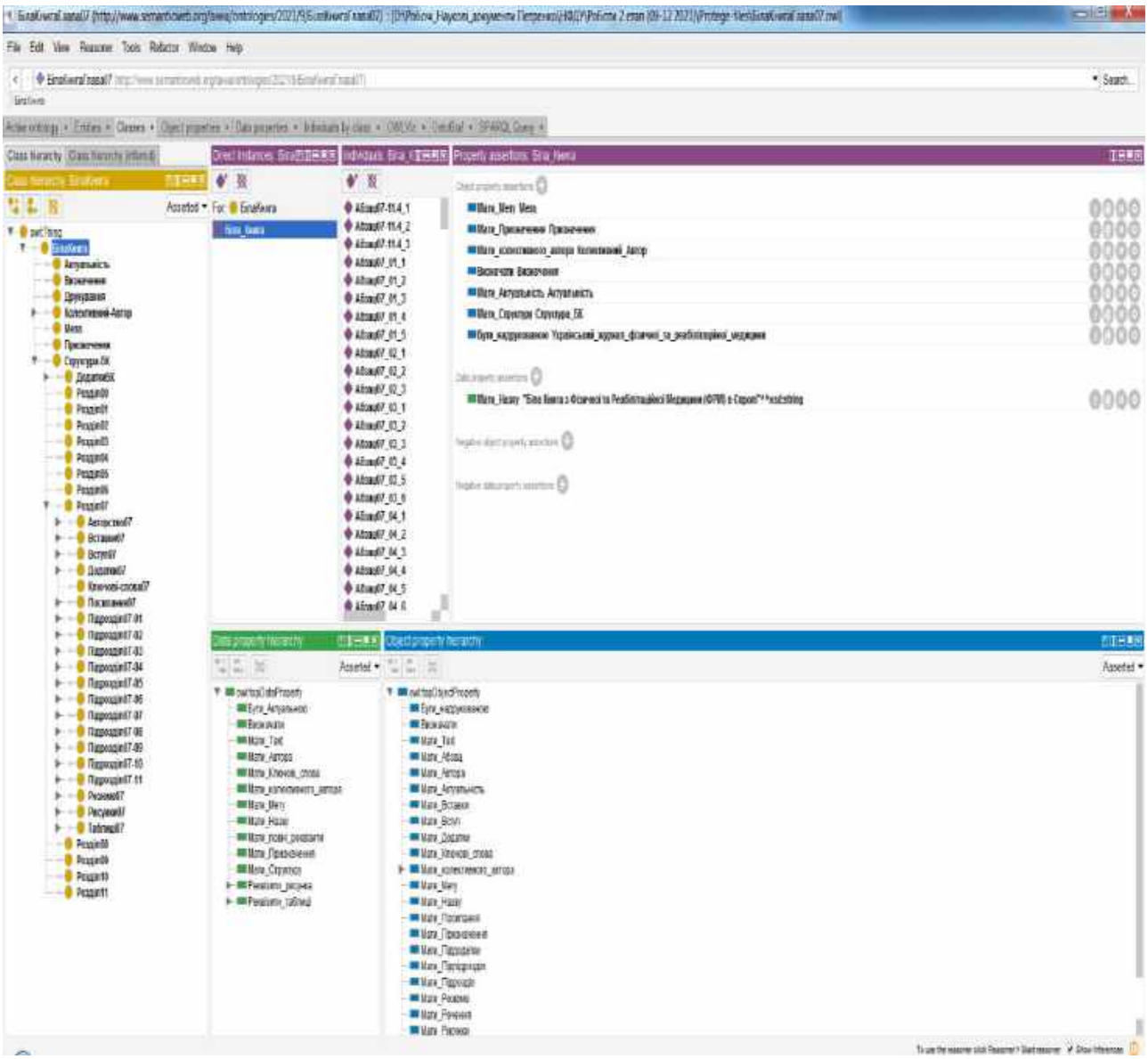


Рисунок 4.9 – Онтограф класів, індивідів та відношень розділу 7 БК

На офіційній сторінці ApacheJenaFuseki (*jena.apache.org*) доступні декілька дзеркал для завантаження необхідного дистрибутиву. Також можливо завантажити попередні версії продукту. Для наших потреб достатньо останньої версії продукту, на даний момент це версія 4.1.0. Для запуску Fusekіяк автономного сервера достатньо виконати наступні кроки. В Linux системі виконати команду “fuseki-server [–loc=DIR] [[--update] /NAME]” (ця команда запустить сервер за адресою *http://host:3030/NAME*).NAMEу даному випадку вказує на ім’я опублікованого набору даних. В цій команді використовується база даних типу TBD1, для того щоб використовувати TBD2 необхідно змінити команду на “fuseki-server –tbd2 [–loc=DIR] [[--update] /NAME]”. Якщо необхідно створити набір

даних у пам’яті, можна використати команду “fuseki-server – mem /NAME”. Для завантаження файлу з даними необхідно використати команду “fuseki-server – file=Data.ttl /NAME” де Data.ttl може бути будь-яким RDF-файлом. Якщо для запуску сервера використати одну з наведених вище команд, то адміністрування буде доступне тільки з локального фізичного сервера.

Формування RDF-сховища наукових публікацій (НП)

Вище було наведено декілька консольних команд для завантаження даних на сервер. Простішим варіантом є використання графічного інтерфейсу. Якщо перейти за адресою *http://127.0.0.1:3030* в веб-браузері, на комп’ютері з запущеним Fuseki буде висвітлено графічний інтерфейс для адміністрування сервером. Для завантаження RDF-файлів необхідно натиснути кнопку “dataset” і вибрати вкладку “uploadfiles”. В полі “destinationgraphname” можна вказати назву графа, в який будуть завантажені дані. Вікно меню адміністрування наведено нижче рис.4.10.

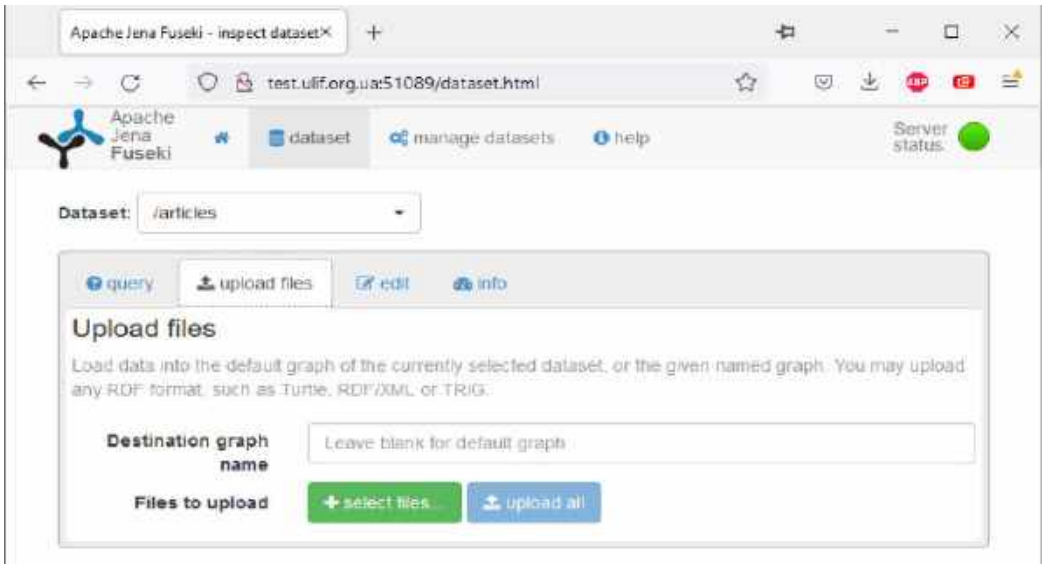


Рисунок 4.10 – Вікно меню адміністрування

Після натискання на кнопку “uploadall” RDF-документи будуть додані до RDF-сховища і вони будуть доступні для SPARQL-запитів.Інструкція з оброблення та використання поширених запитів в Довідниковій системі БК наведена у додатку Д (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-5.pdf).

5 ТИРАЖУВАННЯ СИСТЕМИ TISP. ІНСТРУКЦІЇ КОРИСТУВАЧА

5.1 Основні завдання тиражування TISP

5.1.1 Аналіз та реалізація вимог до тиражування системи TISP

Для якісного виконання життєвого циклу тиражування системи необхідно виконати роботи, які забезпечують увесь процес підготовки і використання системи TISP у відповідності вимогам кінцевого користувача. Центральним завданням є широке ознайомлення потенційних користувачів на сайті Українського товариства фізичної та реабілітаційної медицини – http://www.utfrm.com.ua/.Нижче наведено перелік вимог до тиражування системи TISP:

1. Підготувати комплект експлуатаційної документації (інструкція користувача) на базову конфігурацію системи TISP.
2. Визначити проміжні конфігурації системи та їх функціональності.
3. Вирішити питання мережевої системи для обслуговування задач інформаційної взаємодії з використанням системи TISP.
4. Провести компанію ознайомлення з архітектурою та функціональними можливостями системи.
5. Розробити відео-сюжет для загального ознайомлення з системою.
6. Вивчити законодавчі акти та нормативно-правові основи впровадження системи в галузь реабілітаційної медицини.
7. Проробити організаційно-технічні питання обслуговування системи TISP в багатоагентному режимі.
8. Визначити головний напрям впровадження системи TISP.

В порядку переліку вимог наведемо інформацію по реалізації п.п. 1-8.

Пунктам 1, 2 присвячено Розділ 5 Звіту.

По п. 3. Для організації обслуговування задач дистанційної інформаційно-комунікаційної взаємодії між користувачами системи TISP (членами мультидисциплінарної команди лікарів та пацієнтами) було розгорнуто сервіс телемедичного консультування JitsiHealth – відеомодуль системи TISP, який забез-

печує онлайн відео та аудіо спілкування (З підтримкою обміну текстовими повідомленнями), така форма організації надання медичної допомоги є кращим вибором у випадках масових інфекційних захворювань – пандемії, коли кількість пацієнтів стрімко зростає і необхідно знизити вірусне навантаження на медиків. JitsiHealth працює на базі колекції проєктів з відкритим вихідним кодом Jitsi (серед них: Jitsi Meet – сервер відеоконференцій, Jitsi Videobridge – механізм WebRTC Selective Forwarding Unit для організації багатосторонніх конференцій, Jigasi – Додаток на стороні сервера, який дозволяє звичайним клієнтам SIP приєднуватися до конференцій Jitsi Meet, організованих Jitsi Videobridge, lib-jitsi-meet – API низького рівня JavaScript для надання персоналізованого інтерфейсу для Jitsi Meet), які забезпечують найсучасніші можливості відеоконференцій, які є безпечними (використовується наскрізне шифрування через DTLS-SRTP), простими у використанні та зручними для самостійного розміщення.

По п. п. 4, 5 було проведено серію вебінарів з працівниками кафедри Фізичної реабілітаційної медицини НУОЗ України імені П. Л. Шупика і слухачів циклів спеціалізації за фахом «Фізична та реабілітаційна медицина».

По п. 6 пророблено:

а) Закон України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров’я» (31.12.2020 р.);

б) Постанова Кабміна «Питання організації реабілітації у сфері охорони здоров’я»;

в) проєкти державних документів в галузі реабілітаційної медицини.

Результати проробки: на сьогодні вимоги з боку законодавчих і нормативних актів до систем класу TISP повністю не визначені. Даний проєкт випереджає законодавчі акти.

По п. 7 можливе використання системи TISP в експериментальному режимі на основі взаємодії з тимчасовим адміністратором (Величко В. Ю.). При широкому впровадженні необхідно створити спеціальну організаційну структуру, що займається обслуговуванням інформаційно-технологічних процесів, ре-

монтними роботами, організаційними питаннями, навчальними заняттями з кінцевим користувачем.

По п. 8: в зв'язку з ситуацією, що маємо сьогодні, головним орієнтиром впровадження системи TISP вважати підготовку кадрів в галузі реабілітаційної медицини на базі кафедри Фізичної реабілітаційної та спортивної медицини НУОЗ України імені П. Л. Шупика та інших реабілітаційних центрів України.

5.2Підсистема супроводження реабілітаційних процесів

5.2.1 Керівництво користувача

Підсистема супроводження реабілітаційних заходів реалізована як єдиний модуль, в складі якого доступний певний набір спеціалізованих інтерфейсів. Підсистема реалізована на основі стандартних компонентів TISP.

Модуль доступний виключно авторизованим користувачам з відповідним набором прав доступу. Для неавторизованих користувачів без відповідних прав доступу буде відображена форма авторизації, в яку слід ввести наданий Адміністратором системи логін та пароль (рис. 5.1).

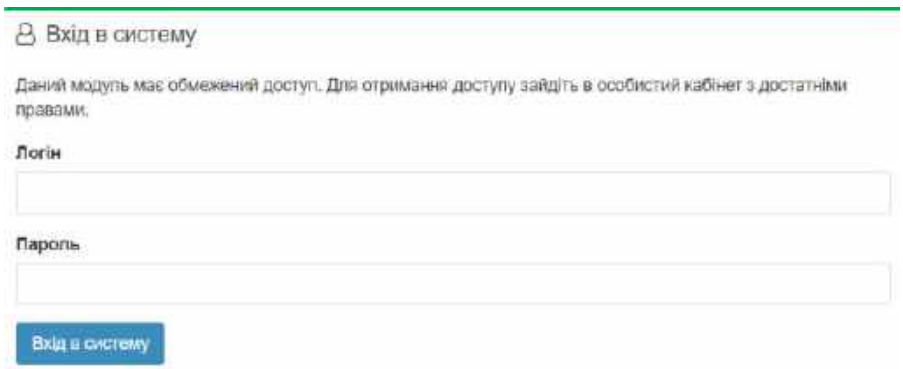


Рисунок 5.1 – Форма авторизації

Після авторизації відкривається перший з доступних інтерфейсів – це бібліотека доступних дій (рис. 5.2).

Рисунок 5.2 –Бібліотека дій

Бібліотека складається з двох частин:

1) «Пацієнти» – основний елемент бібліотеки, що містить список доступних користувачу пацієнтів. Натиск на елемент списку перенаправить користувача до інтерфейсу редагування картки пацієнта.
2) «Дії» – список доступних додаткових. Доступна одна дія для звичайних користувачів (створення нового пацієнта) і дві для адміністратора (редагування наборів МКФ і діагностичних шкал). Дії відображаються виключно для користувачів що мають відповідні права доступу.

5.2.2 Картка пацієнта

Інтерфейс редагування картки пацієнта – це основний інтерфейс модуля (рис. 5.3).

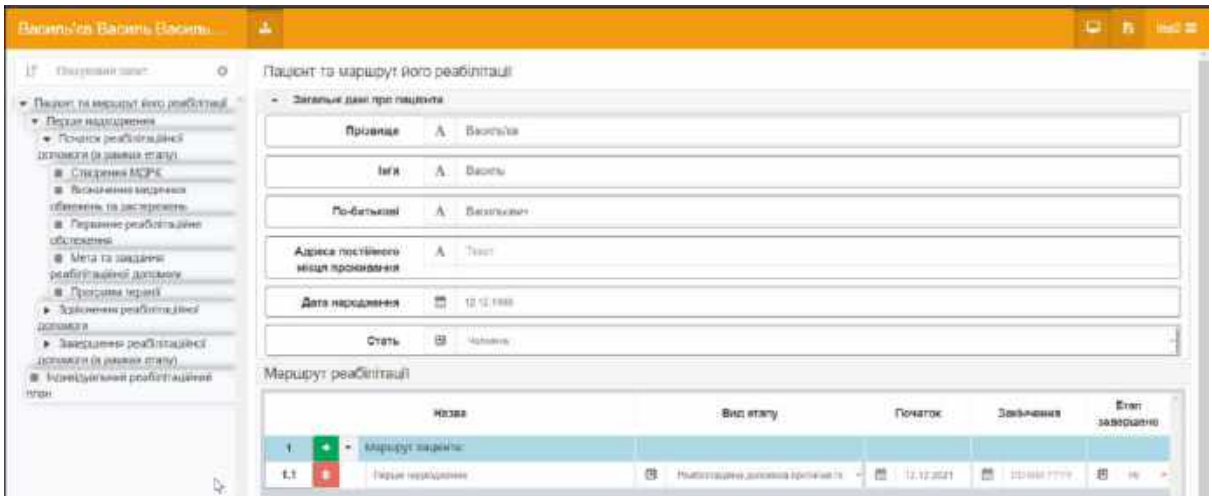


Рисунок 5.3 –Загальний вигляд інтерфейсу редагування картки

Інтерфейс побудований з допомогою онтології процесу – спеціалізованої онтології, що містить основні кроки, що здійснюються спеціалістом-реабілітологом в процесі реабілітації.

Основні елементи інтерфейсу – це навігатор процесу (зліва), верхня панель з кнопкою «Зберегти зміни» і основна робоча область, що відображає зміст вибраного у навігаторі кроку.

Зміст як правило містить текстовий опис кроку («Формулювання з системи документів») і певний набір інтерактивних елементів. Більшість елементів являють собою таблиці, призначені для редагування тих чи інших наборів даних.

Пацієнт та маршрут його реабілітації. Даний крок містить набір полів для вводу загальної інформації про пацієнта, під яким розміщується таблиця кроків. Таблиця призначена для динамічного формування онтології процесу (рис. 5.4). При зміні наявного в ній поля «Вид етапу» онтологія автоматично перебудовується, і нове піддерево додається до неї згідно з специфікацією вибраного виду.

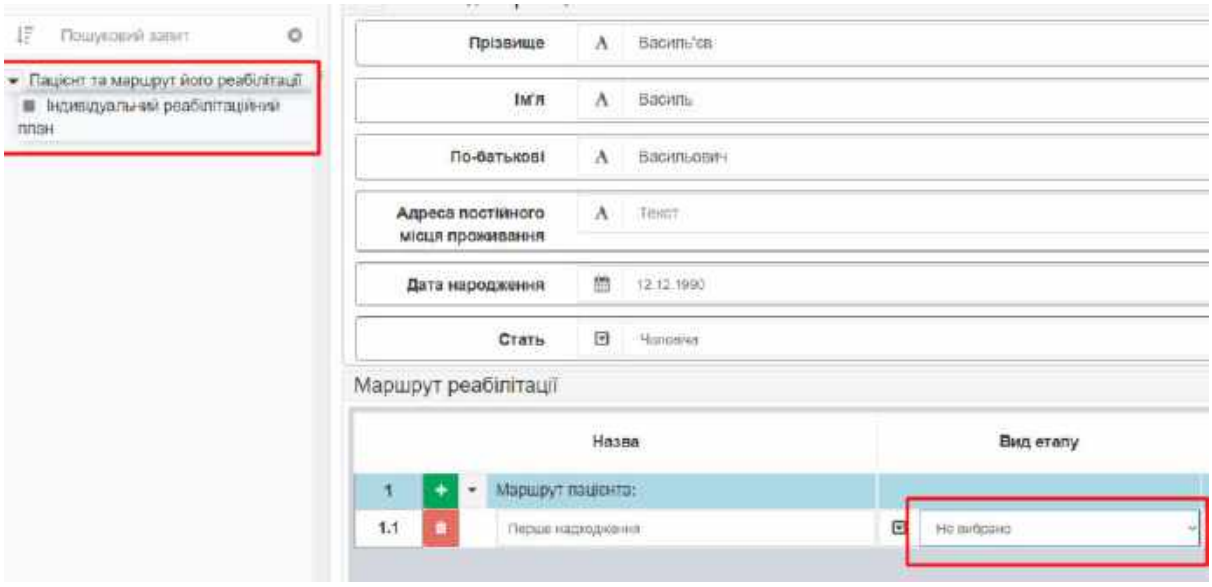


Рисунок 5.4 –Динамічне формування онтології процесу

Первинне реабілітаційне обстеження. Даний крок є одним з найважливіших через те, що на ньому задаються домени МКФ, по яким здійснюється оцінювання на цьому і подальшому кроках (рис. 5.5).

Рисунок 5.5 –Первинне реабілітаційне обстеження

Компонент вибору доменів являє собою ієрархічний список, в якому з допомогою перемикачів можна вибирати або окремі домени МКФ, або наперед задані їх набори.

Вибрані набори відображаються в таблиці оцінки. Таблиця оцінки дозволяє додавати довільну кількість оцінок, як за доступними діагностичними шкалами, так і за вибраними доменами МКФ. При додаванні рядку в таблицю вид оцінки вибирається випадаючого списку, після чого можна натиснути кнопку «Ввести» в колонці «Результат». Інтерфейс виставлення оцінки відкриється в новому вікні (рис. 5.6).

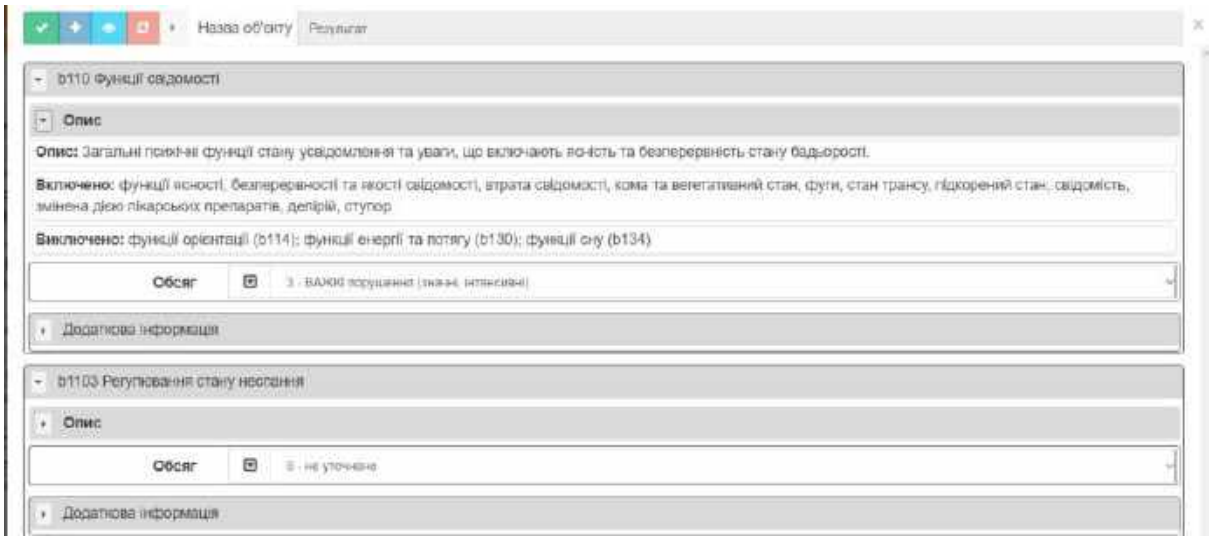


Рисунок 5.6 –Інтерфейс оцінки за МКФ

Кроки «*Етапне реабілітаційне обстеження*» та «*Заключне реабілітаційне обстеження*» містять тільки таблицю оцінки. Інші кроки («Створення МДРК», «Визначення медичних обмежень та застережень» та ін.) містять стандартні таблиці вводу даних (рис. 5.7).

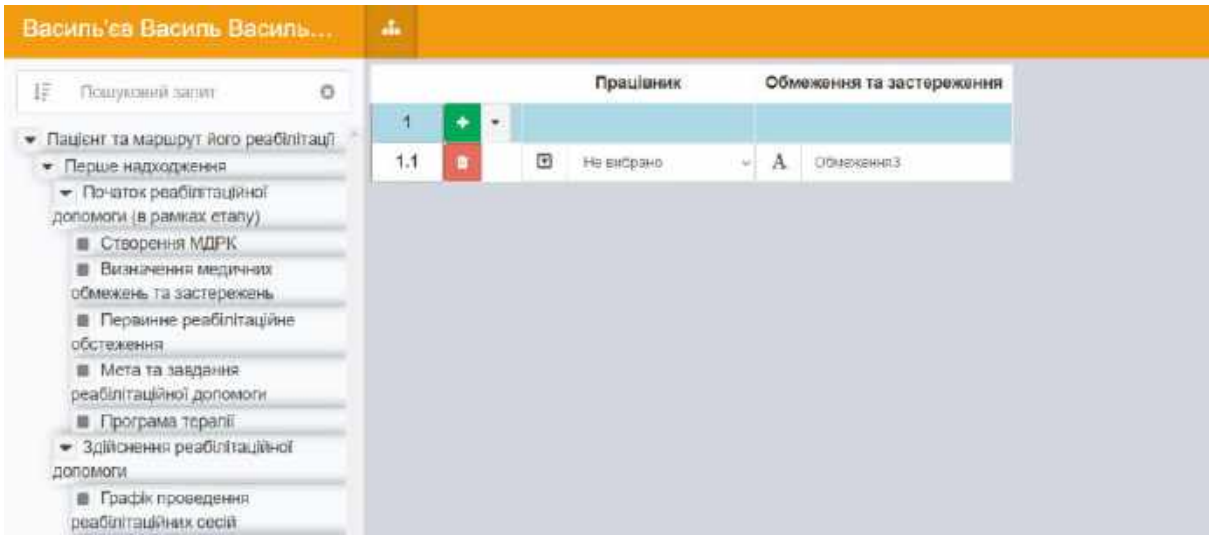


Рисунок 5.7 –Приклад стандартної таблиці вводу даних

Всі введені на всіх кроках дані використовуються для автоматичного формування ІРП Пацієнта («*Індивідуальний реабілітаційний план*») (рис. 5.8).

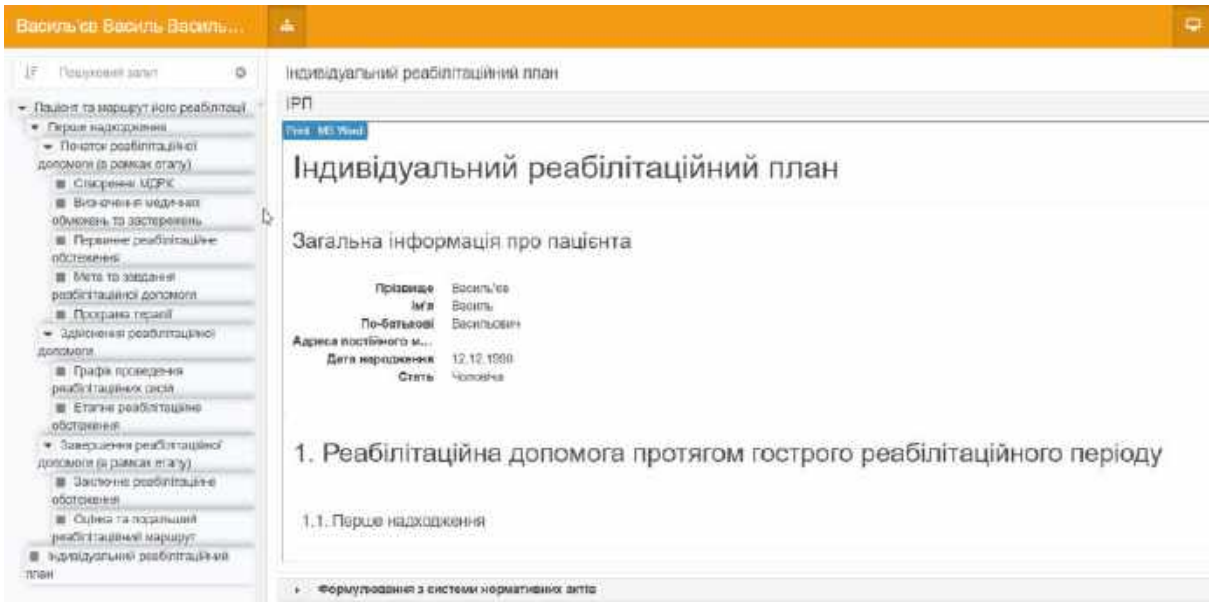


Рисунок 5.8 –Індивідуальний реабілітаційний план

Згенерований план є документом, що може бути роздрукованим або експортованим в формат MSWord.

Після завершення вводу даних слід зберегти зміни кнопкою в правому

верхньому кутку робочого вікна.

5.2.3 Адміністративні функції

Адміністративні функції дозволяють редагувати спільні набори даних, що використовуються всіма користувачами. Таких функцій в системі є три:

Керування користувачами дозволяє вводити в систему нових користувачів і груп користувачів (види лікарів). Ця функція здійснюється адміністратором в окремому інтерфейсі (рис. 5.9).

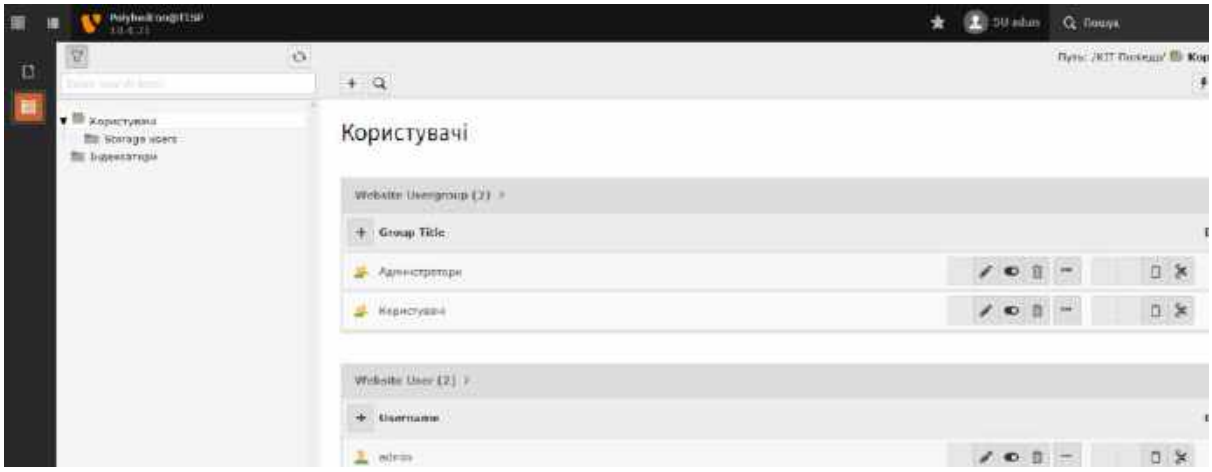


Рисунок 5.9 –Керування користувачами

Списки користувачів та груп користувачів доступні для перегляду. При натиску на назву користувача відкриється форма редагування його атрибутів, створюється користувач кнопкою «+» в лівій верхній частині відповідногоблоку.

Редагування наборів МКФ (рис. 5.10).Редагування доступно користувачам з відповідними правами в розділі «Дії» бібліотеки. Інтерфейс являє собою стандартну таблицю, в якій створюються власне набори. При натиску на посилання «Редагувати таблицю» і полі «Домени МКФ» відкриється вікно для власне редагування списку доменів.

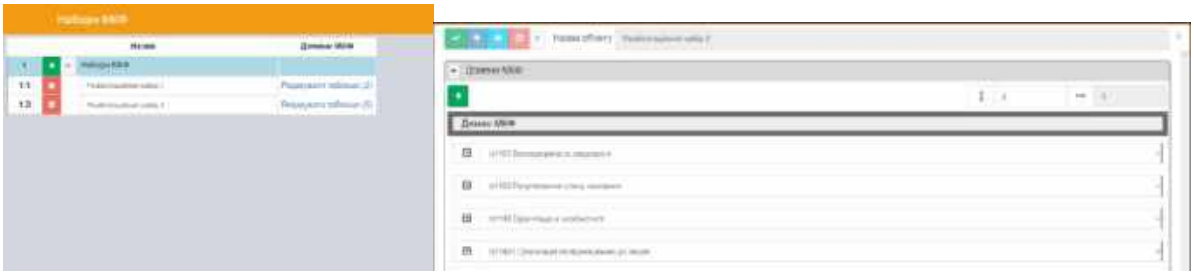


Рисунок 5.10 –Редагування наборів МКФ

Редагування діагностичних шкал(рис. 5.11) дозволяє вводити в систему нові діагностичні шкали. Інтерфейс складається з двох елементів. Дерево шкал (зліва) містить перелік всіх введених шкал і наявних в них запитань, а також дозволяє створити нові. При виборі шкали або питання в лівій частині доступні для відповідного типу об’єкту атрибути відобразяться в правій частині. Для шкали це опис і пов’язані домени МКФ (таблиця), для запитання – опис і можливі варіанти відповідей (таблиця).

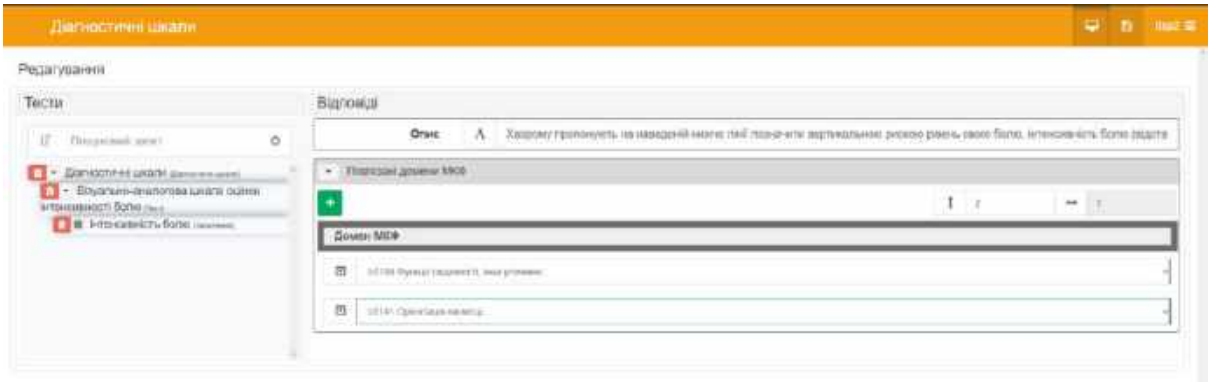


Рисунок 5.11 – Редагування діагностичних шкал

5.2.4 Модернізація системи

В рамках системи доступні штатні інструменти для редагування допоміжних наборів даних, але при впровадження системи в конкретні установи може знадобитись певна модернізація системи, адаптація її під конкретні умови роботи. Даний процес здійснюється з допомогою редагування онтологічних конфігурацій системи, для чого використовуються штатні засоби TISP (рис. 5.12).

При модернізації першим кроком є відкриття початкової конфігурації, що можливе шляхом формування спеціалізованого посилання, наприклад:

https://domain.com/editor/?static=grapheditor_tisp%2Fdata%2Ficf

Де domain.com – адреса домену (або IP-адреса) серверу, на якому розгорнута інсталяція; /editor/ – шлях до стандартного модуля «TISP-Редактор» (може відрізнятись в залежності від інсталяції).; ?static=grapheditor_tisp%2Fdata%2Ficf – ідентифікатор конфігурації (див. нижче).

Рисунок 5.12. – Онтологія в модулі «TISP-Редактор»

Після відображення онтології в неї слід ввести необхідні зміни, і зберегти її в особисту бібліотеку, відкривши при цьому до неї публічний доступ (рис. 5.13). Також слід відмітити перемикач «Використовувати поточну онтологію».

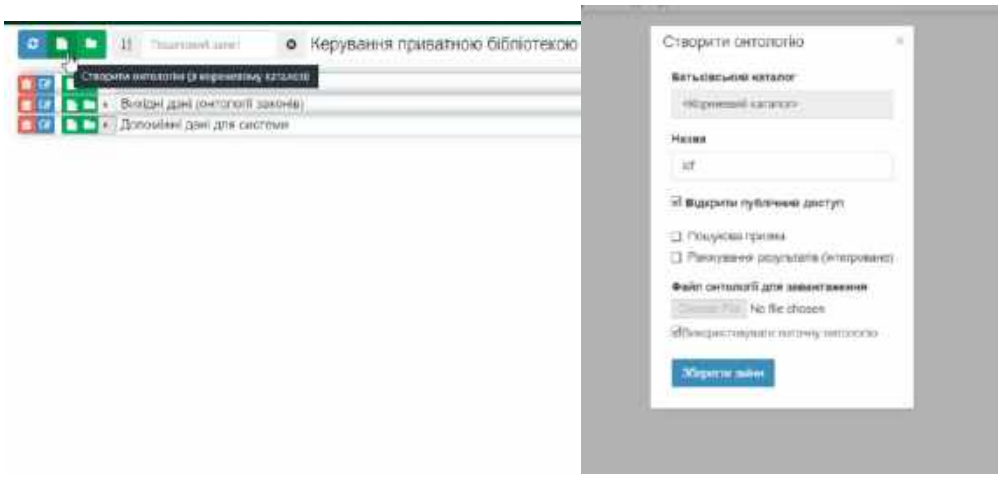


Рисунок 5.13 – Збереження онтології

Після збереження буде відображене повідомлення «Онтологія збережена і вибрана в якості поточної», після чого адреса сторінки оновиться і матиме вигляд:

https://domain.com/editor/?sharedgraph=6193e573b1af4

Де sharedgraph=6193e573b1af4 – ідентифікатор нової онтології.

Даний ідентифікатор користувач з правами суперадміністратора може внести в конфігурацію модуля (поле «Додаткова конфігурація») (рис. 5.14). Формат поля:

defaultLaunchOptions.modelDefaults {

код 1=ідентифікатор онтології 1

код 2=ідентифікатор онтології 2

……

}

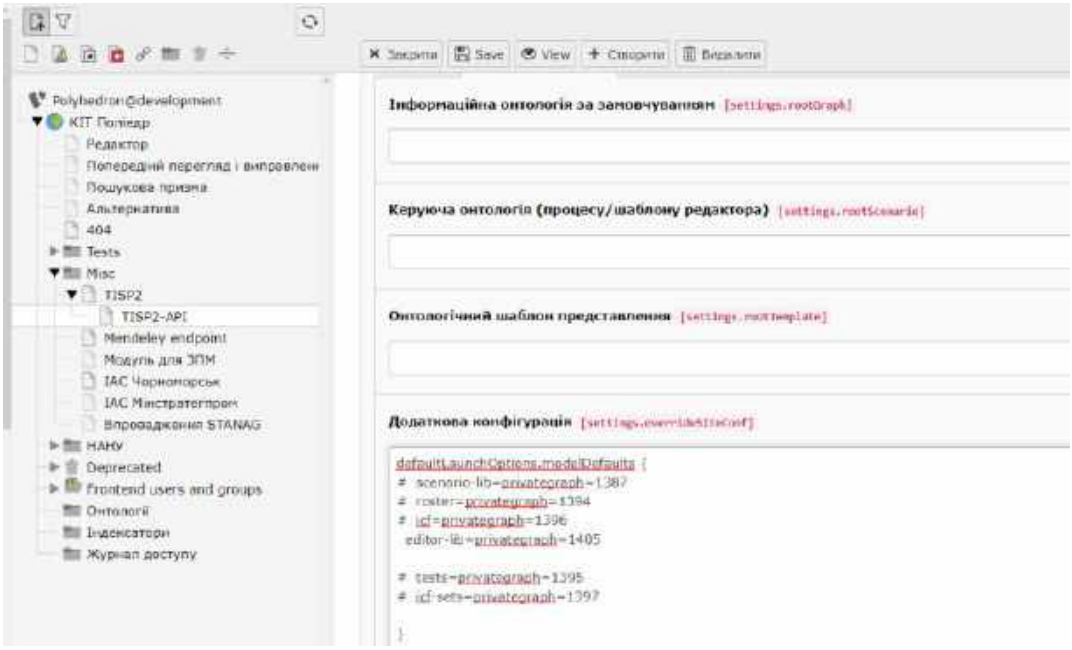


Рисунок 5.14 – Конфігурація модуля

Доступні коди:

– scenario-lib – бібліотека фрагментів онтологій процесу. Дозволяє додавати чи видаляти кроки з відповідних фрагментів.

– icf – класифікація МКФ.

– editor-lib – бібліотека наборів атрибутів. Містить набір полів загальних даних про користувача, також набори полів для рядків кожної з таблиць, а також шкали, що використовуються в різних доменах МКФ. Редагування бібліотеки дозволяє додавати або видаляти атрибути.

Більш суттєві зміни до функціональності модулю (наприклад, зміна алгоритму формування ІРП) може здійснюватися з допомогою онтологічного шаблону представлення.

Онтологічний шаблон представлення також створюється у вигляді онтології, але він вноситься не в поле «Додаткова конфігурація, а в поле «Онтологічний шаблон представлення». В поле вноситься посилання повністю (тобто

«https://domain.com/editor/?sharedgraph=6193e573b1af4» а не «sharedgraph=6193e573b1af4»).

Оскільки політика безпеки забороняє прямий доступ до онтологічних шаблонів представлення, то онтологію слід створити вручну. За замовчуванням онтологія містить тільки один об’єкт з одною інструкцією: targetExtension = grapheditor_tisp. Інструкція вказує, що системі слід завантажити модулі з розширення grapheditor_tisp.

В онтологічний шаблон можна додавати додаткові атрибути. Наприклад, inlineStyle дозволяє додати додаткові стилі CSS, inlineScript – модифікувати існуючі сценарії JavaScript, а template:Назва дозволяє модифікувати шаблон відображення (наприклад, template:IRP для шаблону ІРП).

Детальніше використання онтологічних шаблонів описано в Інструкції розробника TISP.

5.3 Підсистема аналітичної обробки даних

5.3.1 Опис функцій, режимів роботи, інтерфейсів користувача

Інформаційно-аналітична система (ІАС) дозволяє проводити агрегування розрізненої вхідної інформації в єдине інформаційне поле. Серед її базових функціональних можливостей є операції по атрибутивній фільтрації та пошуку інформації, що дозволяє отримати відповідний зріз даних з можливістю здійснення їх транспонування. Отримана вибірка інформації може бути відображена у користувацькому інтерфейсі аналітика, як таблиця чи графічне представлення даних у вигляді графіків, діаграм чи карти. В системі передбачено два режими в роботі з нею:

– режим формування проєкту (*задачі*);

– режим здійснення аналітичних досліджень.

Перший режим призначений для внесення інформації у систему за допомогою адміністративної панелі, другий – для проведення її аналізу та графічної візуалізації.

Адміністративна панель IAC для агрегування табличних даних

Основне вікно адміністративного інтерфейсу для наповнення системи вхідними даними зображено на рис. 5.15.

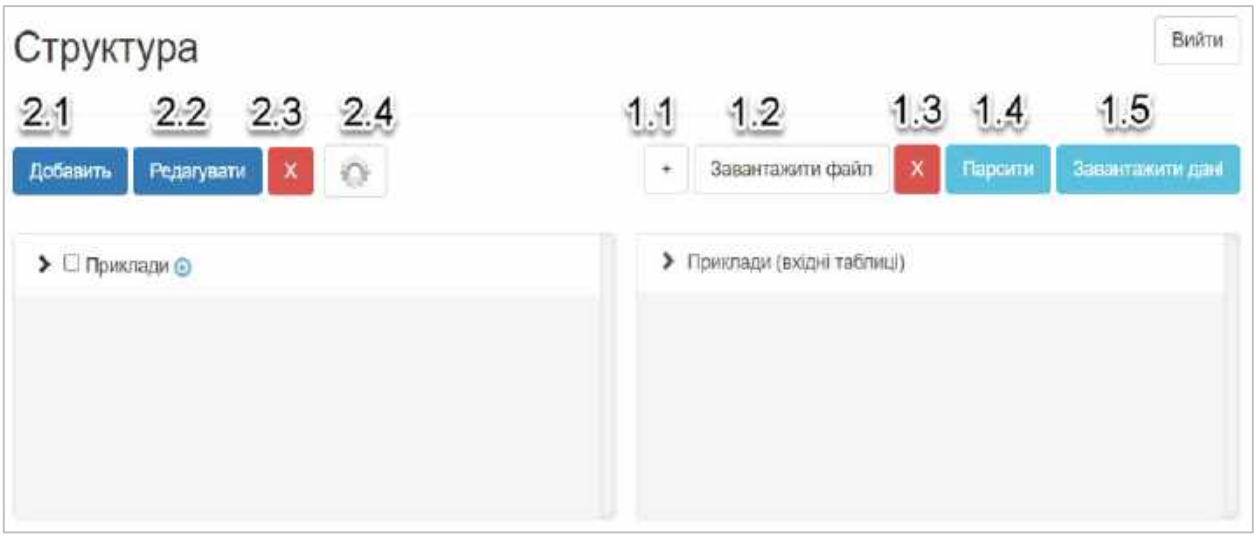


Рисунок 5.15 – Адміністративний інтерфейс IAC.

Адміністративна панель складається з наступних елементів:

1. «***Файлова панель користувача***» – у правій частині вікна розміщується файловий менеджер, який дозволяє оперувати з особистими файлами та здійснювати їх обробку.
   1.1. «+» – кнопка, що дозволяє створити новий каталог
   1.2. «*Завантажити файл*» – надає можливість у корневу чи обрану директорію, завантажити певний файл. Для архіві формату *.zip здійснюється їх автоматичне розархівування.
   1.3. «*X*» – кнопка, що дозволяє видалити певний каталог з його вмістом або деякий обраний файл.
   1.4. «*Парсити*» – управляючий елемент, що дозволяє здійснити перетворення та обробку вхідних Excel-таблиць у cvs-формат (*«nodeproperties»*), що придатний для внесення у інформаційне сховище системи над яким визначені операції агрегації, фільтрації, візуалізації і т.п.
   1.5. «*Завантажити дані*» – управляючий елемент, що дозволяє завантажити «опрацьовані» вхідні дані у систему.

2. «***Каталог користувача***» – ієархічний список елементів (*проєктів, задач, ...*), які можуть містити в собі структуровану інформацію (*у вигляді таблиць*).
   2.1. «*Добавить*» – кнопка, що дозволяє створити новий елемент у ієархічному списку.
   2.2. «*Редагувати*» – кнопка, що надає можливість відредагувати певний елемент ієархії та встановити його характеристики.
   2.3. «*X*» – кнопка, що дозволяє видалити певний вузол ієрархії з його нащадками та інформацію з якою вони асоційовані.
   2.4. «*Настройки*» – управляючий елемент, що дозволяє встановити порогові значення, зокрема для здійснення кольорового маркування.

Для активації певного проєкту необхідно натиснути на кругу, що знаходиться після його назви.

5.3.3 Користувацький інтерфейс аналітика

Інтерфейс аналітика дозволяє здійснювати візуалізацію агрегованих даних, які початково зберігались у різних відокремлених таблицях. Користувач має можливість проводити фільтрацію даних за значеннями тих атрибутів, які його цікавлять. Крім того система забезпечує маніпуляцію даних на основі різних способів їх транспонування. Після конвертації вхідних даних у внутрішній формат для системи важливими є три типи понять: об’єкти (*сутності*), показники *(властивості/атрибути об’єктів*) та параметри, якими характеризуються всі об’єкти (*в загальному випадку це може бути відповідна категорія*).

При початковому вході у систему користувач бачить перед собою агреговану таблицю (рис. 5.16) назвами рядків якої є об’єкти, назвами стовпчиків атрибути або показники вимірювання, а в комірках – значення параметрів (назви параметрів відображуються у круглих дужках).

Рисунок 5.16 – Інтерфейс аналітика IAC (*табличне представлення*).

Перш ніж здійснити графічну візуалізацію даних, необхідно сформувати двовимірну таблицю за допомогою засобів фільтрації та / або виконання заданого типу транспонування.

У трьох випадаючих списках користувач має можливість задати:

– спосіб представлення даних (таблиця, стовпчикова діаграма, складена діаграма, графік, павутинна діаграма);

– режим розміщення даних в комірках, назвах рядків і стовпчиків таблиці або при графічному відображенні в якості різних елементів діаграм (звичайний або конкретний тип транспонування);

– тип аналізу даних (звичайний за замовченням та відхилення від середнього).

Фільтрація даних здійснюється за обранням користувачем конкретних значень тих атрибутів, які його цікавлять.

5.3.4 Порядок реалізації процесів користувача (технологічна інструкція)

Формування проєкту на основі вхідної табличної інформації

Спочатку користувач має авторизуватись у системі натиснувши кнопку «Увійти» та заповнивши свій логін та пароль. Внесення даних в IAC у адміністр-

ративному інтерфейсі складається з трьох кроків: завантаження файлів у систему, їх обробка та безпосереднє внесення опрацьованих даних у систему.

Крок 1. Завантаження файлів з табличною інформацією у систему

За допомогою керуючих елементів кнопки «+» та «*Завантажити файл*» (рис. 1) створюємо нову папку та завантажуємо у неї обраний вхідний файл. Результат зображено на рис. 5.17.

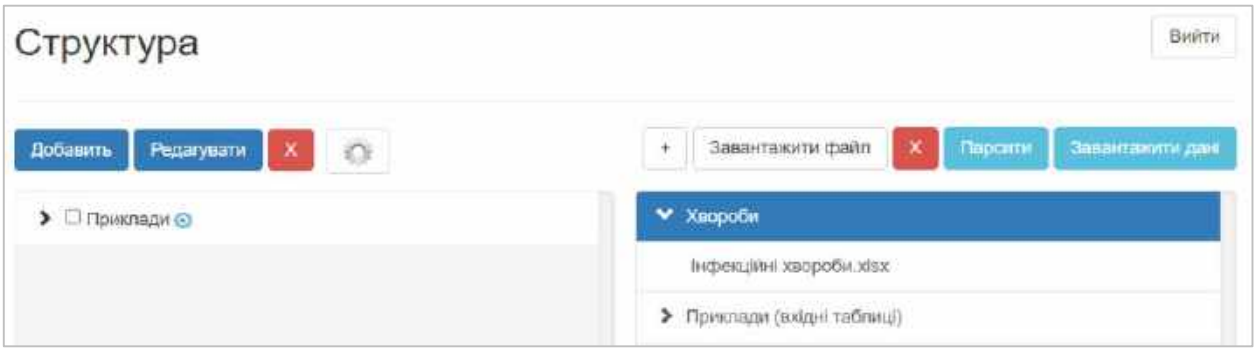


Рисунок 5.17 – Завантаження файлів у систему

Крок 2. Обробка та перетворення вхідних даних (файлів)

Для опрацювання певних ексель-файлів (рис. 5.18)необхідно обрати директорію, якій вони належать та натиснути кнопку «*Парсити*». Далі потрібно визначити обробник (*парсер*) із випадаючого списку, який застосовний для даного формату таблиць та натиснути кнопку «*Опрацювати*». Для таблиць із стандартним форматуванням слід застосовувати «*Загальний*» парсер. Також необхідно пам’ятати, що аркуші ексель файлів мають мати коректні назви.

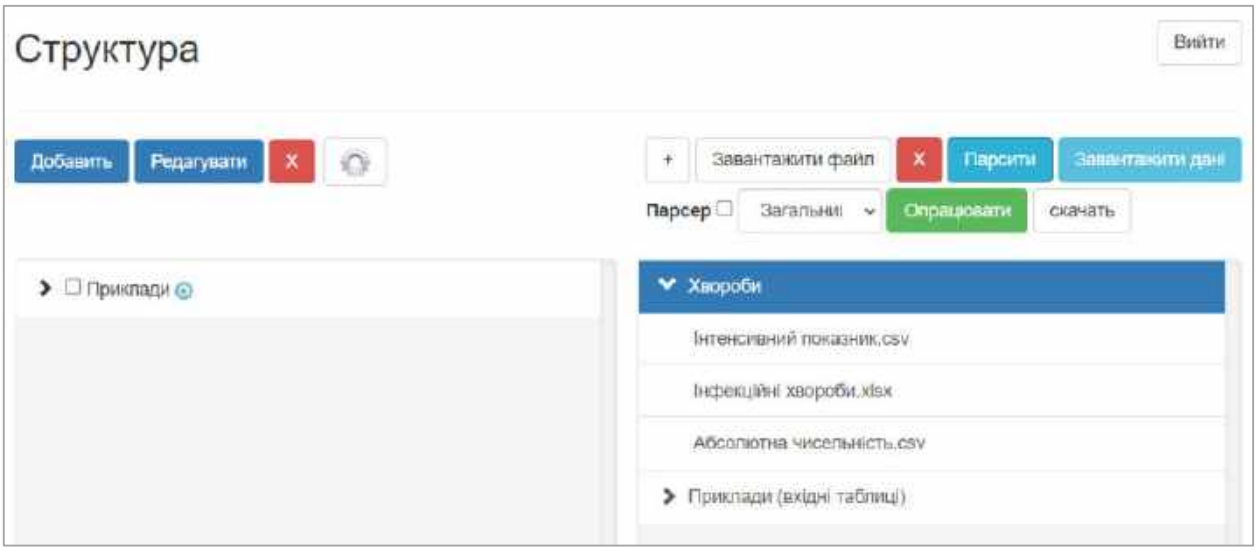


Рисунок 5.18. – Обробка вхідних ексель-файлів.

Крок 3. Завантаження даних у систему

За допомогою елементів управління «*Добавить*», «*Редагувати*» та «*X*» (рис. 5.19) створюємо елемент у ієрархічному списку в лівій панелі екрану та активуємо його.

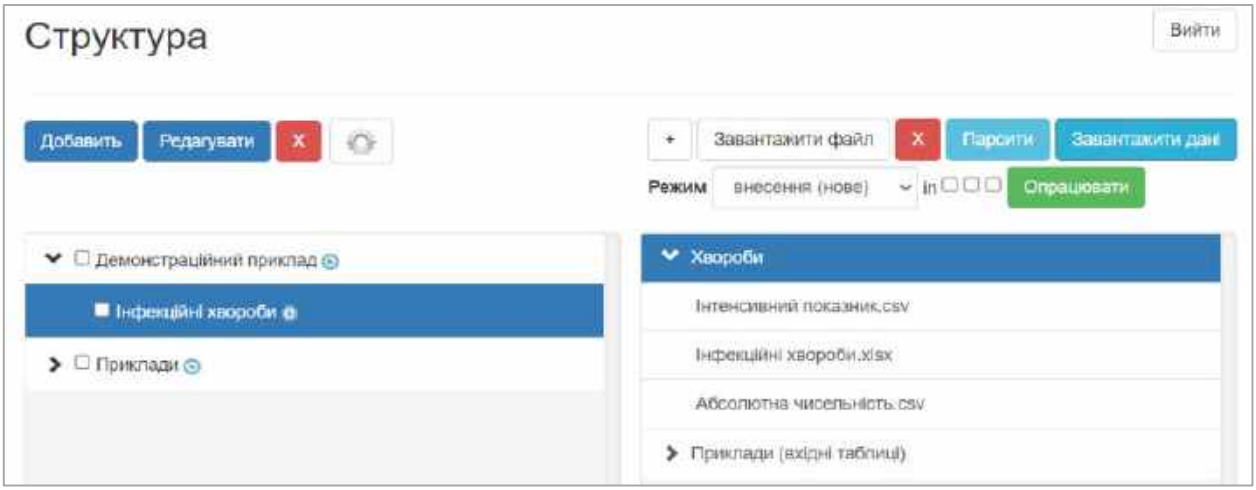


Рисунок 5.19. – Внесення даних у інформаційне сховище системи

Далі обирається файл чи каталог, дані з якого необхідно завантажити у відповідний ієрархічний вузол. Після цього слід натиснути кнопку «Завантажити дані», яка дозволяє внести інформацію з підготовлених/опрацьованих csv-файлів у систему. При завантаженні даних користувач має обрати режим, який буде застосований (доповнення, часткове чи повне оновлення) та натиснути кнопку «Опрацювати».

Засоби фільтрації та транспонування даних

Для увімкнення аналітичного режиму для певного проєкту(*задачі*) слід натиснути на кругу біля його назви. Відмітимо, що активація може бути здійснена стосовно певного каталогу, що призведи до механізму автоматичної агрегації даних всіх елементів цього каталогу. Після цього з’явиться можливість оперувати та досліджувати утворений спектр інформації.

Перш ніж здійснити графічну візуалізацію даних, необхідно сформувати двовимірну таблицю за допомогою засобів фільтрації та/або виконання заданого типу транспонування. Фільтрація даних здійснюється за обранням користувачем конкретних значень тих атрибутів, які його цікавлять. В наведеному прикладі (рис. 5.20) для фільтра були задані наступні значення:

– Категорія – «Абсолютна чисельність».

– Показники – «Інші сальмон.інфекції», «Шигельоз (дизентерія)», «ГЕКи встан. етіології», «в т.ч. єрсинія ентерокок.», «рота вірусний ентер.», «ГЕКи невстав. етіології» та інші.

– Об’єкти – весь перелік наявних об’єктів.

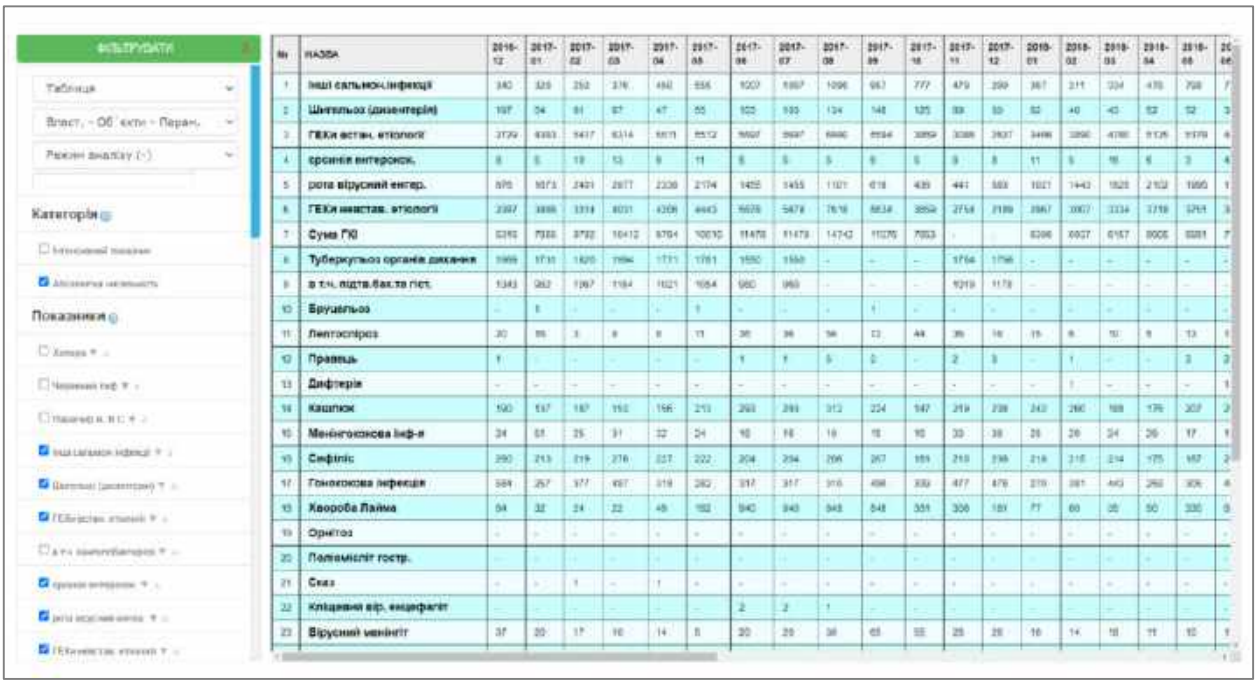


Рисунок 5.20 – Фільтрація та транспонування даних.

Транспонування (*обертання*) зазвичай застосовується до двох або трьохвимірного зрізу даних, що дозволяє переорієнтувати його вісі та змінювати порядок подання вимірювань таким чином, що змінюються відповідні ряди даних. У ряді випадків транспонування дозволяє зробити таблицю та її графічне представлення більш наочним та наглядним. Для двовимірного випадку існує два способи представлення даних (*звичайний та транспонований*). Для трьохвимірного випадку існує шість способів транспонування даних. У наведеному випадку було обрано вид транспонування: «*Властивості-Об`єкти-Параметри*», що значить зміну осей стосовно об’єктів та властивостей (*показників*). За замовчуванням встановлено вид представлення «Об`єкти-Властивості-Параметри», де об`єкти вказуються в першій колонці таблиці, властивості – значення показників, які розміщуються в інших стовпцях та параме-

три знаходяться безпосередньо в комірці таблиці (якщо об’єкт за певним показником та параметром має багато значень).

Візуалізація інформації у аналітичній системі

Ефективність візуалізації безпосередньо залежить від вибору типу графічного представлення та його правильності використання. Метою візуалізації даних є виявлення відношень у інформації, розподілу даних або проведення композиції чи порівняння даних.

– Встановлення відношень у інформації надає можливість виявити наявність або відсутність залежностей між змінними.

– Розподіл даних дозволяє встановити кількісні характеристики потрапляння деяких об'єктів в певні послідовні області числових значень.

– Композиція данихздійснюється з метою аналізу загальної картини в цілому, порівняння компонентів та знаходження складової частки (*долі*) від деякого цілого.

– Порівняння даних дозволяє виявити, як об'єкти співвідносяться між собою по деяких показникам.

Залежно від мети та даних можна вибрати найбільш підходящий їм тип графічної візуалізації (перший випадаючий список у фільтрі, що представлений на рис. 5.20 власне і визначає спосіб візуалізації даних).

– ***Лінійний графік***(*Line Chart*) – відображає динаміку по одному або декількох показниках, що дозволяє скласти уявлення про процес та визначити тенденції його розвитку. На графіку (рис. 5.21) відображено епідемію кору, яка була в Україні у 2018-2019 рр.

– ***Стовпчикова діаграма*** (*Bar Chart*) – тип діаграм, який ідеально підходить для порівняння декількох наборів даних (рис.5.22). Горизонтальні стовпчикові діаграми можуть використовуватись, коли потрібно порівняти велику кількість показників або візуально виділити явну перевагу одного з них.

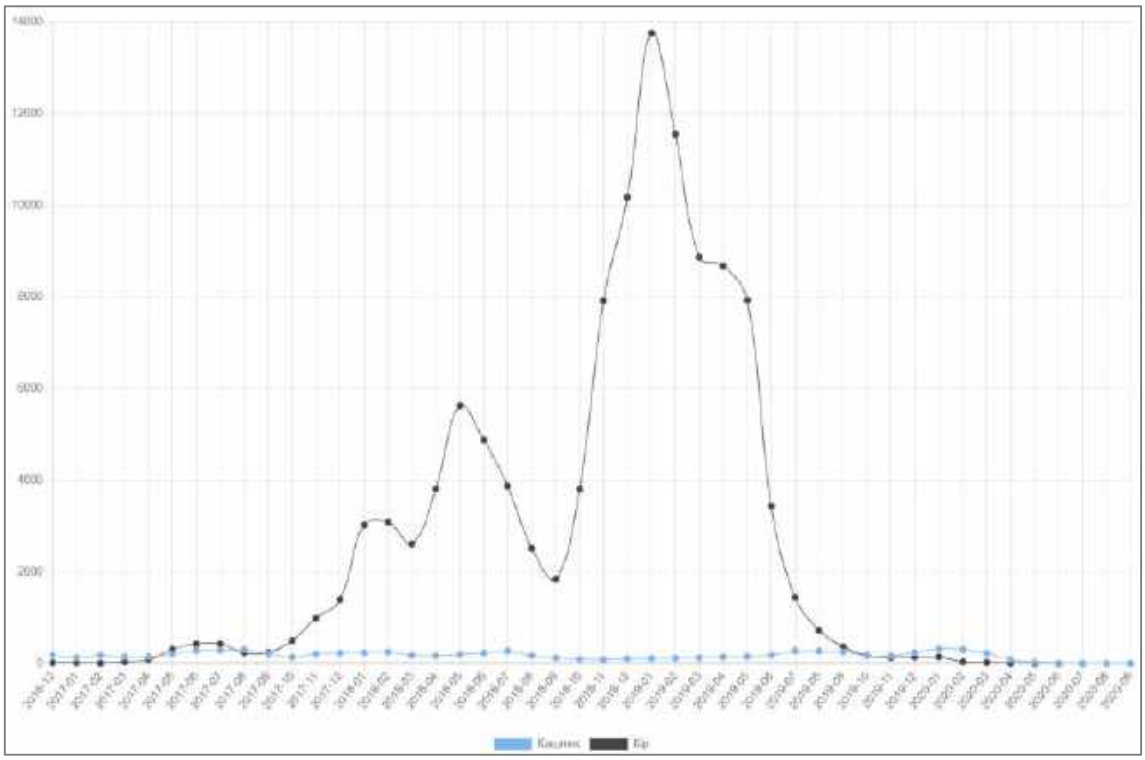


Рисунок 5.21 – Статистика інфекційних захворювань в Україні за певними напрямками (*графік*).

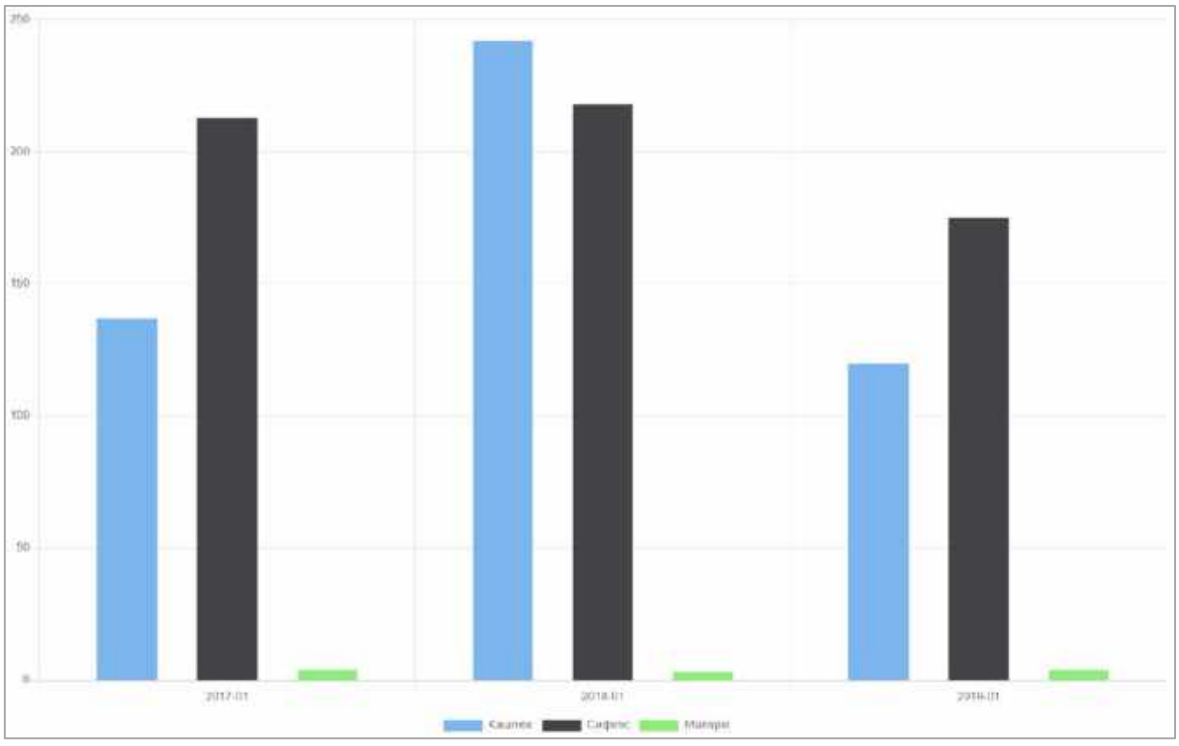


Рисунок 5.22 – Статистика інфекційних захворювань в Україні за певними напрямками (*стовпчикова діаграма*)

Серед стовпчикових діаграм варто виокремити наступні підвиди:

– *стовпчикова діаграма з групуванням* по складовим показникам для певного об’єкта (рис.5.22);

– *нормована стовпчикова діаграма* – дозволяє оцінити дольову частку кожного з рядів даних;

– *стовпчикова діаграма з накопиченням* – порівнюються не тільки ряди даних, але і сумарний показник в цілому(рис.5.23). Таким чином, побудова і аналіз узагальненої діаграми доволяє оцінити внесок кожної компоненти у загальне значення.

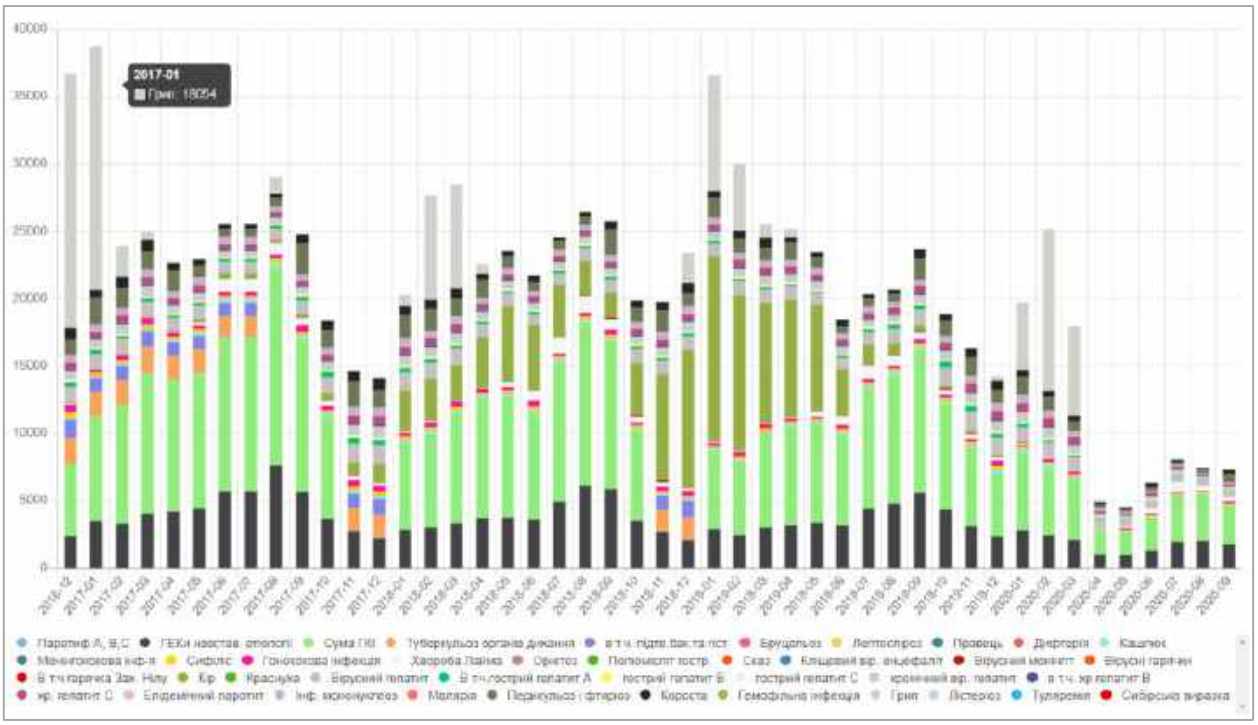


Рисунок 5.23 – Статистика інфекційних захворювань в Україні за певними напрямками (*складена діаграма*)

– ***Павутинна діаграми*** (*Radar chart*) – являє собою графічний метод відображення багатовимірних даних у вигляді двовимірної діаграми з трьох або більше кількісних змінних, представлених на осях, починаючи з тієї ж точки (рис.5.24).

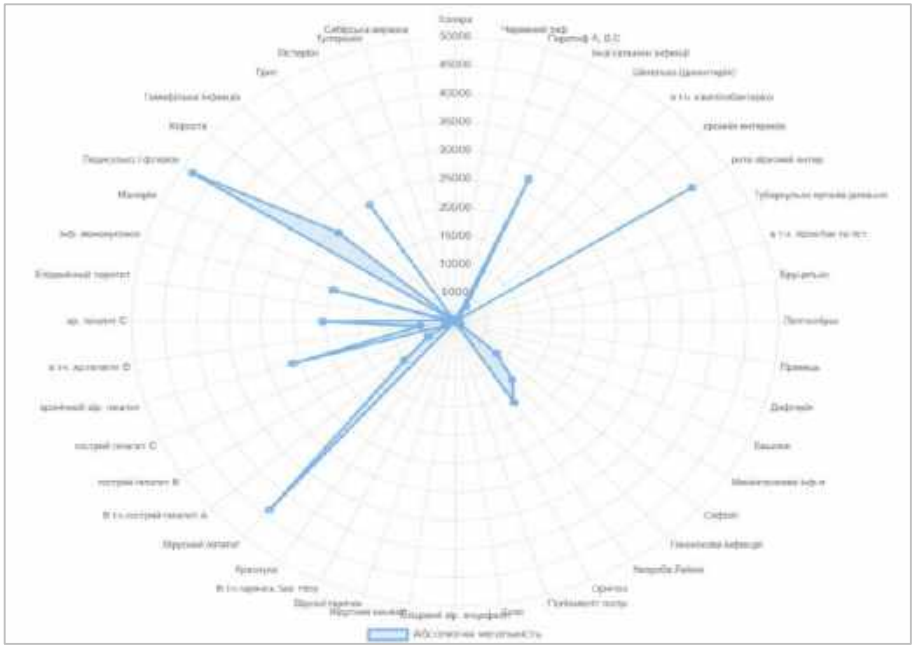


Рисунок 5.24 – Статистика інфекційних захворювань в Україні (*павутинна діаграма*).

– ***Гістограма*** (*Histogram*) – схожий до стовпчикових діаграм, але показує розподіл даних в рамках безперервного інтервалу або певного періоду часу. На вертикальній осі цього графіка знаходиться частотність, а на горизонтальній – інтервали або певний часовий період.

– ***Географічна діаграма***(*Geo Chart*) – використовується, коли необхідно відобразити розподіл певного показника по регіонах.

Додатковий аналітичний функціонал системи

Крім базового функціоналу системи наявна можливість здійснення додаткового дослідження проблемної задачі на основі увімкнення відповідних режимів аналізу.

Відхилення від середнього – режим який дозволяє виявити як значення показників відхиляються від середнього значення за всіма об’єктами (*або за весь часовий період*) (рис. 5.25). Кольорова розмітка встановлюється в налаштуваннях проєкту, червоний колір відображає негативну ситуацію.

Ця інформація може бути також представлена у діаграмному вигляді де значні виплески вгору говорять про суттєві відхилення від середнього значення, що дозволяє виявити проблемні області (рис. 5.26).

Рисунок 5.25 – Інфекційні захворювання в Українні (*відхилення від середнього*)

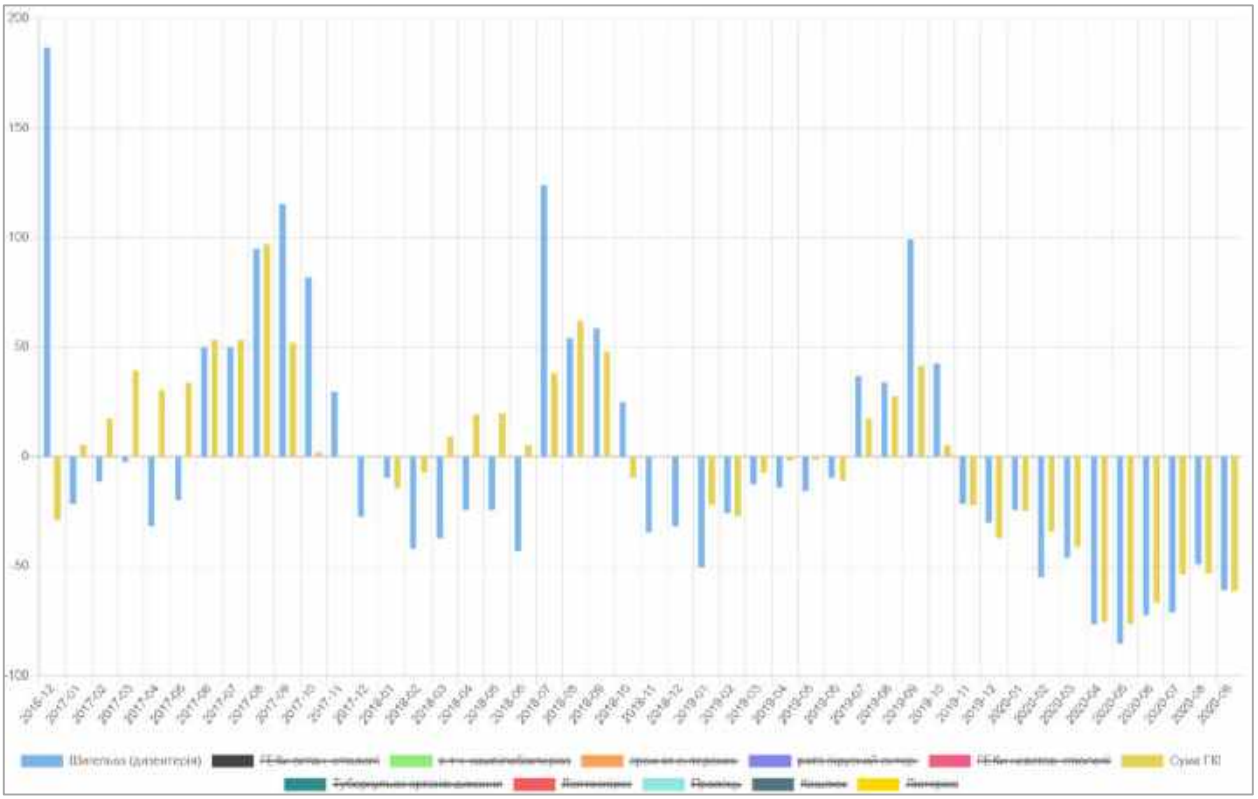


Рисунок 5.26 – Інфекційні захворювання в Україні (*відхилення від середнього, стовпчикова діаграма*)

Порогові значення – режим який дозволяє дослідити, чи вкладаються значення показника в певну норму (*порогові значення виставляються в налаштуваннях проєкту*). Демонстрація режимунаведена на рис. 5.27.

Агрегація (∑) – дозволяє просумувати значення показників об’єкта відносно параметра. Враховуючи можливість транспонування, то в якості параметру може виступати також об’єкти чи їх властивості. В даному прикладі наводиться абсолютна чисельність за весь період (рис. 5.28).

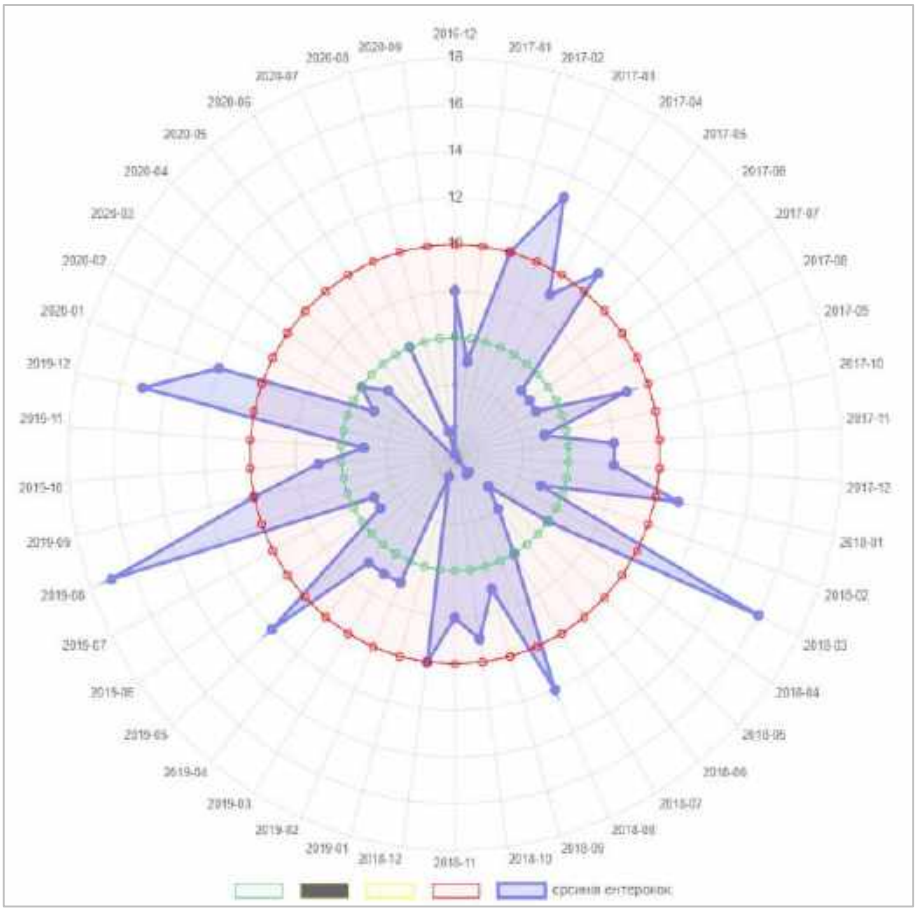


Рисунок 5.27 – Інфекційні захворювання в Україні (*режим порогові значення)*

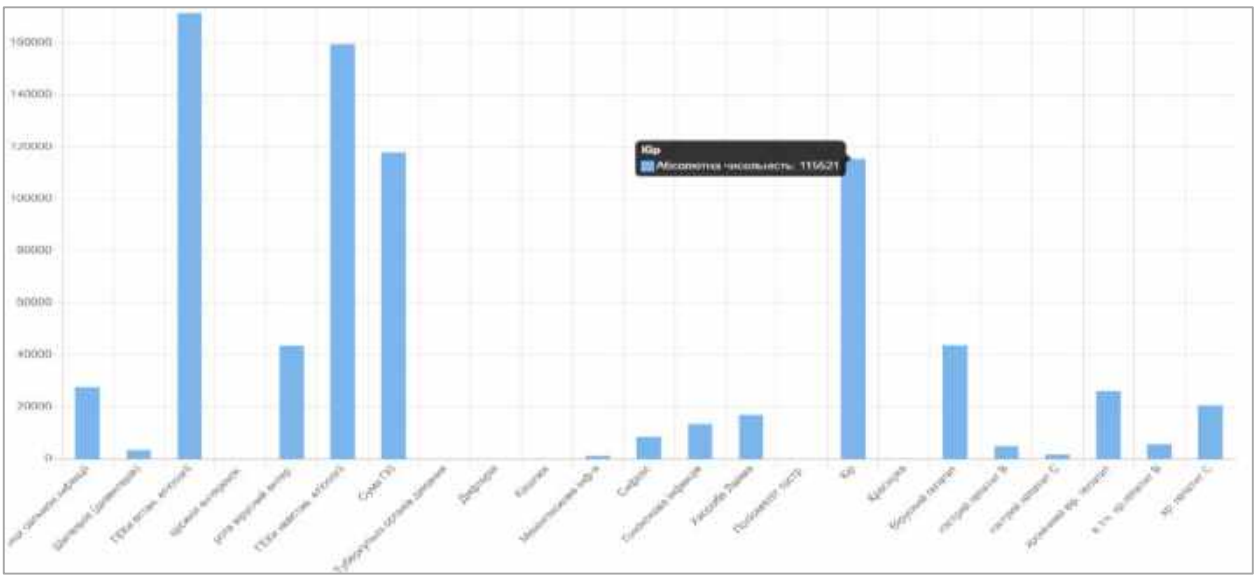


Рисунок 5.28 – Інфекційні захворювання в Україні (*режим «агрегація сума»).*

5.4 Діалогова підсистема

5.4.1 Діалогова підсистема за Білою Книгою

Діалогова система за матеріалами «Білої книги з ФРМ в Європі» призначена для автоматичного отримання інтерактивних відповідей на питання користувачів з тематики фізичної і реабілітаційної медицини. Інтерфейс користувача даної діалогової системи реалізовано у двох варіантах, що можуть працювати паралельно: у вигляді web-сторінки і у вигляді telegram-боту.

Інтерфейс у вигляді web-сторінки представлено формою у правому нижньому куті екрану, що здатна згортатися і розгортатися. На основному фоні сторінки відображається для перегляду вміст PDF-файлу «Білої книги». Наразі цей інтерфейс доступний за посиланням: https://whitebook.ai-service.ml.

Для перевірки коректності роботи програми перейти у браузері за посиланням, де розміщено стартову сторінку застосування. Повинна відкритися web-сторінка наступного вигляду, як показано на рис. 5.29:

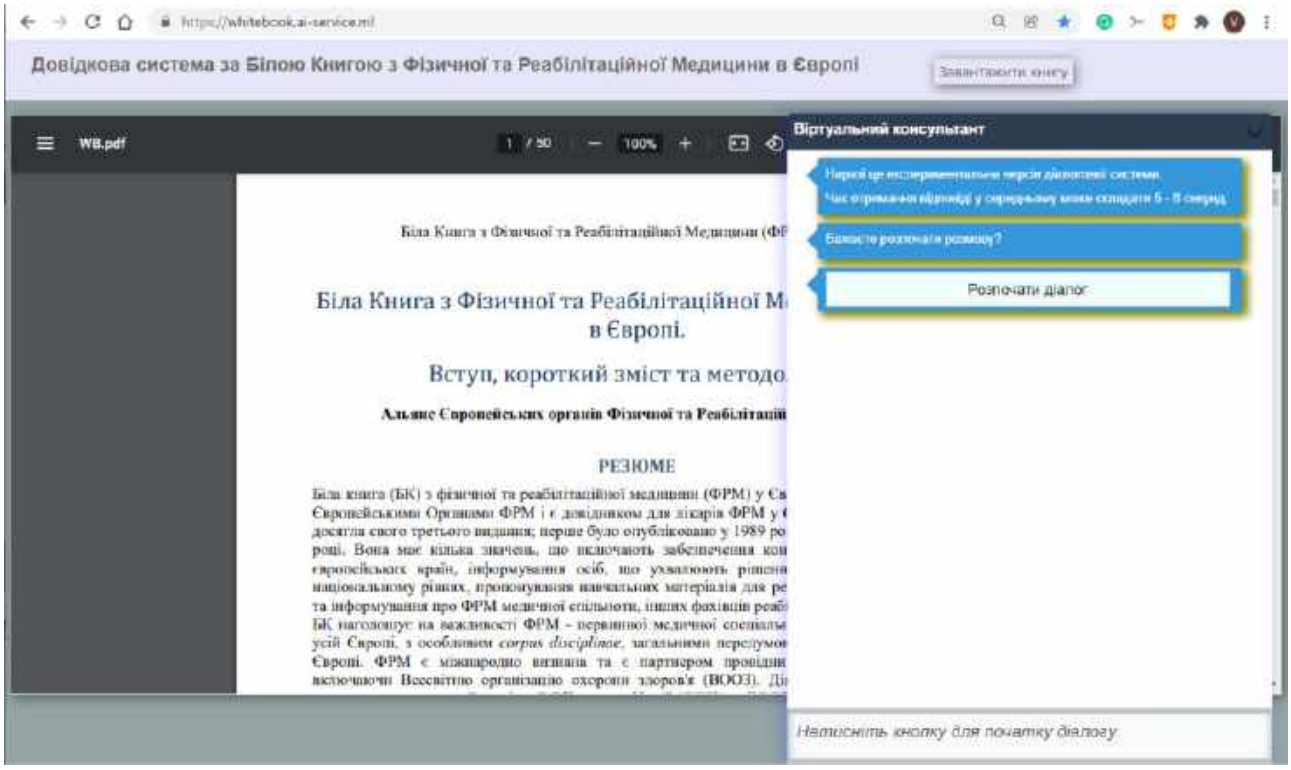


Рисунок 5.29 – Стартовий інтерфейс діалогової системи за «Білою книгою з ФРМ в Європі».

Діалогова форма у правій частині сторінки може згортатися і розгортатися при натисканні на стрілку у верхньому правому куті.

Для початку діалогу потрібно натиснути на кнопку «Розпочати діалог» на формі діалогу. Через кілька секунд поле для введення тексту у нижній частині цієї форми стане активним. В нього можна вводити текст запитань.

Для передачі тексту запитання для обробки системою слід натиснути клавішу “Enter”. На формі відразу буде відображена репліка користувача у діалоговому блоці зеленого кольору. Згодом, зазвичай через декілька секунд, нижче буде відображено діалоговий блок (або кілька блоків) синього кольору, що містить текст відповіді системи. Діалоговий ланцюжок буде прокручено автоматично до кінця. Окрім простого тексту у діалоговому блоці відповіді також можуть бути відображені графічні матеріали і таблиці. Для їх розгортання слід клікнути на них. Після цього зображення буде представлено у збільшеному вигляді на окремій вкладці браузера. Також відповіді можуть містити активні посилання на сторонні ресурси. Для завершення діалогу слід натиснути кнопку «Завершити діалог», яку розташовано наприкінці діалогового ланцюжка. Після цього з’явиться діалоговий блок із запитанням «Чи отримали Ви відповіді на свої питання?» з двома кнопками «Так» і «Ні». Далі треба натиснути один з варіантів, відповідно до враження від роботи застосування. Після цього стан діалогової форми повернеться до початкового стану.

Наводимо кілька характерних тестових запитів, на які гарантовано існують у системі релевантні відповіді:

– Що таке реабілітація?
– Які є види діагностики хвороб?
– Яке відновлення можна вважати справжнім?
– Скільки розділів у білій книзі?
– Зміст білої книги.
– Скільки додатків у білій книзі?
– Розкажи про рухову адаптацію.
– Які основні теми розділу 4?

Інтерфейс користувача у вигляді telegram-боту доступний у сервісі обміну повідомленнями Telegram. Наразі – це бот під назвою @ExperimentalUkrAIBot – WhiteBook (Діалог з "Білою книгою": чат-бот). Для роботи з ним не потрібно щоразу розпочинати новий діалог. Це можна зробити лише при першому зверненні до даного чат-боту. Далі можна вводити повідомлення до чат-боту, як при звичайному листуванні у сервісі Telegram.

Діалогова підсистема за словником Білої Книги.

Діалогова система за словником білої книги призначена для інтерактивного автоматичного пояснення основних термінів і понять з реабілітаційної медицини, що входять до «Білої книги з ФРМ в Європі». Система має інтерфейс web-сторінки і наразі доступна за посиланням: https://wb-dictionary.ai-service.ml

При переході за вказаним посиланням відкривається стартовий інтерфейс, що включає текстове привітання і кнопку з пропозицією розпочати діалог з програмою, як показано на рисунку 5.30:

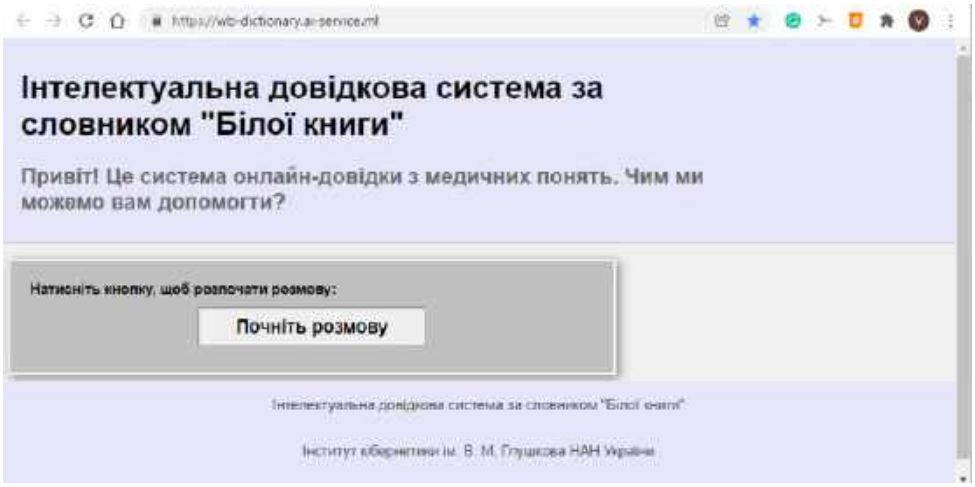


Рисунок 5.30 – Стартова сторінка інтерфейсу діалогової системи за словником «Білої книги».

Система переходить у режим діалогу за певним користувачем після натискання кнопки «Почніть розмову» у інтерфейсі користувача. Повинна відкритися форма введення запитів, як показано на рисунку 5.31. Сторінка має поле введення тексту і кнопку «Запитати» поруч з ним. Також на даній сторінці міститься меню, що розгорається, до якого включені потенційні поширені питання. Внизу сторінки знаходиться кнопка «Завершити діалог».

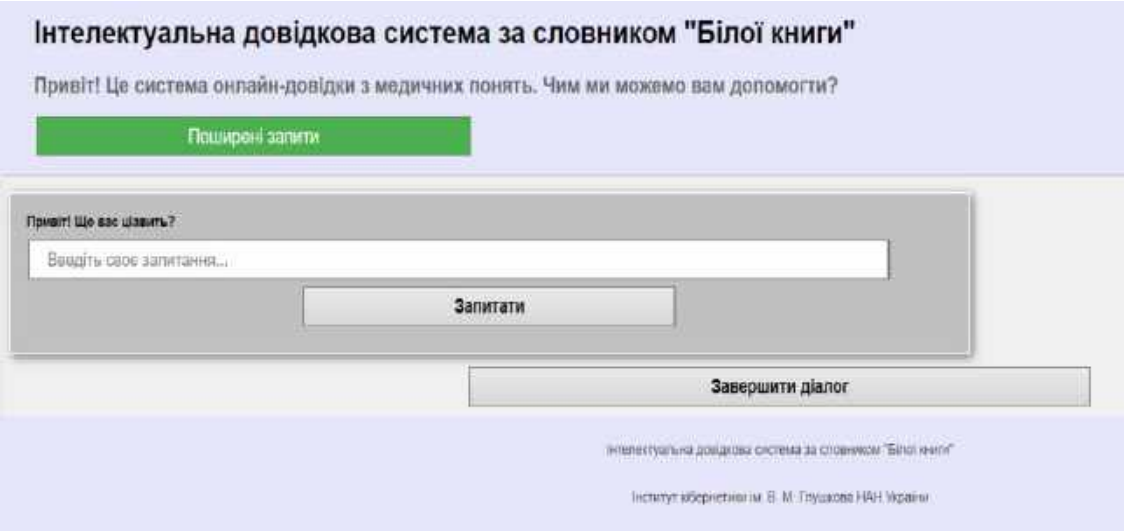


Рисунок 5.31 – Форма введення запиту діалогової системи за словником «Білої книги».

У текстове поле, що містить підказку «Введіть своє питання…» користувач може ввести текст питання чи безпосередньо назву поняття, пояснення до якого він хоче отримати. Для передачі запитання на обробку системі користувач повинен натиснути кнопку «Запитати» у своєму інтерфейсі, або натиснути клавішу “Enter” на клавіатурі після введення тексту питання. Бажано, щоб запитання і терміни стосувалися фізичної і реабілітаційної медицини, інакше відповіді отримано не буде, або буде отримано цілком нерелевантну відповідь.

Після передачі тексту запитання системі через деякий час (зазвичай це декілька секунд), на сторінку буде виведено текст відповіді у окремому блоці. Сторінку буде автоматично прокручено до блоку останньої відповіді. Поле для введення нових питань буде зміщатися вниз сторінки (нижче блоку з останньою відповіддю).

При наявності у відповіді системи додаткової інформації щодо поставленого користувачем питання, у блоці відповіді після основної відповіді будуть наведені кнопки із заголовками додаткових відповідей, що потенційно можуть бути цікавими користувачеві. При натисканні на таку кнопку, вона зникає зі списку, а натомість нижче з’являється розгорнутий текст даної відповіді і окремому блоці з поміткою «Додаткова інформація».

Наводимо кілька характерних тестових запитів, на які існують релевантні відповіді:

– Хто такий фізіотерапевт?

– Лікар фізичної та реабілітаційної медицини.

– Розкажи про адаптивну фізичну активність.

– Що таке фізичні модальності?

– Діагноз у ФРМ.

Меню «Поширені запити» повинно розгортатися при наведенні курсору миші, як це показано на рис. 5.32 і згортатися при переміщенні курсору з кнопки «Поширені запити».

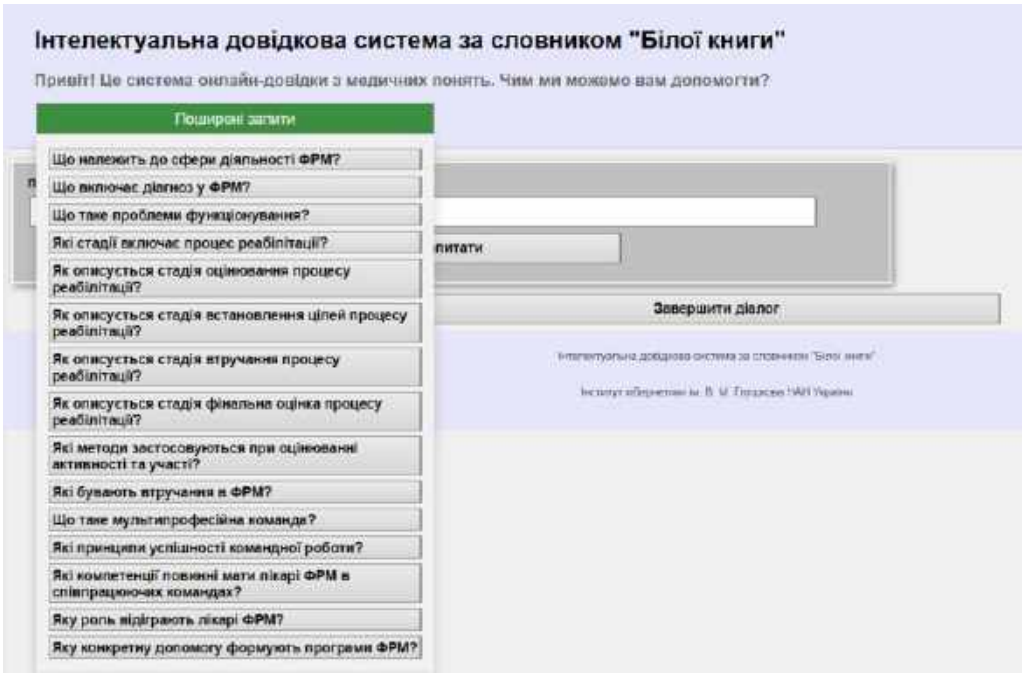


Рисунок 5.32 – Меню «Поширені запити» у розгорнутому вигляді в інтерфейсі діалогової системи за словником «Білої книги».

Меню «Поширені запити» містить ряд кнопок, що відповідають таким запитам. При натисканні на кнопку з даного меню наприкінці ланцюжка поточного діалогу буде швидко розміщено блок з відповіддю на дане питання. Аналогічний результат очікується і при введенні питань із вказаного меню безпосередньо у поле введення тексту.

Для завершення діалогу потрібно натиснути кнопку «Завершити діалог» внизу сторінки. Після цього інтерфейс діалогу зникає і з’являється форма із за-

питанням «Чи отримали ви Відповіді на свої запитання?» і двома кнопками: «Так, я задоволений» і «Ні, відповіді мене не влаштовують». У відповідь на це питання користувач натискає відповідну кнопки у цій формі. Її буде анонімно запротокольовано разом з історією діалогу, що надалі може бути використане для покращення роботи діалогової системи. Після натискання будь-якої з цих кнопок буде відображена стартова сторінка інтерфейсу, з пропозицією розпочати новий діалог.

Слід зазначити, що за умови відсутності явної активності користувача протягом більш ніж близько 20 хвилин поточну сесію буде вичерпано автоматично. Для початку нового діалогу в цьому разі потрібно буде перезавантажити сторінку.

5.4.3 Конвертор XML файлів

Застосунок являє собою онлайн-сервіс призначений для перетворення XML-файлів графових баз даних з формату Graph Editor ТІСП у формат RDF/XML і у зворотному напрямку. Користувач може завантажити вихідний файл XML або OWL і після виконання процесу конвертації отримати файл відповідного формату.

На даний момент за стосунок як інтерфейс онлайн-сервісу у вигляді web-сторінки доступний за посиланням https://xml2owl.ai-service.ml

Для конвертації файлу у формат RDF/XML або GraphEditor треба обрати вихідний файл для завантаження. Якщо метою є отримання OWL (RDF/XML) файлу, то вихідний файл має бути XML формату GraphEditor. Якщо метою є отримання XML-файлу формату GraphEditor, то вихідний файл має бути OWL-онтологією у версії RDF/XML. Завантаження файлу невідповідного формату призведе до невизначеного результату, як отримання частково сконвертованого файлу, або призведе до виникнення помилки. Для обрання файлу у інтерфейсі є відповідна кнопка, яка викликає вікно вибору файлу. Після вибору файлу стають активними кнопки «Конвертувати в OWL» і «Конвертувати в XML». Для запуску процесу конвертації користувач повинен натиснути ту чи іншу кнопку, відповідно до наявної мети і типу завантаженого файлу.

Оскільки часто у файлах формату GraphEditor присутня велика кількість зв’язків за замовчуванням (або неіменованих), то у інтерфейсі користувача даним конвертером передбачена помітка «інтерпретувати зв’язки за замовчуванням як SubClassOf». Якщо відповідне поле відмічено, то за замовчуванням у створюваному OWL-файлі будуть формуватися зв’язки між вершинами типу SubClassOf, якщо не вказано інший тип. Наразі дана опція є дієвою для конвертації з формату GraphEditor у RDF/XML.

Конвертація з RDF/XML у формат GraphEditor враховує основні типи предикатів і об’єктів, характерні для OWL, але не обмежується ними. Так довільні, не тільки стандартні, типи предикатів будуть сприйняті і інтерпретовані. Але є бажаним за можливістю обмежуватись стандартним OWL-типами. При конвертації у формат GraphEditor вихідним файлом може слугувати файл, що є результатом попереднього перетворення у RDF/XML. При цьому результат такого зворотного перетворення буде доволі ідентичним вихідному файлу у формат GraphEditor. Але слід зазначити, що в такому випадку у графі з’явиться додаткова вершина, що містить основну інформацію про онтологію в цілому.

Після завершення конвертації (це, зазвичай, може зайняти декілька секунд) користувач отримає посилання на закачування файлу результату конвертації. Посилання зберігається активним протягом обмеженого строку, який вказано у написі біля даного посилання (наразі це 20 хвилин). Після завершення цього періоду файл результату перетворення буде автоматично видалено і посилання стане недійсним. Також посилання зникне при повторному завантаженні сторінки.

Якщо в процесі конвертації виникли помилки, або у програми виникли попередження щодо особливостей вихідного файлу і відповідних її дій в процесі конвертації, то список цих повідомлень буде виведено на сторінку нижче робочої форми.

Для коректної конвертації і гарантованого отримання валідних файлів бажано дотримуватися наступних рекомендацій щодо вихідного файлу, який відправляється на конвертацію:

– імена вершин мають бути унікальними. Унікальність повинна бути суттєвою, а не суто технічною, так, зокрема, небажаним є різниця лише за регістром літер;

– зв’язки Domain і Range можуть поєднувати тільки вершини типів «Class» (одна) і «ObjectProperty» (інша) і не як інакше;

– зв’язки Individual мають поєднувати вершину типу «namedIndividual» з вершиною типу «Class»;

– не слід використовувати символи, особливо рідкісні і нестандартні, у назвах вершин, зв’язків і їх атрибутів. Також імена вершин не слід починати з цифри. Рідкісних і екзотичних символів бажано уникати будь-де у файлі, бо невідомо, як вони будуть сприйняті програмою.

Коротку інструкцію користувача можна передивитись онлайн при натисканні на посилання «Пояснення щодо конвертеру» у наявному інтерфейсі. Посилання на інструкцію онлайн: https://xml2owl.ai-service.ml/help.

5.5. Підсистема індексації

5.5.1 Опис застосування

Підсистема аналізу вихідних даних в галузі фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ) забезпечує відображення трансдисциплінарних семантично пов’язаних контекстів в результаті обміну інформацією між розподіленими трансдисциплінарними інформаційними ресурсами (джерелами Big Data).

Дана підсистема інтегруються до платформи TISP, яка призначена для підтримки процесів лінгвістично-семантичного аналізу великих обсягів просторово розподіленої неструктурованої інформації (Big Data), їх структуризації, встановлення контекстних зв’язків між документами, що обробляються, прогнозування та підтримки процесів раціонального вибору з наступним формуванням інформаційно-аналітичних WEB-орієнтованих рішень.

Засоби індексування ФРМ базуються на корпусних лексикографічних технологіях та теорії, архітектурі й системотехніці лексикографічних систем.

Методологічною основою корпусних лексикографічних технологій є теорія семантичних станів, на основі якої здійснюється семантико-синтаксичний аналіз природномовних об’єктів в трансдисциплінарних даних.

Система індексування інформаційних ресурсів у галузі Фізичної та Реабілітаційної Медицини (ФРМ) акумулює функціональні можливості сервісів інших інформаційно-лексикографічних систем, а саме – електронної бібліотеки, граматичного словника, інтегрованої лексикографічної системи “Словники України”, а також функцій повнотекстового пошуку.

Кожен зазначений сервіс відповідає за функціональність певної лексикографічної системи окремо, а взаємодія цих сервісів разом у програмному комплексі для індексування інформаційних ресурсів у галузі Фізичної та Реабілітаційної Медицини (ФРМ) створює необхідне середовище обробки та збереження інформаційних ресурсів – **колекції текстів**.

Колекція текстів – це, насамперед, інструмент дослідження різних інтра- та екстрамовних фактів.

Створення колекцій мережевих текстів у галузі ФРМ забезпечується застосуванням спеціалізованих технологій онтологокерованого веб- чи інтранет кравлінгу. Підсистема кравлерів є тісно інтегрованою із корпусною системою та системою індексації та полімовною синонімічною зоною.

5.5.2 Загальна структура підсистеми аналізу вихідних даних в галузі фізичної та реабілітаційної медицини

Підсистема аналізу вихідних даних в галузі фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ) призначена для роботи в багатосерверному середовищі TISP. В такому середовищі один сервер виконує основну роль (**сервер ядра**), на якому розміщуються основні сутності TISP (див. відповідну інструкцію TISP).

Інші сервери багатосерверного середовищавикористовуються для розгортання і запуску **сервісів**. Як правило, користувач взаємодіє з сервісами через спеціалізовану підпрограму переглядача онтологій, хоча бувають сервіси, що надають власний інтерфейс. Зовнішніх серверів може бути довільна кількість.

Основні типи сервісів, що розміщуватись на зовнішньому сервері підсистеми аналізу вихідних даних в галузі ФРМ:

– **Індексатор** – *сервіс*, призначений для повнотекстового пошуку інформації у великих масивах структурованих і неструктурованих документів;

– **Підсистема природномовних лінгвоінформаційних операцій** – локальний сервіс, призначений для порівняння природномовних текстів.

– **Інтегровані сервіси аналізу вихідних даних у галузі ФРМ:** автоматичного структурного аналізу вихідних даних; автоматичного виділення ключових смислових концептів; автоматичної побудови смислових анотацій на основі виділених смислових концептів**.**

5.5.3Порядок реалізації процесів користувача

Керування індексацією

Спочатку експерт чи користувач має авторизуватися у кабінеті через веб-браузер на онтологічному сайті TISP(рис. 5.33) (див п. 2.1).

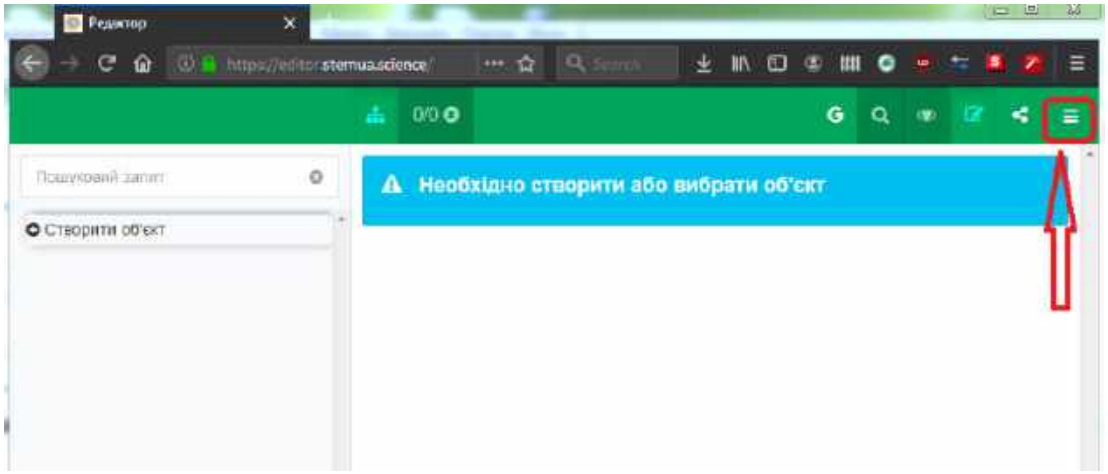


Рисунок 5.33 – Онтологічний сайт у браузері

Для цього користувач повинен відкрити веб-браузер і перейти на онтологічний сайт за адресою, наданою адміністратором. При цьому, якщо вибраний онтологічний сайт не є публічним, користувачу буде відображено спеціалізовану форму авторизації (рис. 5.34).

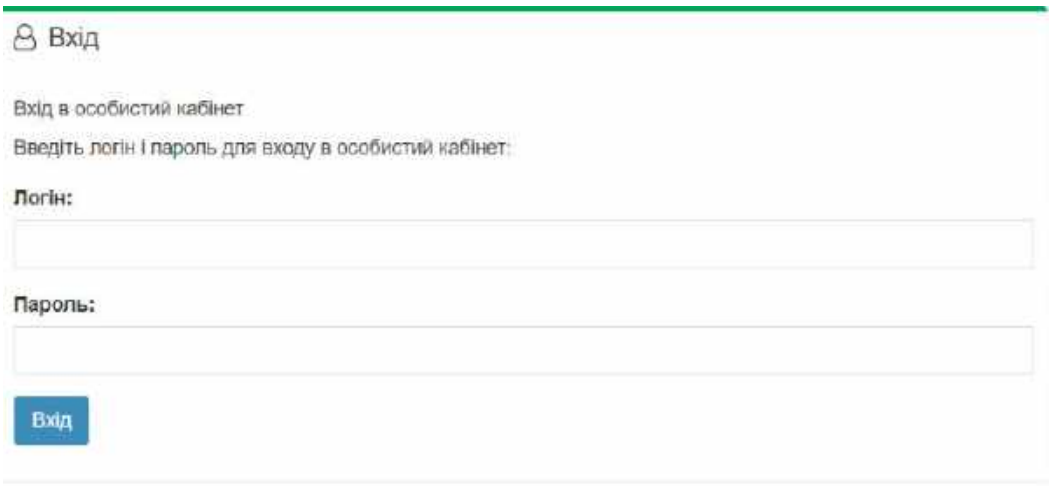


Рисунок 5.34 – Форма авторизації для доступу для непублічного онтологічного сайту

Якщо ж відповідний онтологічний сайт є публічним, то користувачу буде представлено модуль перегляду онтологій, і він зможе використати інтегровану форму авторизації. Форма показана на рис. 5.35, а для доступу до неї необхідно вибрати відповідний пункт (2) головного меню (1).

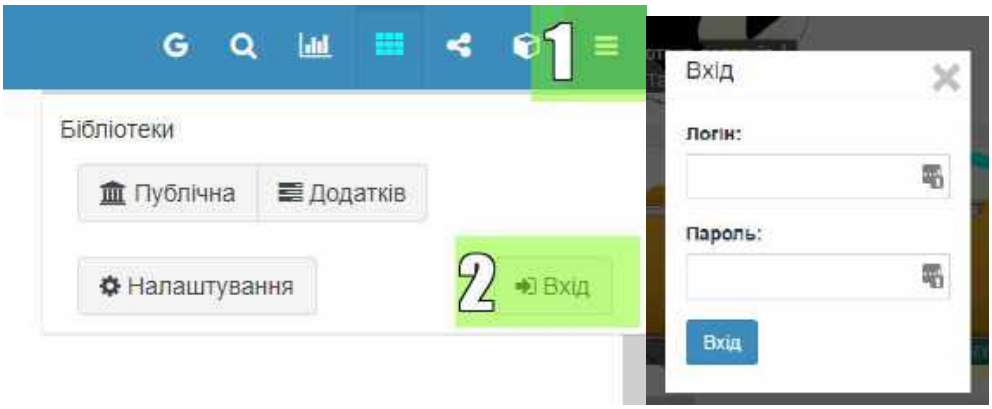


Рисунок 5.35 – Форма авторизації користувача

Форма авторизації є типовою і вимагає вводу логіна і пароля. У випадку неуспішного входу в систему користувачу буде відображено повідомлення про помилку, у випадку успішного – логін користувача буде відображений на кнопці головного меню (1), а в меню з’явиться додатковий пункт (2) як показано на рис. 5.36.

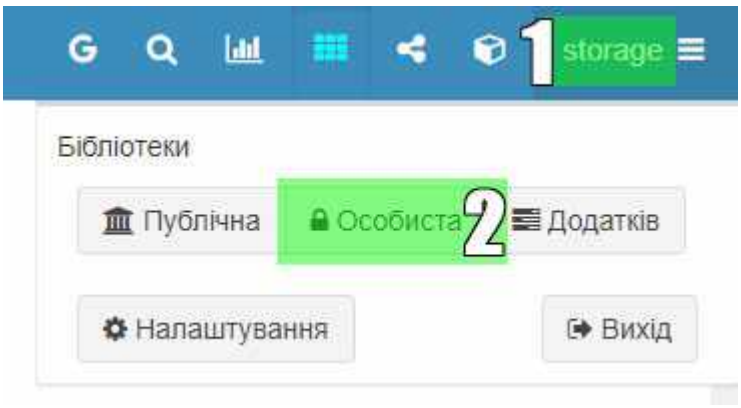


Рисунок 5.36 – Головне меню авторизованого користувача

Керування індексними зонами вимагає дозволу від адміністратора. Якщо експерту було надано дозвіл на адміністрування хоча б одної індексної зони, то він зможе отримати доступ до форми керування через кнопку в головному меню (рис. 5.37).

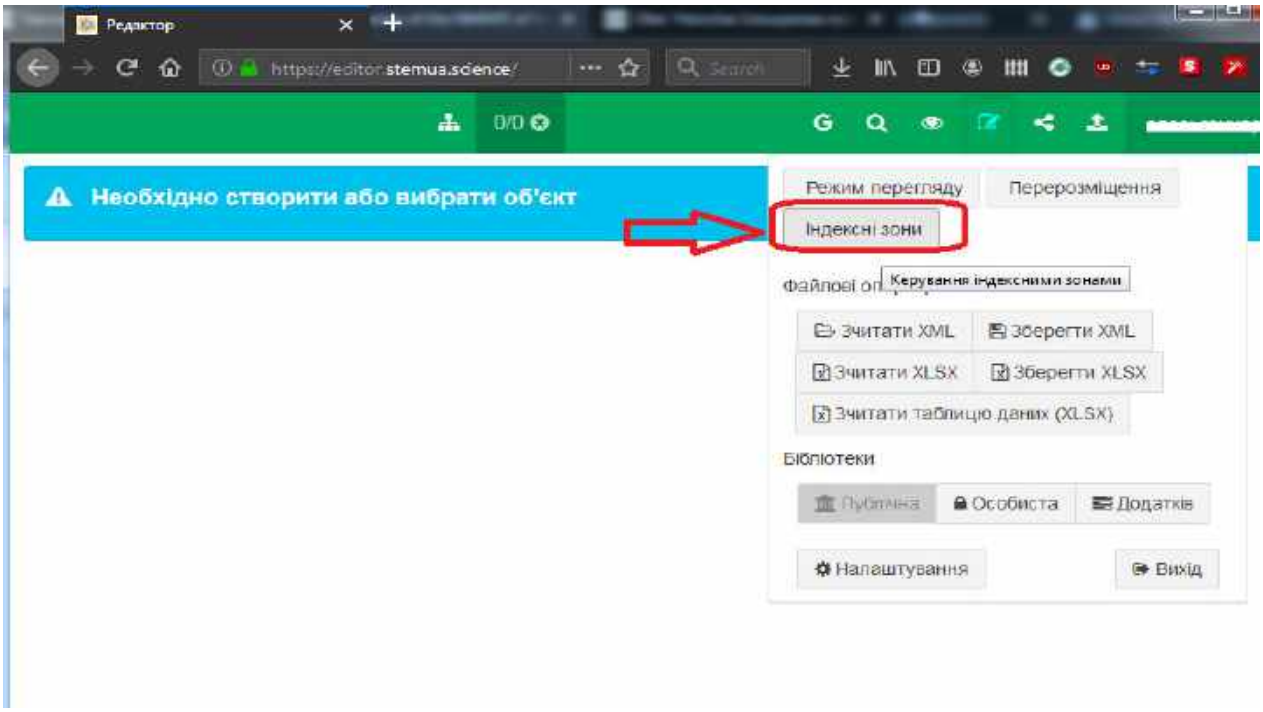


Рисунок 5.37 – Кнопка активації вибору індексних зон

Форма має наступний вигляд (рис. 5.38).

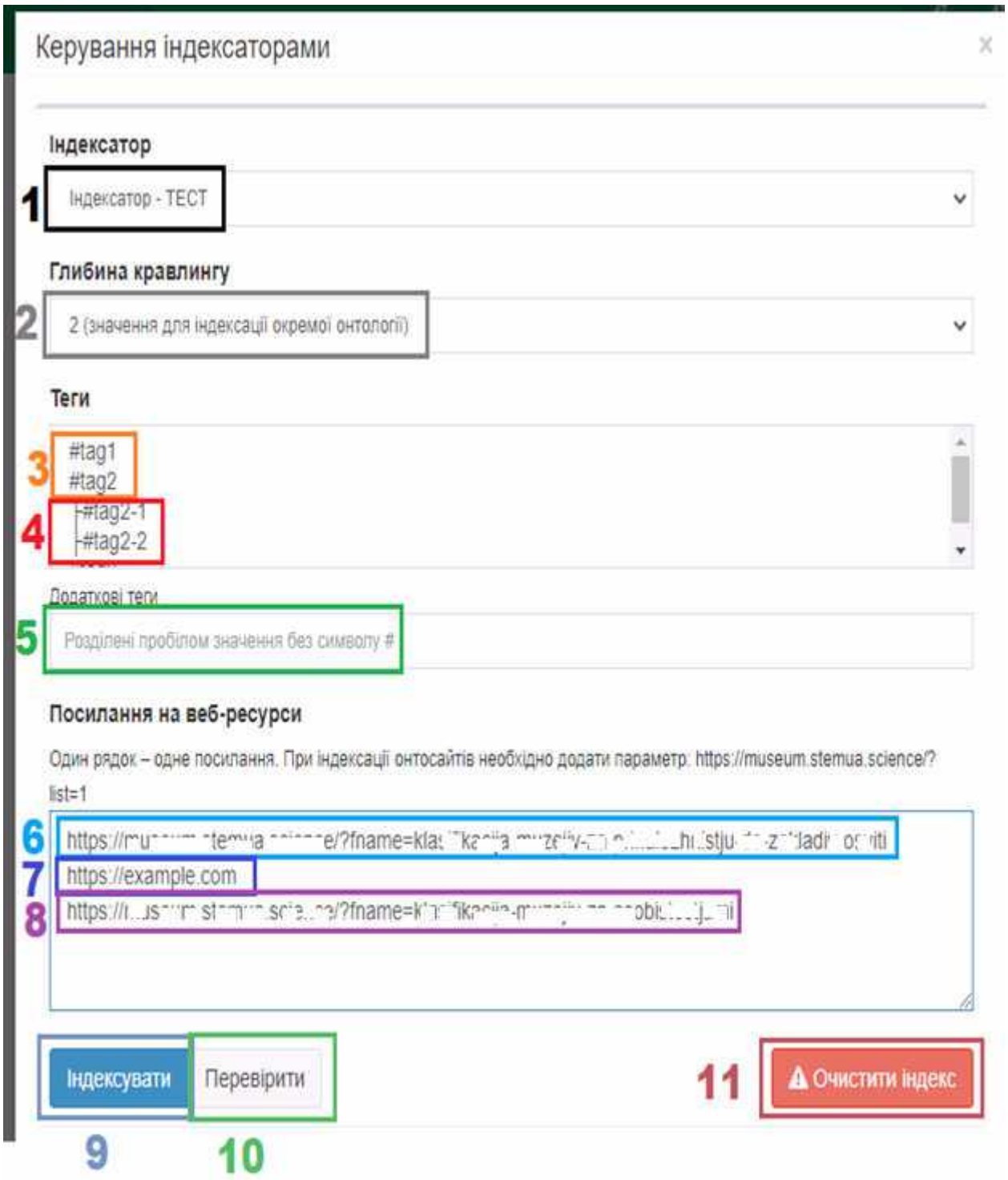


Рисунок 5.38 – Форма керування індексними зонами

Дана форма містить наступні елементи:

1) Перемикач індексних зон, який показує список зон, дозвіл на адміністрування яких надано експерту.
2) Перемикач глибини кравлінгу дозволяє обмежувати обсяг ресурсів, які будуть внесені в індексну зону (рис. 5.39). Глибина кравлінгу 0 позначена як «Тільки вибрана сторінка» – в такому режимі всі посилання,

знайдені в рамках певного ресурсу, будуть ігноруватись. При глибині кравлінгу 1 індексатор буде переходити за посиланнями, наявними в рамках початкового ресурсу, та індексуватиме зв'язані ресурси, але ігноруватиме посилання, присутні в зв'язаних ресурсах. При глибині кравлінгу 2 індексатор переходитиме за посиланнями двічі, і т.д.

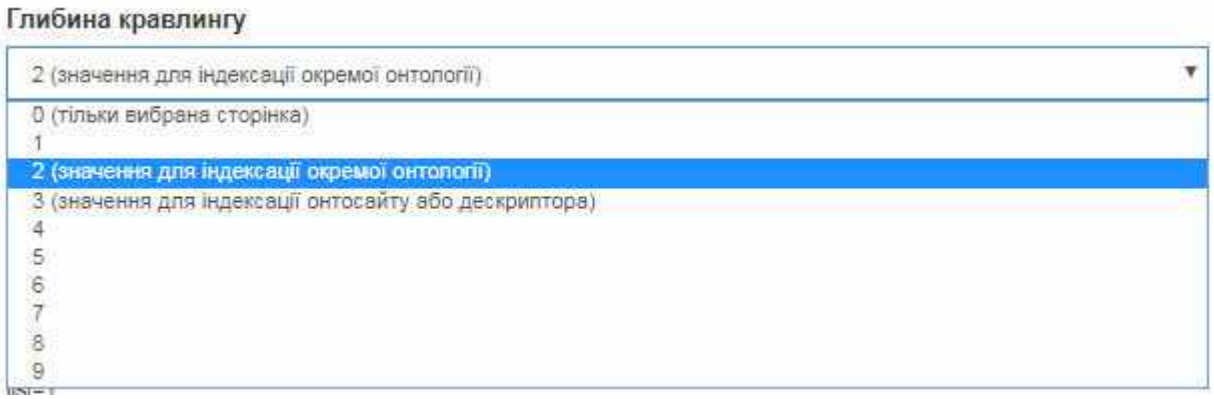


Рисунок 5.39 – Вибір глибини кравлінгу

3) – 4)Вікно вводу тегів відображає ієрархію тегів, вказані для даного індексатора адміністратором. Теги в подальшому відображаються у вікні вибору індексної зони.
5) Додатково користувач може вводити інші теги, не вказані адміністратором. В подальшому для пошуку по таких тегах їх потрібно буде явно вказати в пошуковому запиті (наприклад «|#COVID»).
6) – 7) – 8)Найголовніше поле інтерфейсу керування індексними зонами – це поле введення посилань на інформаційні ресурси. Кожне з посилань треба вводити з нового рядка. Інформаційні ресурси, на які вводиться посилання, мають бути публічно доступними. Індексація ресурсів з обмеженням доступу може бути здійснена виключно адміністратором сервера індексації.
9) Кнопка початку процесу індексування.
10) Кнопка «Перевірити» дозволяє визначити стан індексатора. Індексатор може бути в одному з станів: «Недоступний» (як правило, це означає програмний чи апаратний збій), «Веде індексацію», «Завершив індексацію». Для більш старих версій перевірка стану індексації недо-

ступна, в такому випадку буде відображене повідомлення «Не вдалось визначити стан індексації».

11) Також в, окремих випадках, коли надано таке право від адміністратора, присутня кнопка «Очистити індекс». Вона дає змогу очистити індекс індексатора. УВАГА!!! Індекс буде видалений повністю! Усе що індексувалося до цього буде знищено. Потрібно користуватися, за умови наявності усіх посилань на раніше проіндексовані ресурси, для можливості повторної індексації.

Після введення всіх налаштувань індексації необхідно натиснути кнопку «Індексувати». При цьому буде надіслано запит на сервер індексації, і у випадку успіху буде показане повідомлення, що ресурси успішно додані в чергу на індексацію. Конкретний час, необхідний на індексацію ресурсів, залежить від розмірів інформації в рамках ресурсу, глибини кравлінгу тощо.

Пошук та трансдисциплінарна інтеграція інформації за допомогою сервісів типу «Індексатор»

Пошук інформації здійснюється в рамках індексних зон, кожна з яких представлена певним сервісом типу «Індексатор». Індексні зони можуть задаватись або в налаштуваннях додатку, або в налаштуваннях користувача.

Власне пошук здійснюється з допомогою блоку пошуку, що розміщується в верхній панелі додатку а також в заголовку вікна детального перегляду атрибутів (рис. 5.40).

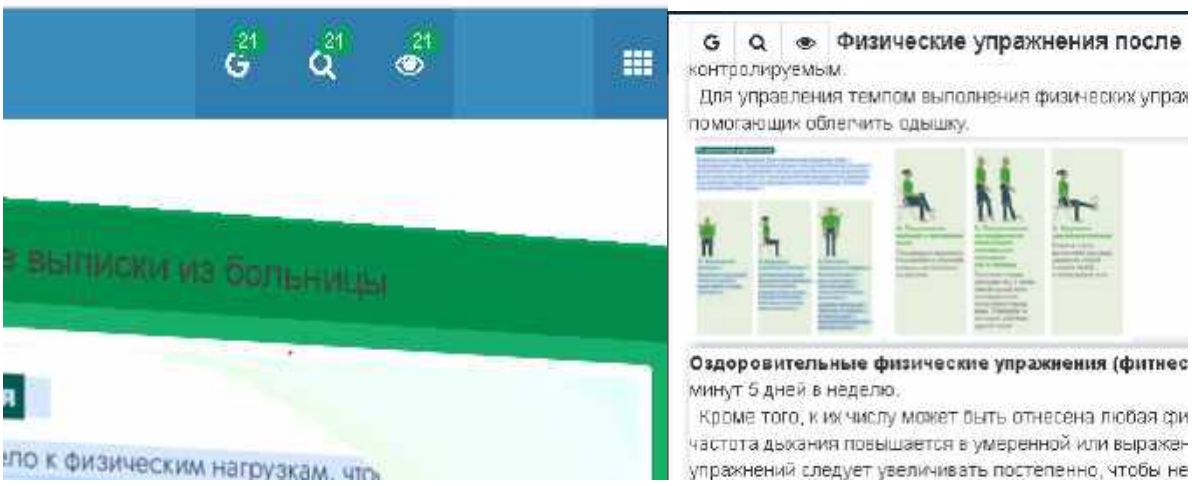


Рисунок 5.40 – Блок пошуку інформації

Кожен з елементів блоку запускає один з режимів пошуку. При запуску пошуку в якості пошукового запиту використовується вибраний в даний момент текст. Механізм вибору має особливості:

– більшість тексту, що відображається в рамках додатку, доступна для виділення мишкою і автоматично перетворюється в пошуковий запит за замовчуванням;

– якщо ввімкнено режим перегляду онтографа, то виділення об’єкту в робочій області використає його ім’я в якості пошукового запиту за замовчуванням. Якщо вибрано кілька об’єктів, то їх імена об’єднуються через пробіл;

– довжина поточного вибраного тексту (в символах) показується у вигляді відміток на кнопках блоку пошуку (рис. 5.40, зліва). Якщо довжина перевищує максимальний розмір пошукового запиту (за замовчуванням – 200), то запит буде обрізаний, а відмітки будуть виділені жовтим.

Першою в блоці пошуку відображається кнопка **зовнішнього пошуку** – Натиск на неї відкриє сторінку Google з вибраним поточним пошуковим запитом. Якщо запит пустий, кнопка не спрацює і буде показане попередження.

Зовнішній пошук застосовується достатньо рідко. Як правило, пошук здійснюється всередині індексних зон, для чого використовуються компоненти внутрішнього і онтологічного пошуку, а в спеціалізованих випадках (для трансдисциплінарної інтеграції) – додаток «Пошукова призма».

Заголовок компоненту пошуку – це набір керуючих елементів, що використовуються компонентами внутрішнього і онтологічного пошуку (рис. 5.41) і містить:

1. Власне поле для вводу пошукового запиту з кнопками виконання пошуку і очистки пошукового запиту.
2. Елемент вибору індексної зони – при його зміні і непустому полі пошукового запиту автоматично запускається індексація.
3. Елемент фільтрації за датою індексації – для індексаторів, що підтримують дану функцію.

4. Елемент вибору мови пошуку – для індексаторів, що підтримують багатомовність.
5. Кнопку відкриття додаткових параметрів – вона розміщується зліва від елементу вибору індексної зони і при натисканні показує/приховує елементи фільтрації за датою і вибору мови пошуку.

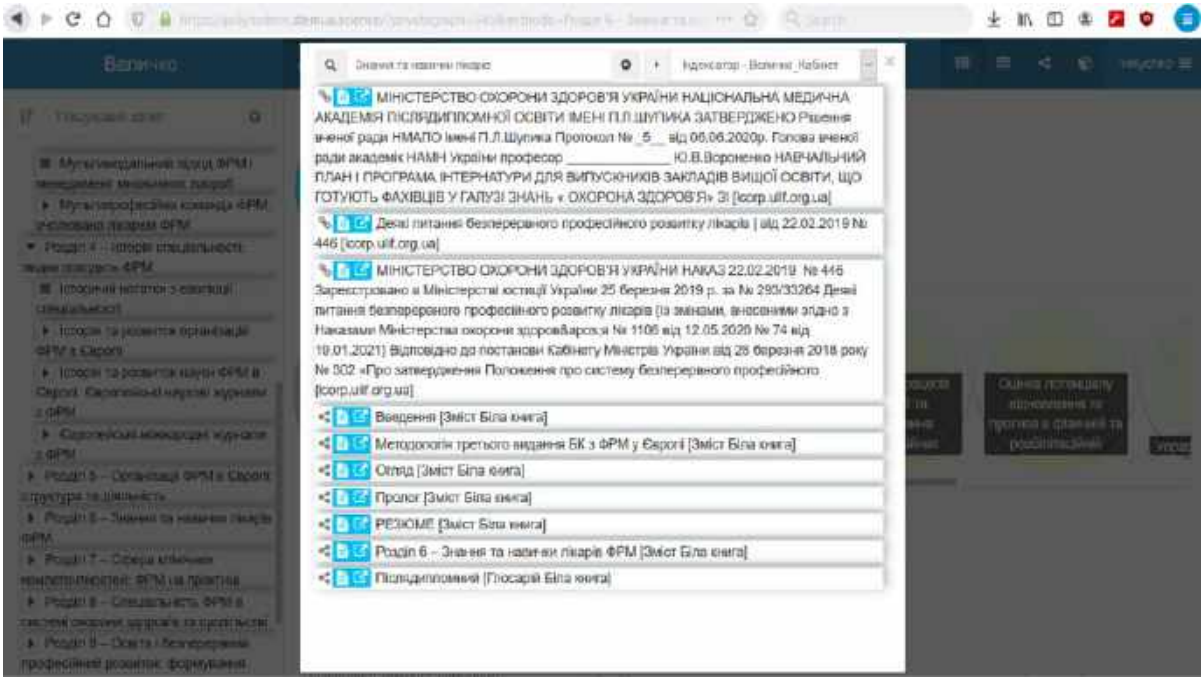


Рисунок 5.41 – Заголовок компоненту пошуку

Компонент внутрішнього пошуку

Вікно компоненту внутрішнього пошуку, що викликається при натисканні відповідної кнопки, має наступний вигляд (рис. 5.42). Особливості роботи компонента:

– Пошукові результати відображаються у вигляді лінійного списку, розділеного на сторінки (50 результатів на сторінку). Перемикання сторінок здійснюється елементами внизу списку;

– Кожен елемент містить:

  – Індикатор типу результату – результат може бути файлом, посиланням або об’єктом онтології. Індикатор показує відповідну іконку типу а при наведенні на нього відображається назва типу;

  – Кнопку «Деталі» – відкриває вікно детального перегляду пошукового результату;

– Кнопку «Перехід» – переходить за посиланням, за яким розміщено отриманий в результаті пошуку об’єкт;
– Назву пошукового результату – назву файлу, заголовок сторінки чи ім’я об’єкту.

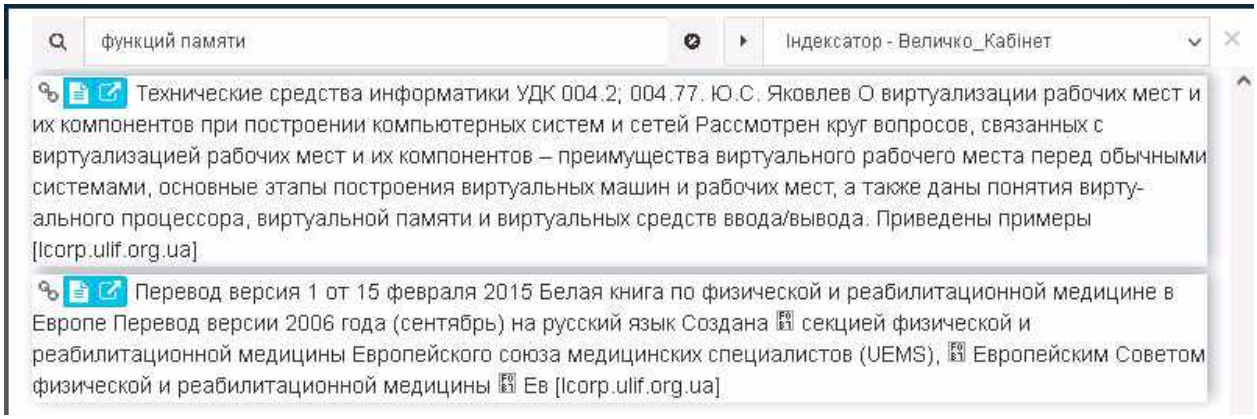


Рисунок 5.42 – Вікно компоненту внутрішнього пошуку

5.6 Підсистема телемедичного супроводження реабілітаційних заходів

5.6.1 Сервіс vHealth.

Підсистема телемедичного супроводження реабілітаційних заходів виконує функцію обслуговування пацієнтів в режимі телемоніторингу, як правило, в домашніх умовах. Важливість телемедичної реабілітаційної технології в умовах COVID – пандемії не треба пояснювати. В усьому світі ця технологія вийшла на перший план і інтенсивно розвивається. В рамках даного проєкту зроблено перший крок в створенні діючої системи, яка обслуговує потреби широкого кругу користувачів, а саме електронна бібліотека з інтелектуальними функціями пошуку.

Електронна бібліотека медіа-файлів підсистеми телереабілітації TISP – сервіс vHealth – це розподілена інформаційна система, що дозволяє зберігати, використовувати та розповсюджувати (функція шерингу) різнорідні колекції електронних документів (відео та аудіо контент) довільних предметних галузей, для дистанційного навчання пацієнтів і їх родичів, зокрема, реабілітаційному комплексу вправ та заходів.

Призначення та функції мережевого засобу vHealth. Одним із основних завдань та призначень сервісу vHealth є інтеграція інформаційних ресурсів і

ефективна навігація в них. Інтеграція інформаційних ресурсів – це їхнє об’єднання з метою використання різної інформації зі збереженням її властивостей, особливостей представлення і можливостей її обробляти. Об’єднання ресурсів може відбуватися як фізично, так і віртуально. Але при цьому таке об’єднання повинно забезпечувати користувачу сприйняття необхідної інформації, як єдиного інформаційного простору: електронна бібліотека повинна забезпечити роботу з базами даних і високу ефективність інформаційних пошуків. Ефективна навігація в електронній бібліотеці – це можливість користувача знаходити інформацію, яка його цікавить, в усьому доступному інформаційному просторі з найбільшою повнотою і точністю при найменших витратах зусиль. Для вирішення цієї задачі, сервіс vHealth використовує інтелектуальний пошук на основі прогностичних моделей дистрибутивної семантики.

Сервіс “Електронна бібліотека vHealth” має наступні функціональні можливості:

– повний контроль над медіа-контентом та даними користувачів;

– підтримка декількох робочих процесів публікації контенту (режиму доступу): загальнодоступний контент (public), приватний контент (private), контент, що не входить до жодного списку та доступний тільки за посиланням (unlisted);

– підтримка декількох медіа-форматів (медіа-типів) даних: аудіо контент, відео контент та в майбутньому планується підтримка текстових документів pdf, docx;

– можливість каталогізації об’єктів контенту і різних їхніх об’єднань (категорії та теги);

– обмін медіа-контентом з використанням спільного доступу до окремих медіа-ресурсів, списків відтворення (плейлистів), категорій, тегів. Автоматична генерація коду для вставки медіа-контенту на зовнішній Web-ресурс;

– інтелектуальний інформаційний пошук в реальному часі на основі прогностичних моделей дистрибутивної семантики (лексичний, символьний та атрибутний пошук);

– функція формування списків відтворення (плейлистів) медіа-контенту із налаштуванням робочих процесів публікації контенту (режиму доступу);

– сучасний дизайн графічного інтерфейсу користувача з підтримкою світлої та темної тем оформлення;

– функція розширеного адміністрування користувачами з використанням окремої панелі адміністратора сервісу;

– функції соціальної мережі: можливість додавати коментарі, вподобання (лайки та дизлайки) та завантаження медіа-контенту на локальний диск;

– наявність профілів кодування медіа-контенту: для кількох розширень (240p, 360p, 480p, 720p, 1080p) та декількох профілів кодування (h264, h265, vp9);

– функція адаптивної потокової передачі медіа-контенту: можливо використання протоколу HLS;

– підтримка багатомовних файлів субтитрів для відео контенту;

– функція поступового завантаження медіа-контенту (так званий chunked file upload);

– протоколювання сеансу роботи користувача із системою з можливістю переходу в кожний з раніше існуючих станів системи;

– маніпулювання зі структурою опису об'єкта медіа-контенту;

– підтримка апарату гіпертекстових і гіпермедійних зв'язків, що забезпечує користувачу оперативний перехід від об'єкта чи деякого його елемента до іншого взаємозв'язаного з ним об'єкту чи елементу.

Графічний інтерфейс користувача мережевого засобу vHealth.

За основу побудови графічного інтерфейсу користувача мережевого засобу vHealth було взято інтерфейс популярної медіа-платформи Youtube, який є еталоном для систем розповсюдження медіа-контенту. Під час розробки графічного інтерфейсу користувача мережевого засобу vHealth було дотримано одну з найважливіших вимог до сучасного графічного інтерфейсу програмної системи – концепцію «роби те, що я маю на увазі» або DWIM (*англ.DoWhatIMean*). Тому система працює передбачувано, щоб користувач заздалегідь інтуїтивно

розумів, яку дію виконає програма після отримання його команди. Це значно полегшує взаємодію користувача з системою та не потребує розробки додаткових методик та настанов користувача для взаємодії з графічним інтерфейсом програмної системи.

Розглянемо основні елементи графічного інтерфейсу користувача мережевого засобу vHealth (рисунок 5.43):

– центральна частина інтерфейсу містить весь медіа-контент доступний для користувача відповідно до його профілю. Медіа-контент (за замовчуванням) розподілено за категоріями;

– частина інтерфейсу зліва містить пункти головного меню мережевого засобу vHealth, зокрема, пункти: “Завантажити” (функція завантаження нового медіа-контенту); “Мої файли” (функція перегляду завантаженого медіа-контенту в профілі користувача); “Мої плейлисти” (формування списків відтворення – плейлистів медіа-контенту із налаштуванням робочих процесів публікації контенту); “Історія” (функція перегляду списку медіа-контенту, що було вже переглянуто); “Персонал” (функція перегляду всіх користувачів сервісу vHealth); “Категорії” та “Теги” (функція каталогізації об’єктів медіа-контенту та різних їхніх об’єднань).

– графічний інтерфейс профілю (облікового запису) користувача наведено на рисунку 5.44. Користувач має доступ до персонального медіа-контенту та має змогу редагувати графічний інтерфейс свого профілю та кожен об’єкт медіа-контенту. Також є доступ до сторінки із списками відтворення (плейлистами) користувача (рисунок 5.45).

На теперішній час, актуальна версія сервісу vHealth доступна за посиланням:https://e-library.ml/

Для початку роботи з сервісом vHealth необхідно бути авторизованим користувачем (увійти), тому було створено обліковий запис для демонстрації роботи сервісу. Авторизуватися можна використавши логін та пароль демонстраційного облікового запису:*ім’я користувача (логін)*: demouser; *пароль*: JyMyuC6nMdD494T; *посилання*: https://vhealth.ai-service.ml/accounts/login/.

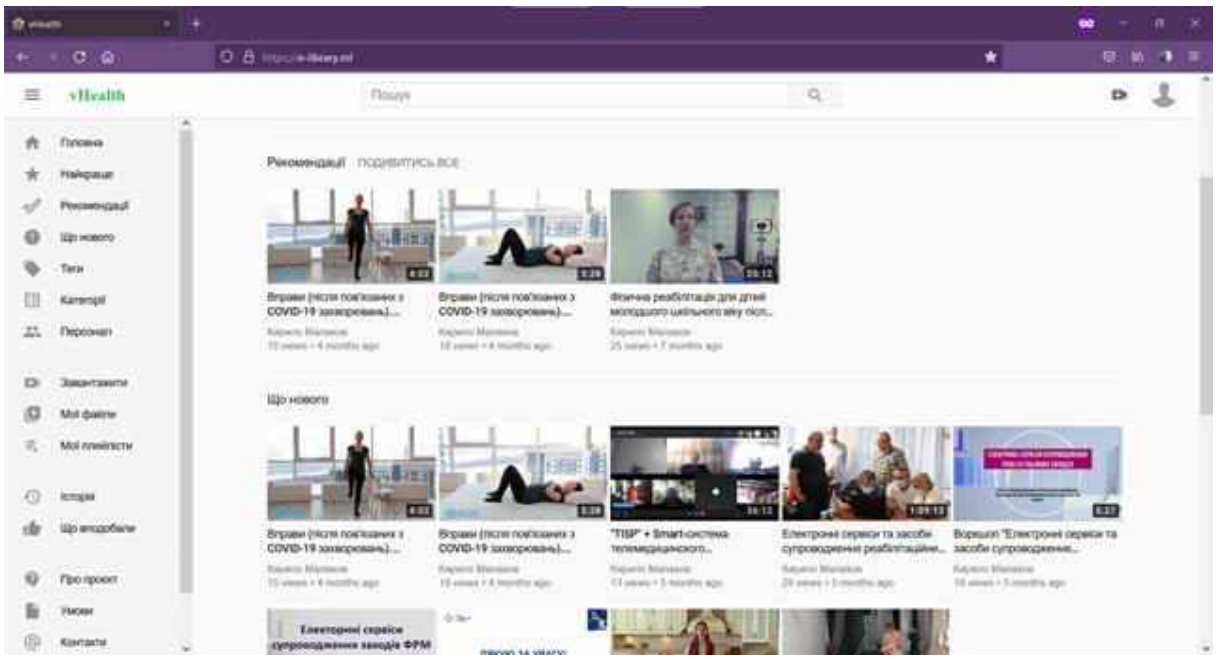


Рисунок 5.43 – Графічний інтерфейс користувача мережевого засобу vHealth (Головна сторінка)

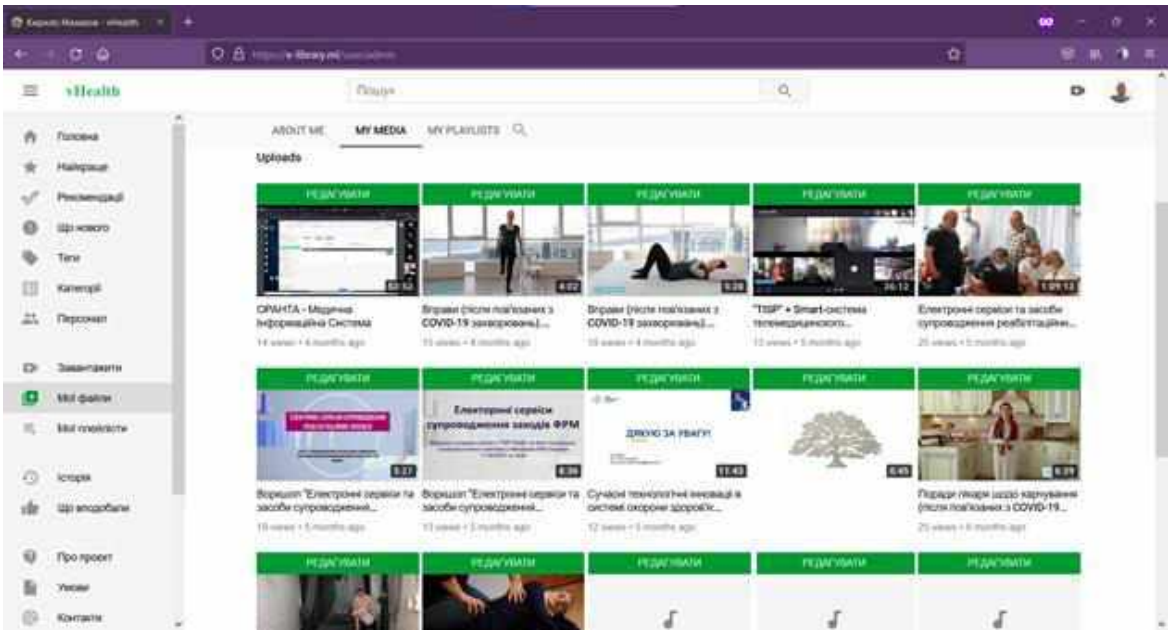


Рисунок 5.44 – Графічний інтерфейс користувача мережевого засобу vHealth (Сторінка профілю користувача)

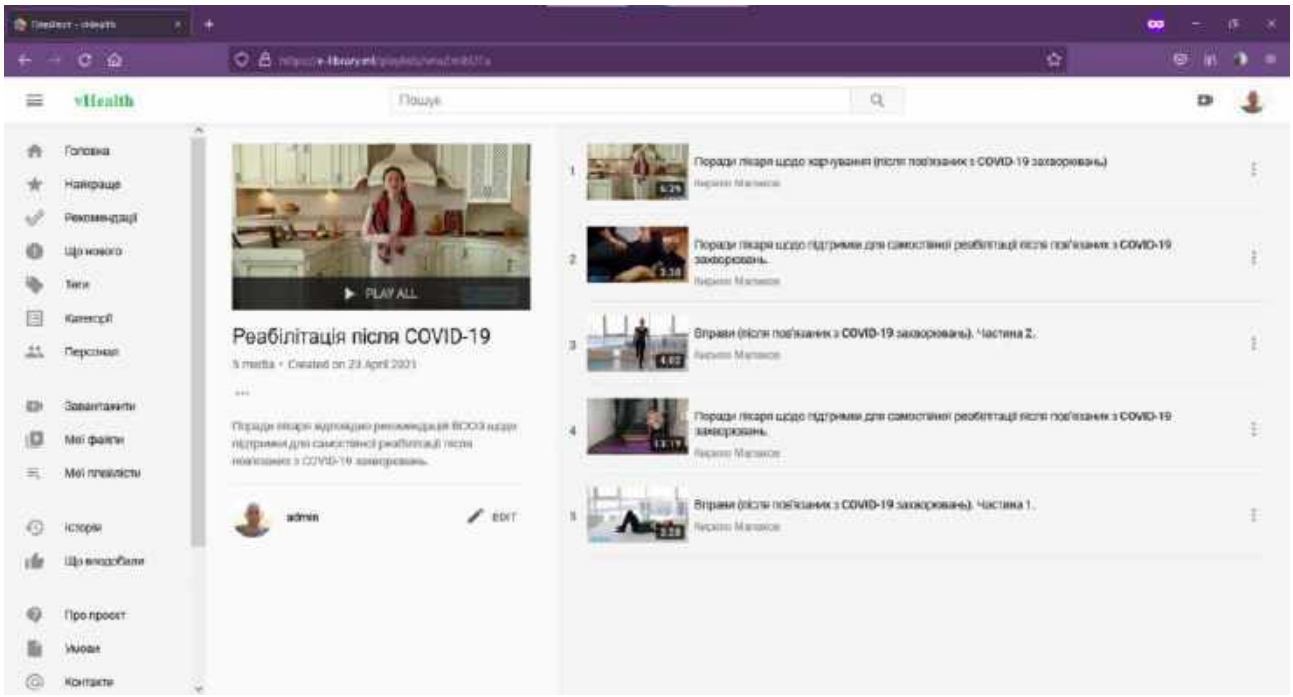


Рисунок 5.45 – Графічний інтерфейс користувача мережевого засобу vHealth (Сторінка профілю користувача із списками відтворення – плейлистами)

5.6.2 СервісUkrVectōrēs

Мережевий засіб UkrVectōrēs (у вигляді веб-сервісу з API (англ. *Application programming interface*, *API*)) – це інструмент, який дозволяє медичним працівникам, зокрема лікарям (реабілітологам, фізіотерапевтам, лікарям лікувальної фізкультури, лікарям лікувальної фізкультури і спортивної медицини, лікарям медико-профілактичного профілів, медичним психологам та фахівцям з організації управляння охороною здоров’я), досліджувати, моделювати та вивчати нові предметні галузі, а також удосконалювати базові теоретичні аспекти функціонування, методології застосування МКФ в практиці, організації надання реабілітаційної допомоги, проведення реабілітаційного обстеження, збирання статистичної інформації, оцінювання якості наданої реабілітаційної допомоги. СервісUkrVectōrēs дозволяє визначати семантичні відношення між словами в рамках прогностичних моделей дистрибутивної семантики, з використанням програмної бібліотеки з відкритим вихідним кодом для обробки та математичного моделювання природної мови gensim [28-30] (яка включає інтер-

фейс прикладного програмування для роботи з алгоритмами Word2vec, fastText та інші).

Можна образно назвати мережевий засіб UkrVectōrēs “семантичним калькулятором”. Користувач може вибрати одну або кілька з ретельно підготовлених прогностичних моделей дистрибутивної семантики (або використати свою модель векторного представлення для слів української мови), навчених на різних корпусах текстів, зокрема, такого набору даних (англ. *Dataset*), як “Біла Книга з Фізичної та Реабілітаційної Медицини (ФРМ) в Європі”.

Мережевий засіб UkrVectōrēs охоплює наступні елементи дистрибутивно-семантичного аналізу:

– обчислення семантичної схожості/близькості між парами слів в рамках обраної прогностичної моделі дистрибутивної семантики;

– знаходження слова, найближчого до заданого (з можливістю фільтрації за алфавітом і коефіцієнтом косинусної схожості/близькості) в рамках обраної прогностичної моделі дистрибутивної семантики (обчислення семантичних асоціатів). Коефіцієнт косинусної близькості слів може приймати значення в проміжку [-1 ... 1]. Якщо коефіцієнт косинусної схожості/близькості сутностей – слів приймає значення в проміжку [-1 ... 0,5] – це свідчить про відсутність схожих контекстів в наборі даних та найменшу семантичну близькість слів. Якщо коефіцієнт косинусної схожості/близькості сутностей – слів приймає значення в проміжку [0,5 ... 1] – це свідчить про наявність схожих контекстів в наборі даних та більшу семантичну близькість слів. Чим більше коефіцієнтом косинусної схожості/близькості наближається до 1, тим більша семантична близькість слів та більше схожих контекстів в наборі даних;

– виконання над векторами слів алгебраїчних операцій (додавання, віднімання, пошук центру лексичного кластера і відстаней до цього центру) в рамках обраної прогностичної моделі дистрибутивної семантики;

– генерування семантичної карти (з використанням програмного інструментарію з відкритим початковим кодом TensorFlow [31], а саме – TensorBoard

[32]) відношень між словами (це дозволяє виявляти семантичні кластери або тестувати гіпотези на таких кластерах);

– отримання вектору (у вигляді масиву чисел) та його візуалізацію для заданого слова в рамках обраної прогностичної моделі дистрибутивної семантики;

– вибору зі списку та завантаження для подальшого використання прогностичної моделі дистрибутивної семантики;

– використання інших прогностичних моделей дистрибутивної семантики, які вільно поширюються, за допомоги налаштування конфігураційного файлу.

Графічний інтерфейс односторінкового застосунку UkrVectōrēs наведено на рисунку 5.46.

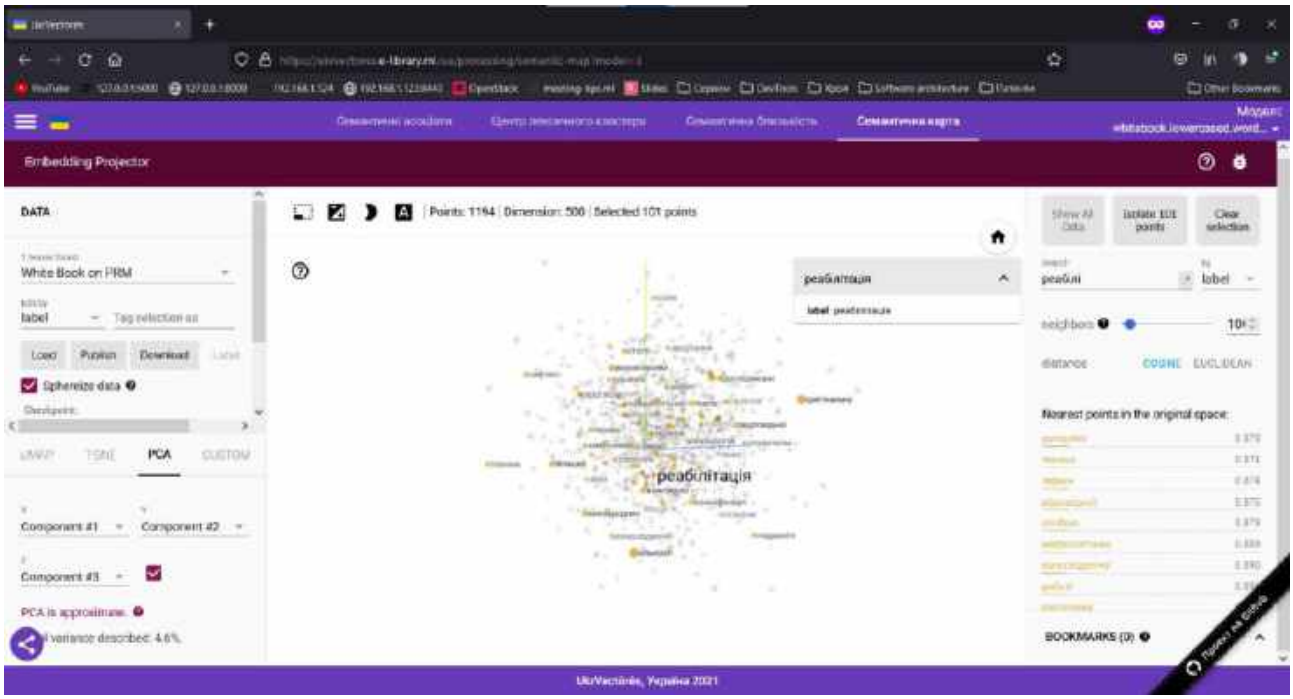


Рисунок 5.46 – Графічний інтерфейс односторінкового застосунку UkrVectōrēs

На теперішній час, актуальна версія сервісу UkrVectōrēs доступна за посиланням та вільна для використання в науково-дослідних та педагогічних цілях: https://ukrvectores.ai-service.ml/.

Методика роботи користувача з графічним інтерфейсом односторінкового застосунку UkrVectōrēs, зокрема, використання функцій (елементів) дистрибутивно-семантичного аналізу текстів природної мови наведена в Додатку Е (до-

ступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-6.pdf).

5.7 Підсистема інформаційно-аналітичної підтримки комплексу діагностичних процедур

В даному розділі розглянуто діагностичні процедури, реалізовані в підсистемі інформаційно-аналітичної підтримки комплексу діагностичних процедур. Сам комплекс діагностичних процедур є допоміжним засобом, який повинен продемонструвати можливості системи TISP для діагностики, контролю, моніторингу реабілітаційних процедур з метою оцінки наявності позитивного реабілітаційного ефекту. Вони включають оцінку ефективності реабілітації та основі показників ЕКГ та ВРС, показників пульсової хвилі (ПХ) та контроль стану пацієнта на основі результатів психофізіологічного тестування (ПФТ).

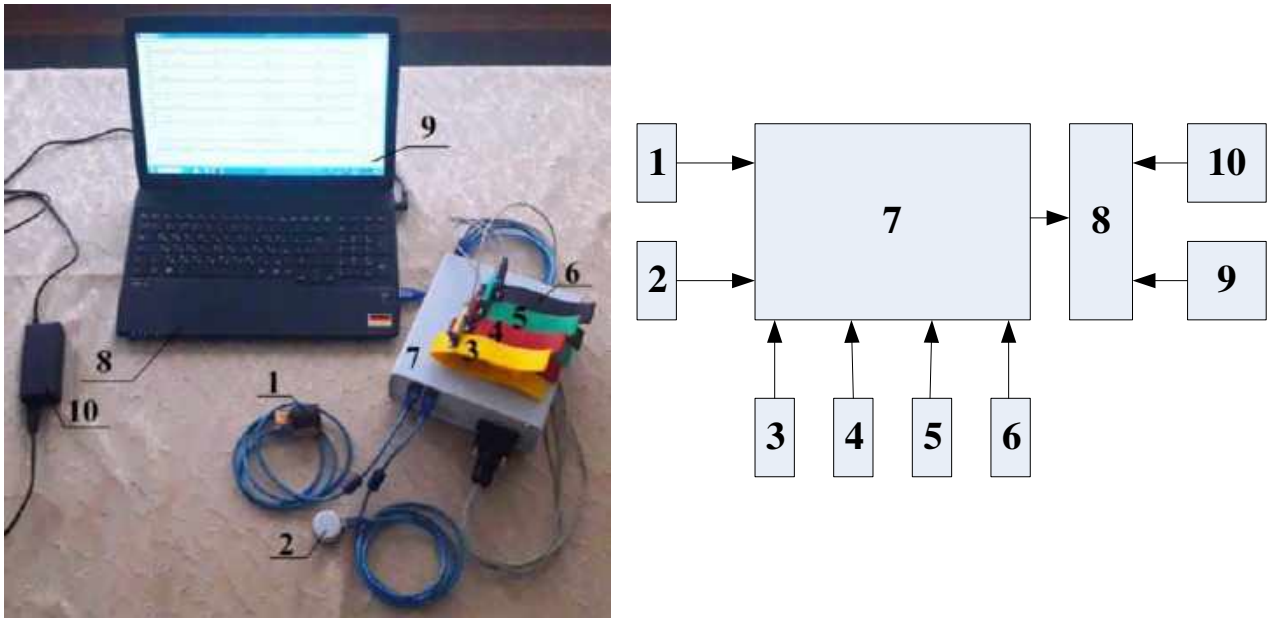
Окремим, дотичним, але актуальним, питанням є демонстрація можливостей даних засобів працювати в умовах телереабілітації, коли пацієнт та лікар застосовують засоби телекомунікаційного зв'язку, зокрема з використанням мережі Інтернет, а також можливості поєднання зазначених методик діагностики із технологіями біологічного зворотного зв'язку. Актуальність методів ЕКГ та пульоксиметрії для реабілітації підтверджується вимогами до оснащення медичних закладів електрокардіографами згідно пакетів медичних гарантій на 2021 рік (див. розд. 8 науково-технічного звіту [33] та колективну монографію [5], нормативна база пакетів медичних гарантій [34]).

5.7.1 ЕКГ- пульсометричні засоби діагностики

Портативний ЕКГ-фотометричний комплекс «КАРДІОПУЛЬС»

Згідно п.2.2.4 ДСТУ 2595-94 це плетизмовазограф, вимірювання в якому здійснюється за зміною оптичної густини досліджуваної ділянки тіла або органу. Це медичний прилад, призначений для діагностики і точкової реєстрації зміни оптичної густини досліджуваної ділянки тіла людини за допомогою двох монохроматичних джерел у червоній області спектра світла і оптоелектричного перетворювача (ОЕП) у відбитому світлі, розміщених з одного боку поверхні

тіла людини. Такий виріб медичного призначення дозволяє реєструвати сигнали пульсуючої артеріальної крові, тобто ПХ в різних ділянках тіла та референтну ЕКГ із записом даних у пам’ять ПК з обробкою сигналів та їх візуалізацією у цифровій та графічній формах. Вимірювання проводять неінвазивно зондуючим пучком світла, без пошкодження шкіри та відбору крові. Загальний вигляд показано на рис. 5.47,а; а блок-схема – на рис. 5.47,б.



А Б

Рисунок 5.47 – Загальний вигляд (А) та блок-схема (Б) приладу: оптичні головки 1- пальцева, 2 – плоска; 3 – 6 – ЕКГ-електроди; 7 – блок обробки сигналів (БОС); 8 – ноутбук; 9 – програма «Pulsewave», 10 – адаптер живлення.

Він містить 2 оптичні головки 1 та 2, які через кабелі з’єднані з 2-ма USB входами БОС 7. Сигнали з оптичних головок та ЕКГ електродів 3-6 надходять в БОС для підсилення, фільтрації та перетворення сигналів в цифрову форму. З БОС цифрові сигнали восьми каналів (6 ЕКГ та 2 пульсових) поступають в ноутбук 8 [35]. Прилад має зв’язок з комп’ютером через USB порт і працює під його керуванням. Дані за допомогою програми 9 реєструються із записом у пам’ять ПК, обробляються та відображаються у програмі обробки.Живлення ноутбуку здійснюється від адаптера 10, живлення БОС –від ноутбука через USB кабель. На рис. 5.48 представлена електрична схема комплексу.

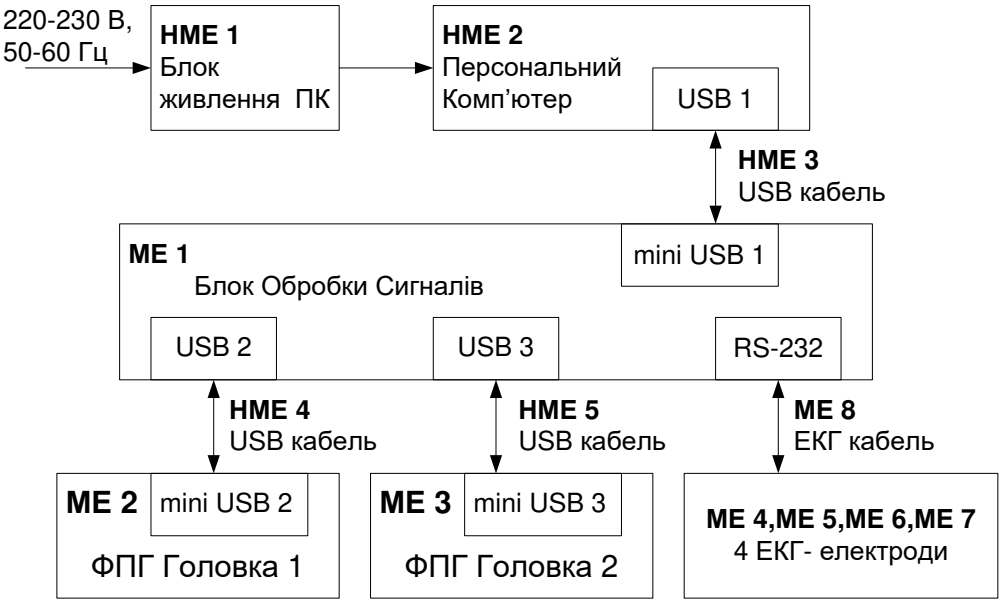


Рисунок 5.48 – Схема медична електрична ЕКГ-фотометричного комплексу

До складу БОС входить мікросхема ADAS1000 (Analog Devices), яка забезпечує підсилення, фільтрацію, перетворення в цифровий 19-розрядний код та його передачу по стандартному послідовному інтерфейсу SPI в мікроконтролер AT91SAM512 (Atmel). Мікроконтролер керує ADAS1000 та передає оцифрований сигнал в ПК через вбудований порт USB.

Структура пакету програм Pulsewave подана на рис. 5.49 [35]. Різні етапи роботи з обробки, аналізу та інтерпретації ЕКГ/ПХ згруповані і реалізовані у вигляді окремих програмних модулів. Вона працює наступним чином: спочатку запускають вікно зі списком пацієнтів, де лікар може працювати з БД, ввести нового пацієнта, обробити його сигнали чи експортувати їх у файл *.ecg.

Вбудоване ПЗ приладу (мікроконтролер) написане у вигляді набору файлів (проєкту) на мові C++ за допомогою WinAVR. Це програмний пакет для операційних систем Microsoft Windows, який включає в себе кроскомпілятор і інструменти розробки для мікроконтролерів серій AVR та AVR32 фірми Atmel. WinAVR і всі програми, що в неї входять, є відкритими, які випущені під ліцензією GNU, але розповсюджуються в скомпільованому вигляді.

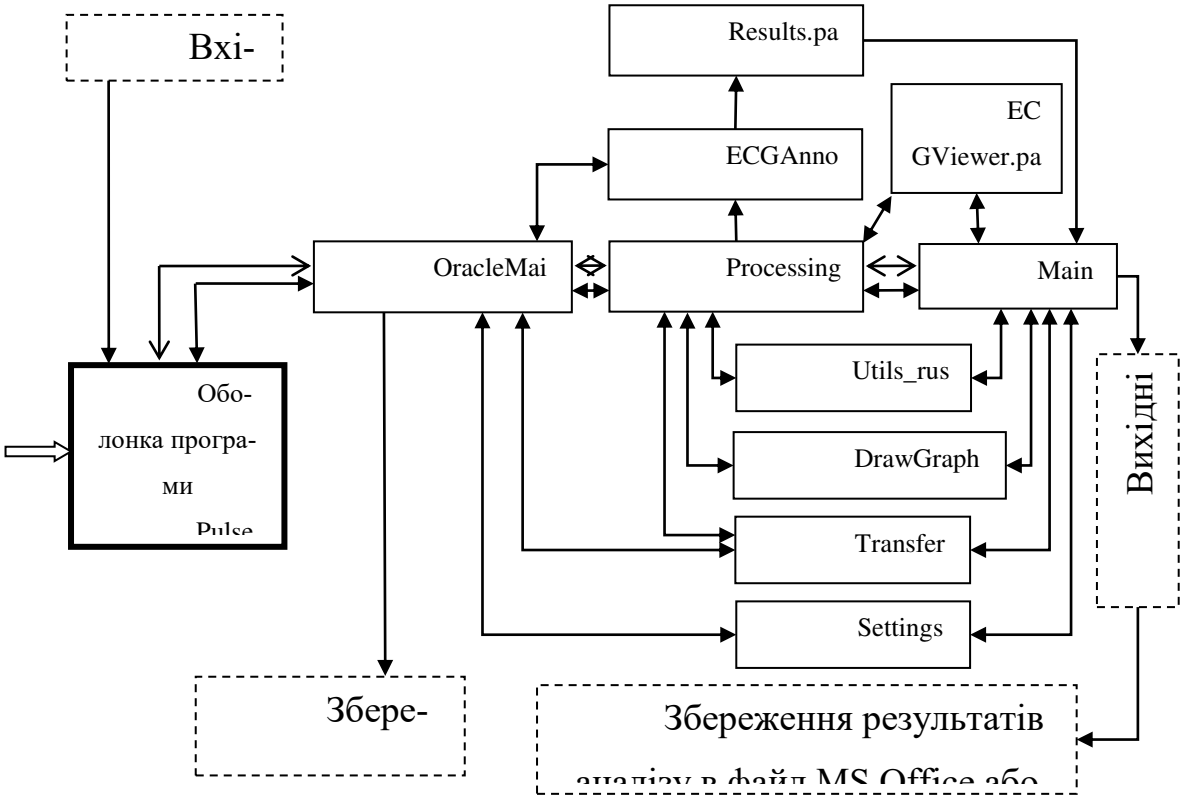


Рисунок 5.49 – Структура та схема роботи пакету програм PulseWave.

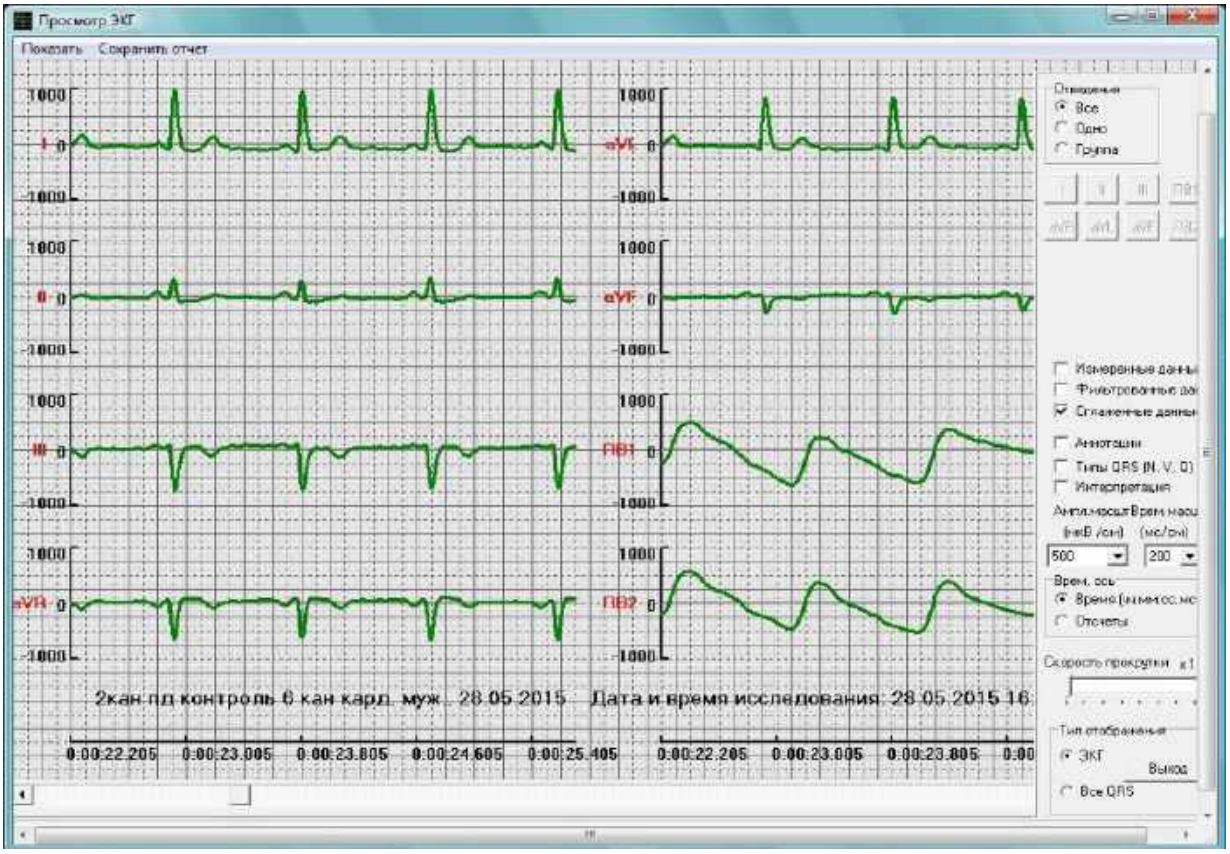


Рисунок 5.50 – Вікно візуалізації зареєстрованих сигналів

Цифрова обробка результатів дозволяє виконувати розрахунок параметрів та оцінку стану судин, зробити як діагностичні, так і прогностичні висновки. На рис. 5.50 наведено вигляд вікна візуалізації 6 ЕКГ (I, II, III, aVR, aVL, aVF) та 2 пульсометричних (ПВ1,ПВ2) сигнали.

Застосування комплексу в реабілітації при різних патологіях

Дослідження ЕКГ і пульсу становить великий інтерес як для лікарів взагалі, так і для реабілітологів. При цьому специфіка наведена нижче:

1) Захворювання серця: тривалість обстеження 1-60 хв, кількість обстежень – як правило одне (за необхідності може бути призначене повторне обстеження), періодичність – не нормується.
2) Визначення функціонального стану (ФС) серцево-судинної системи: тривалість обстеження 1-60 хв, кількість обстежень – не менше 5-ти, періодичність – не нормується.
3) Оптимізації режиму фізичних навантажень у реабілітації: тривалість обстеження – 1-60 хв, періодичність – визначається режимом реабілітаційних вправ, повторні обстеження – не нормуються.

Поєднання з іншими методами діагностики

1) При діагностиці допускається поєднання з будь-якими іншими методами діагностики, як до, так і після ЕКГ+ПХ обстеження.
2) Можливе одночасне поєднання з іншими методами, які не заважають ЕКГ обстеженню, наприклад, вимірювання температури тіла, тиску крові, насиченості крові киснем та подібне.

Діагностичне правило

Діагностичний висновок ґрунтується на величині комплексного показника КПФС згідно правила:

1) якщо значення лежить в інтервалі 100-76 (зелений діапазон) – нормальний ФС серцево-судинної системи, додаткові дії не потрібні;
2) якщо значення лежить в інтервалі 75-51 (жовтий діапазон) – після відпочинку провести повторне дослідження;

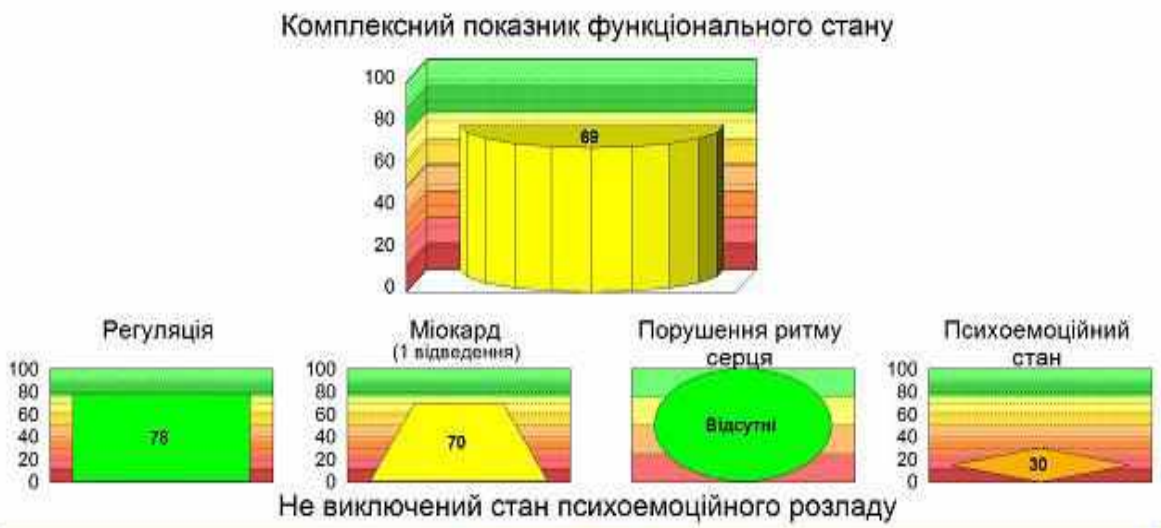
3) якщо значення лежить в інтервалі 50-26 (помаранчевий діапазон) – провести додаткове обстеження за допомогою інших методів діагностики в реабілітаційному чи іншому лікувально-профілактичному закладі;
4) якщо значення лежить в інтервалі 25-0 (червоний діапазон) – негайно провести додаткове обстеження.

Перевагою комплексу «КАРДІОПУЛЬС» порівняно із стандартною 12-канальною ЕКГ є розширений набір показників та поєднана діагностика стану серця та судин. Вона включає такі напрями: аналіз варіабельності ритму серця (ВРС); аналіз амплітудно-часових показників ЕКГ; аналіз порушень ритму серця; аналіз психоемоційного стану за даними ВРС.

Окрім загальноприйнятих показників (тривалість зубців, сегментів, інтервалів, комплексів; амплітуди) досліджується ряд додаткових параметрів ЕКГ**:** стандартне відхилення (міра загальної ВРС), рівень загального адаптаційного потенціалу вегетативної регуляції SDNN, швидкість коливання ЧСС (міра симпатичної активності) LF, абсолютна спектральна потужність регуляції RMSSD, абсолютна спектральна потужність в області ВЧ хвиль, що являє собою міру активності ядер блукаючого нерва (парасимпатична активність) HF, відношення симпатичної і парасимпатичної регуляції LF/HF, індекс балансу відношення симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи BPI, узагальнені ознаки серцевої недостатності за даними всіх зубців у 1 відведенні CH, ентропія, симетрія зубця Т.

Показники ПХ наступні та мають індекси 1(права) та 2 (ліва) рука: АПХ (амплітуда пульсової хвилі), АДХ (амплітуда дикротичної хвилі), ВІ (висота інцізури пульсової хвилі), ІДХ (індекс дикротичної хвилі), ТАФ (тривалість анакротичної фази пульсової хвилі), ТДФ (тривалість дикротичної фази пульсової хвилі), ТФВ (тривалість фази вигнання), ІВХ (індекс висхідної хвилі), ЧН (час наповнення), ТС (тривалість систолічної фази серцевого циклу), ТДФСЦ (тривалість діастолічної фази серцевого циклу),ЧВХ (час відображення пульсової хвилі).

На рис. 5.51–5.52 наведено приклади висновків за результатами обстежень.



Не виключений стан психоемоційного розладу

Варіабельність ритму серця		
Оперативний контроль регуляції	**81**	**Норма**
ЧСС, уд./хв.	76	Норма
SDNN, мс	43	Норма
RMSSD, мс	34	Норма
Индекс напряжения	143	Незначно підвищений
Тріангулярний індекс	8.93	Незначно знижений
PNN50, %	13	Норма
Стан резервів регуляції	**73**	**Незначні порушення**
Вегетативний баланс 1 (LF/HF)	0.81	Незначне
Вегетативний баланс 2 (IBP)	222	Норма
Загальний рівень біоенергетики (TP)	1277	Незначно знижений
Активність вазомоторного центру регуляції	38	Незначно підвищена
Активність підкоркових рівнів регуляції	2	Незначно знижена
Ентропія	0.69	Норма
Фрактальний індекс	0.76	Норма
Інтегральні показники	**88**	**Норма**
Функціональний стан за Баєвським	2	Норма
Комплексний показник регуляції	**78**	**Норма**
Стан міокарда за параметрами електрокардіограми (1 відведення)		
Оперативний контроль стану міокарда	**78**	**Норма**
Інтегральний показник форми ST-T (відведення I)	81	Норма
Індекс співвідношення фаз ЕКГ	0	Виражені порушення
Стан резервів міокарда	**60**	**Незначні порушення**
Індекс амплітуд та площ зубців ЕКГ (відведення I)	33	Помірні порушення
Індекс тривалості інтервалів ЕКГ	84	Норма
Індекс стаціонарності за міокардом	**90**	**Норма**
Комплексний показник стану міокарда (1 відведення)	**70**	**Незначні порушення**
Порушення ритма серця		
Порушення ритма серця		**Відсутні**
Психоемоційний стан		
Ступінь психічного напруження за Машиним	**8**	**Напруження по ЧСС**
Індекс емоційного стану	**0.45**	**Нейтральний**
Психоемоційний індекс	**30**	**Помірні порушення**
Висновок		
Універсальний код: Комплексний показник ФС, %	**69**	**Незначні порушення**

Рисунок 5.51 – Вигляд детального висновку за результатами аналізу ЕКГ показників.

Pulse Wave 1.0				
П.І.Б.	Віктор Гребенюк			
Стать	Чоловіча			
Дата народження	27.12.1993			
Зріст, см				0
Вага, кг				0
Коментар				
Час виміру	05.10.2016 11:29:31			
Пульсова хвиля				
Параметр	Значення	Норма min	Норма max	Комментарі
ЧСС за пульсовою хвилею, уд./хв.	87	60	65	
Швидкість пульсової хвилі (1-2), м/с	-			
Augl (1)	55	60	90	
Augl (2)	64	60	90	
Endotelial (1)	-	130	-	
Endotelial (2)	-	130	-	
Индекс жесткости (1), м/с	-	6	9	
Индекс жесткости (2), м/с	-	6	9	
АПВ (1), мВ	326			
АПВ (2), мВ	850			
АДВ (1), мВ	178	АПВ(1)*0.4	АПВ(1)*0.6	
АДВ (2), мВ	540	АПВ(2)*0.4	АПВ(2)*0.6	
ВІ (1), мВ	171	АПВ(1)*0.56	АПВ(1)*0.76	
ВІ (2), мВ	505	АПВ(2)*0.56	АПВ(2)*0.76	
ІДВ (1), %	52	63	73	
ІДВ (2), %	59	63	73	
ДАФ (1), мс	288			
ДАФ (2), мс	288			
ДДФ(ДФІ) (1), мс	398			
ДДФ(ДФІ) (2), мс	400			
ДПВ (1), мс	686	92	100	
ДПВ (2), мс	688	92	100	
ИВВ (1), %	78	15	24	
ИВВ (2), %	77	15	24	
ВН (1), мс	152	60	120	
ВН (2), мс	160	60	120	
ДС (1), мс	382	ДПВ(1)*0.3	ДПВ(1)*0.35	
ДС (2), мс	382	ДПВ(2)*0.3	ДПВ(2)*0.35	
ДД (1), мс	304	-ДС(1))*0.9	-ДС(1))*1.1	
ДД (2), мс	306	-ДС(2))*0.9	-ДС(2))*1.1	
ВОВ (1), мс	230	30	40	
ВОВ (2), мс	222	30	40	
Результирующее значение, %	**11**	**80**	-	

Рисунок 5.52 – Вигляд висновку за результатами аналізу ПХ показників.

5.7.2 Засоби психофізіологічного моніторингу

У даний час для ПФТ загальновизнаним і широко поширеним є підхід до проведення оцінювання наступних характеристик обстежуваного: когнітивних властивостей (уваги, пам’яті, сприйняття, орієнтації в просторі, просторово-часової екстраполяції), основних властивостей нервової системи (сили нервової

системи, функціональної рухливості та урівноваженості нервових процесів), психомоторних якостей (сенсомоторних реакцій, зорово-моторної координації), адаптаційних резервів організму (резервів вегетативних функцій, стійкості до впливу стресів; стійкості до монотонії), особистісних якостей (агресивності, відповідальності, схильності до ризику) та нервово-психічної стійкості [37].

Але на сьогодні загальна методика ПФТ, яка б враховувала зв'язок між патологіями, тобто реабілітаційним діагнозом та набором та послідовністю тестів, у тому числі з одночасним визначенням функціонального резерву, в літературі відсутня. Тому в роботі [35, 38] поставлено задачу розроблення загальної методики ПФТ для пацієнтів, які проходять реабілітацію на основі оцінки рівня їх психофізіологічних важливих якостей (ПВЯ).

Для цього необхідно виконати такі завдання:

1) визначити ПВЯ, які є найбільш актуальними для реабілітації;
2) вибрати набір тестів, які найбільше підходять для оцінки вибраних ПВЯ;
3) знайти зв'язок між даним реабілітаційним діагнозом і набором тестів.

Для контролю поточного стану пацієнтів, які проходять реабілітацію перспективний програмно-апаратний комплекс «Психолот-1», у якому реалізовані об'єктивні тестові методики дослідження рівня розвитку ПВПФЯ. Комплекс «Психолот-1» сертифікований як медичний засіб і має сертифікат оцінки відповідності вимогам технічного регламенту. Методики включають 19 тестів для оцінки стану пацієнта під час реабілітації. Оцінку проводять на основі реєстрації швидкості та правильності виконання завдань, обчислення інтегрального показника. Методика спрощує та здешевлює ПФТ, підвищує достовірність та об'єктивність висновку щодо стану пацієнта під час реабілітації, що у підсумку підвищує ефективність реабілітації.

На початку тестування пацієнт повинен ознайомитись з інструкцією, яку виводять на монітор, після чого безпосередньо починають процедуру тестування з виконанням об'єктивних тестових методик. Після закінчення виконання тестових завдань, лікар-реабілітолог додатково заносить до БД апаратного ком-

плексу результати спостереження і співбесіди у вигляді формалізованих оцінок у балах для подальшого автоматичного розрахунку інтегральних оцінок та формування висновку. Для забезпечення сумісності результатів та уніфікації показників, усі показники кожної методики перераховують у Т-оцінки

$$T = 50 \pm 10 \times \frac{П - СЗ}{СВ} \tag{5.1}$$

де: Т – показник у Т-оцінках, П – значення показника, СЗ – середнє значення показника у вибірці, СКВ – середньоквадратичне стандартне відхилення. Знак "+" у (5.1) використовують, коли зростання показника свідчить про пряму залежність показника ПВЯ та її інтегральної оцінки. Знак "-" свідчить про зворотну залежність зазначених показників.

Кожна окрема оцінка, отримана в процесі ПФТ, надає інформацію про рівень розвитку певної ПВЯ. Це дає лікарю інформацію про успішність адаптації пацієнта до навантажень та втручань під час реабілітації. У підсумку для кожної ПВЯ розраховують інтегральну оцінку, яка є результатом усереднення показників усіх методик, застосованих для визначення рівня даної ПВЯ.

Далі, для кожної групи характеристик пацієнта (когнітивних властивостей; основних властивостей нервової системи, психомоторних якостей; адаптаційних резервів організму та нервово-психічної стійкості; особистісних якостей) методом математичної згортки інтегральних оцінок ПВЯ, що входять до складу кожної із зазначених груп, розраховують середні інтегральні оцінки для групи індивідуальних характеристик. Загальна інтегральна оцінка є результатом середньозваженої математичної згортки усіх інтегральних оцінок ПВЯ.

Висновок ПФТ формується на підставі 2-х етапного аналізу. На першому етапі (етап скринінгу) проводиться аналіз кожної середньої інтегральної оцінки групи характеристик. Якщо хоча б одна оцінка, що характеризує рівень розвитку або когнітивних властивостей, або основних властивостей нервової системи та психомоторних якостей, або адаптаційних резервів організму та нервово-психічної стійкості, або особистих якостей має Т-оцінку (5.1), меншу 32, фор-

мується висновок, що стан пацієнта важкий та він безумовно потребує інтенсивної реабілітації.

У протилежному випадку проводиться другий етап аналізу. При цьому, якщо значення загальної інтегральної оцінки менше 45, формується висновок що стан пацієнта середньої тяжкості. За умови, коли значення загальної інтегральної Т-оцінки знаходиться в діапазоні від 45 до 48, формується висновок, що пацієнт має порушення легкого ступеня тяжкості, але все ще потрібно проходити реабілітацію. Якщо загальна інтегральна Т-оцінка більше 48, формується висновок про те, що пацієнт практично відновився і більше не потребує реабілітаційних процедур.

5.7.3 Оцінювання фізіологічного ефекту реабілітації

Перспективним для реабілітації є застосування дистанційного моніторингу виконання реабілітаційної програми за допомого телемедичних технологій. Крім того, підвищення ефективності медичної реабілітації можливе за рахунок впровадження БЗЗ. У цьому зв’язку при виконанні Етапу 1 було запропоновано відповідний спосіб реабілітації [39], згідно якого для здійснення вдосконаленої реабілітаційної БЗЗ-процедури експертна система приймає реальні значення фізіологічних показників пацієнта, які є результатом виконання завдання щодо уявного значення цих фізіологічних показників, здійснює розпізнавання корисної інформації та виробляє і передає пацієнтові інформаційні повідомлення для направленої поведінки пацієнта. Недолік полягає у тому, що спосіб передбачає застосування досить складного середовища проєктування і використання експертних систем, а також він не оцінює ефект реабілітації.

Ми вважаємо, що зазначений ефект можна встановити на основі вивчення динаміки змін функціонального стану (ФС) пацієнта протягом реабілітації, для чого доцільно використати методи, які оцінюють ФС серця. Наприклад, у [40] було запропоновано спосіб у якому за даними ЕКГв одному чи декількох стандартних відведеннях у 3-х станах (спокій, навантаження, реституція) визначають ЧСС та 10 амплітудно-часових параметрів ЕКГ кривої, потім обчислюють їх відношення для станів «навантаження/спокій» та «навантаження/реституція»,

визначають ступінь фізіологічної ціни наростання (спадання) навантаження – «низький», коли всі відносні показники менші 0,8 чи більші 1,2, «середній» – якщо не менш ніж один відносний показник знаходиться у діапазоні 0,8-1,2, та «високий» – якщо не менш ніж один відносний показник більший1,2 чи менший 0,8. На цій основі роблять висновок, що фізіологічна ціна навантаження низька (середня чи висока), якщо ціни наростання та спадання низькі (не менш ніж одна ціна середня чи висока).

Для потреб реабілітації [40] потрібно адаптувати для визначення фізіологічного ефекту реабілітаційних заходів, а також застосувати узагальнений діагностичний критерій (ДК), аналогічний як в UA108766. Тому було запропоновано спосіб оцінювання фізіологічного ефекту фізичної та психологічної реабілітації з використанням БЗЗ та телекомунікаційних засобів на основі застосування системи шкалювання малих змін ЕКГ та оцінювання ФС стану серця з метою моніторингу ефективності виконання пацієнтом реабілітаційної програми [41, 42].

Основна суть цієї методики наступна:

Пацієнт проходить курс реабілітації щодо психологічних розладів, захворювань серцево-судинної системи, органів дихання, опорно-рухового апарату. Він перебуває за межами реабілітаційного закладу на відстані від місця перебування лікаря, зокрема у домашніх умовах та виконає такі дії:

1) реєстрації ЕКГ сигналу пацієнта безпосередньо перед виконанням реабілітаційних вправ та проведенням реабілітаційних втручань щонайменше в одному ЕКГ відведенні,
2) оцінювання початкового ФС пацієнта на основі оригінальної системи шкалювання малих змін ЕКГ з обчисленням узагальненого діагностичного критерію, при цьому роблять висновок, що ФС: 1) нормальний, 2) порушений незначно, 3) помірно чи 4) суттєво, якщо значення узагальненого ДК для поточного стану знаходиться в діапазоні, відповідно $75<ДК<100$, $50<ДК<75$, $25<ДК<50$ чи $ДК<25$,
3) проведенні над пацієнтом комплексу реабілітаційних втручань,

4) реєстрації ЕКГ сигналу після реабілітаційних втручань згідно п.3.
5) обчисленні відношення значень узагальнених ДК для станів «одразу після втручання/ початковий стан», і на цій основі формулюванні висновку про покращення, відсутність змін чи погіршення ФС пацієнта після реабілітаційних втручань, коли зазначене відношення відповідно менше 0,8, знаходиться у діапазоні 0,8-1,2 чи більше 1,2,
6) пацієнт виконує комплекс реабілітаційних вправ за допомогою навчальних програм, які передаються на його комп'ютер чи мобільний пристрій телекомунікаційними засобами,
7) здійснення БЗЗ в реальному часі з використанням методів візуалізації на основі когнітивної графіки, яка реалізує «світлофорну» логіку та надає пацієнту та лікарю інформацію про погіршення, покращення, чи відсутність змін ФС пацієнта у наочній формі кольором на моніторі (дисплеї, екрані), на основі чого
8) здійснення за допомогою БЗЗ коригування по меншій мірі частоти, інтенсивності, чи тривалості виконання реабілітаційних вправ,
9) реєстрації ЕКГ сигналу після проведення реабілітаційних вправ згідно п.3,
10) обчисленні відношення значень узагальнених ДК для станів «перед початком вправи/ одразу після вправи», і на цій основі роблять висновок про покращення, відсутність змін чи погіршення ФС пацієнта після реабілітаційних вправ, коли зазначене відношення відповідно більше 1,2, знаходиться у діапазоні 0,8-1,2 чи менше 0,8,

Також здійснення БЗЗ може бути і в оф-лайн режимі після закінчення сесії реабілітаційних вправ,

Новизна пропонованого способу полягає у:

1) використання когнітивної графіки на основі «світлофорної» логіки та надає інформацію про погіршення, покращення, чи відсутність змін ФС пацієнта у наочній формі,

2) для оцінювання фізіологічного ефекту реабілітаційних втручань та вправ адаптовано методику оцінки ФС серця, розкриту в патенті UA 54185U.
3) можливість здійснення способу поза межами реабілітаційного закладу на відстані від місця перебування лікаря, у тому числі в домашніх умовах.
4) здійснення БЗЗ як під час, так і в оф-лайн режимі, тобто після закінчення сесії реабілітаційних вправ.

Корисний ефект:

5) підвищується ефективність реабілітаційних вправ на основі використання БЗЗ за рахунок коригування інтенсивності, частоти та/або тривалості виконання вправ,
6) підвищується безпечність реабілітаційних вправ використання БЗЗ за рахунок вчасного попередження пацієнта реальному часі про погіршення його стану під час виконання вправ, і внаслідок цього своєчасне припинення виконання вправи,
7) покращується прихильність пацієнта до процесів реабілітації за рахунок застосування телекомунікаційних засобів та когнітивної графіки.
8) зменшується ризик захворіти на інфекційне захворювання, що особливо важливо в умовах пандемій, зокрема вірусу COVID-19, за рахунок проведення реабілітаційних процедур у домашніх умовах без перебування пацієнта у реабілітаційному закладі.

В результаті методика надає рекомендації щодо допустимого рівня навантажень в різних умовах реабілітації. Так, при покращенні ФС стану пацієнта доцільно продовжувати застосування даного виду вправ, при відсутності змін ФС – потрібно проаналізувати доцільність подальшого застосування таких вправ у даному режимі. При погіршенні ФС, тобто негативному фізіологічному ефекті потрібно відмовитися від даного режиму виконання вправи, або навіть від виконання даної вправи взагалі. В найгіршому випадку перенавантаження

може спричинити до раптового серцевого нападу чи інших серцевих подій, загрозливих для життя людини.

Отже, розглянуті три методики – ЕКГ, пульсометрія та ПФТ, можуть бути застосовані для діагностики під час реабілітації. Вони можуть бути поєднані з телемедичними засобами та БЗЗ. При телереабілітації пацієнт або самостійно, або за допомогою медсестри чи іншого члена родини може проводити реєстрацію зазначених сигналів. Потім він засобами мережі Інтернет через комп'ютер чи бездротовим зв'язком через мобільний телекомунікаційний пристрій (смартфон, планшет) передає зареєстровані сигнали лікарю. В іншому варіанті він отримує у себе після аналізу висновок за результатами обстежень, який надсилає лікарю.

Зв'язок з інтерфейсом системи TISP здійснюється за рахунок того, що висновки за результатами обстежень, які експортується у вигляді pdfфайлів, реально передаються не прямо лікарю, а на сервер, де розміщена система TISP. На сервері зберігання даних пацієнтів організоване за допомогою хмарного сервісу, а тому є доступними лікарю-реабілітологу [43].

5.7.4 Дослідження систем з біологічним зворотнім зв'язком

Згідно до даних Всесвітньої організації охорони здоров'я потреби в реабілітації залишаються незадоволеними через ряд факторів, серед яких [44]: недоступність реабілітаційних служб поза міських районів і тривалий час очікування; високі витрати або недостатність фінансування; відсутність кваліфікованих реабілітологів – у багатьох країнах на 1 мільйон людей припадає менш ніж 10 кваліфікованих фахівців; низький рівень наукової роботи й збору даних, що стосуються реабілітації; неефективні механізми надання послуг реабілітації.

Наявні недоліки обмежують ефективність всіх відомих способів медичної реабілітації. Неінвазивність, нетоксичність, надійність і ефективність підвищують затребуваність біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ) та роблять БЗЗ-методи одними з найбільш перспективних при лікуванні багатьох хронічних захворювань в області неврології, кардіології, урології, гастроентерології, геріатрії, педіатрії та у реабілітаційній і превентивній медицині.

Тому, в якості варіанта супроводжувальної (відносно TISP) системи рекомендуємо систему Biofeedback, яку включено в перелік офіційно застосованих в медичній практиці як в Європі, так і в США. Biofeedback – це система з відкритим доступом, зручна для широкого користування.

BCI2000 – система для нейрофізіологічних досліджень

Загальна характеристика BCI2000

Національний центр адаптивних нейротехнологій (NCAN) став піонером технічних досягнень в апаратному й програмному забезпеченні, яке може підтримувати складні взаємодії з нервовою системою. Ґрунтуючись на цих досягненнях, NCAN розробив ядро фізіологічних, поведінкових, анатомічних і клінічних методів взаємодії зі ЦНС і застосував ці методи в дослідженнях на пацієнтах і клінічних випробуваннях. NCAN активно підтримує досконалу програмну платформу для збору, аналізу й зворотного зв’язку біосигналів у реальному часі.Ця платформа стала стандартною технологією для взаємодії мозку й комп’ютера й пов’язаних з нею нейротехнологічних досліджень і розробок в усьому світі.

NCAN надає *платформу BCI2000* безкоштовно для некомерційних дослідницьких, освітніх цілей і клінічних груп. Вона надана більш 6000 користувачам по усьому світу.

BCI2000 – це універсальна програмна система для фундаментальних і клінічних нейрофізіологічних досліджень, для дослідження інтерфейсу мозок-комп’ютер (рис. 5.53[45]).Її також можна використовувати для збору даних, подання стимулів і моніторингу мозку.

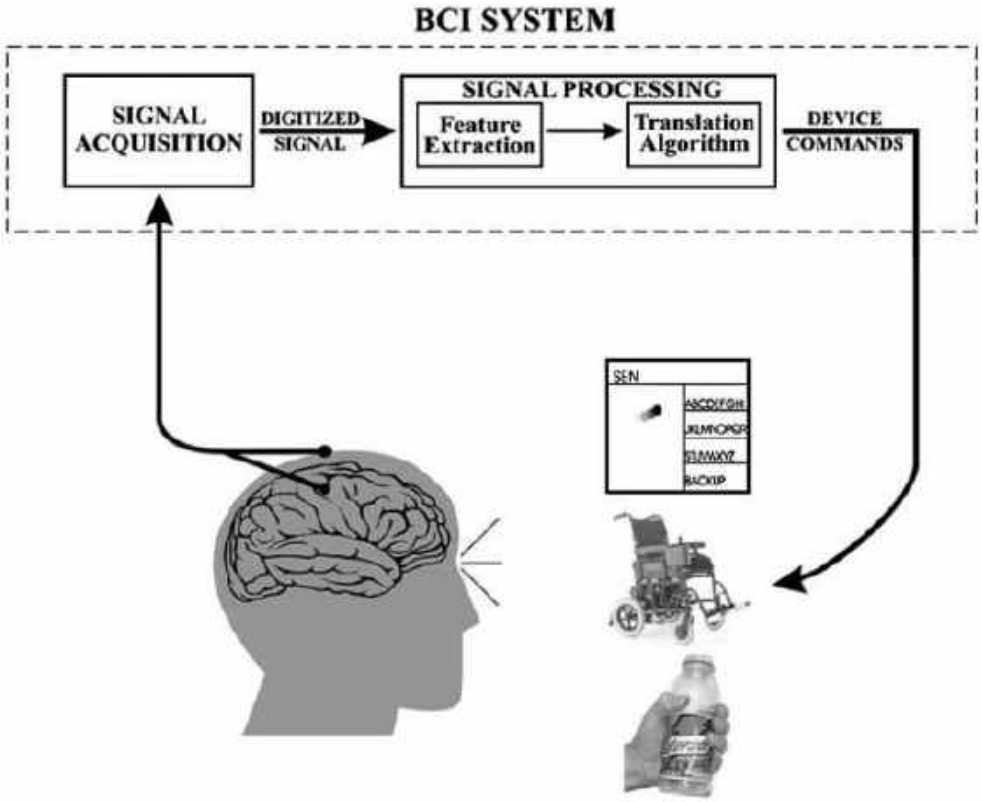


Рисунок 5.53 – Загальна структура BCI системи

BCI2000 включає програмні інструменти, які можуть збирати й обробляти дані, представляти стимули й зворотний зв'язок, а також управляти взаємодією із зовнішніми пристроями, такими як роботизовані руки. BCI2000 – це система реального часу, яка може синхронізувати ЕЕГ і інші сигнали із широким спектром біосигналів і пристроїв уведення, таких як миші або айтрекери. Інфраструктура BCI2000 включає потужну підтримку, в тому числі онлайн-документацію з вікі й форум BCI2000 з більш ніж 6000 повідомленнями.

https://www.neurotechcenter.org/

Веб-сайт і завантаження: http://bci2000.org/

Документація: http://doc.bci2000.org/

Форум підтримки користувачів: http://bbs.bci2000.org/

В табл. 5.1 наведено вміст головної сторінки BCI2000 для користувача. Зокрема, для початку роботи з системою BCI2000, перш за все необхідно зареєструватись, заповнити інформацію і пароль користувача, погодитись з ліцензійною політикою власника системи та отримати доступ до вихідного коду BCI2000.

Довідкова інформація для користувачів допоможе настроїти й провести експерименти з BCI2000, використовуючи файли, що виконуються, які поставляються з двійковим дистрибутивом. Для користувачів доступною є інформація з наступних тем.

Довідник користувача: Модуль оператора :

Редагування параметрів,

збереження й завантаження файлів параметрів,

запуск і зупинка BCI.

Довідник користувача: Сценарії модуля оператора : автоматичне виконання операторських завдань.

Довідник користувача: Параметри командного рядка модуля: зміна поведінки модуля за допомогою параметрів командного рядка.

Довідник користувача: Формати файлів даних: Формати файлів, підтримувані BCI2000.

User FAQ : Питання, які часто задають про використання BCI2000.

Налаштування онлайн-системи

Фільтри BCI2000 : Будь-яка конфігурація BCI2000 складається з різних фільтрів у модулях збору даних, обробки сигналів і додатків. Ці фільтри визначають, з якого пристрою BCI2000 одержує дані, який формат даних використовує для зберігання даних, які алгоритми витягу й перетворення функцій він використовує для перетворення сигналів мозку в команди пристрою і який тип зворотного зв’язку надається користувачеві. На цій сторінці представлений огляд усіх фільтрів, які в цей час доступні в дистрибутиві BCI2000.

Довідник користувача: Параметри надає покажчик параметрів конфігурації, які присутні у компонентах BCI2000.

Довідник користувача: "Стани" містить покажчик змінних стану, присутніх у компонентах BCI2000.

Довідка користувача: зміни параметрів для версії 2 допомагають перенести експерименти з BCI2000 версії 1 на версію 2.

Таблиця 5.1 – Головна сторінка BCI2000

Початок роботи з BCI2000

■ Створити або змінити обліковий запис користувача ,

■ Завантажте двійкові файли BCI2000 ,

■ Пройдіть вступний тур BCI2000, щоб дізнатися про використання BCI2000,

■ Отримайте доступ до вихідного коду BCI2000 .

Адаптивні нейротехнології

Вступ в адаптивні нейротехнології:

■ Нейровізуалізація і нейромодуляція,
■ Заміна та відновленнявтрачених функцій,
■ Покращення, посилення та доповнення природніх функцій

Довідковий посібник користувача

Довідкове керівництво користувача описує всі подробиці про конфігурацію системи і використання:

■ Онлайн-довідка про систему,
■ Фільтри та параметри,
■ Довідка про інструменти BCI2000.

Підручники для користувачів

Навчальні посібники для ваших перших успішних експериментів:

■ Підручник із Mu Rhythm BCI
■ P300 BCI Tutorial.. Вступ в аналіз
■ та інтерпретацію даних:
■ Підручник з аналізу даних

Довідник з програмування

Посилання програмування надає інформацію для розробників:

- Доступ та компіляція вихідного коду,
- Інтерфейс програмування фільтрів,
- Підручники з програмування.

Будівництво і настройка Howto проведе через , процес створення і налаштування BCI2000 від джерела.

Технічна довідка

Технічне довідкове керівництво містить інформацію про

■ Проєктування онлайн-системи BCI2000
■ Визначення протоколу передачі,
■ Зовнішні інтерфейси.

Додаткова інформація

- Форум спільноти BCI2000 ,
- Надішліть звіт про помилку
- (переконайтеся, що ви увійшли),
- BCI2000 Часті запитання ,
- BCI2000 Глосарій термінів, характерних для BCI2000,
- Інформація про ліцензування .

Особливості системи

Функції, які підтримає BCI2000:

- Системи сбору даних,
- Сигнали мозку,
- Парадигми,
- Компоненти та виправлення BCI2000, внесені користувачами

Використання BCI2000 Tools

Посилання на користувача: BCI2000 Сертифікація : Вимір часових характеристик системи BCI2000.

Довідка користувача: BCI2000Launcher : зручний запуск модулів BCI2000 із графічного інтерфейсу.

Довідка користувача: BCI2000Viewer : перегляд сигналів, записаних за допомогою BCI2000.

Довідник користувача: BCI2000FileInfo : перегляд і витяг інформації про параметри з файлів даних BCI2000.

Довідник користувача: BCI2000Export : експорт файлів даних BCI2000 у різні формати.

Довідник користувача: BCI2000 Offline Analysis : аналіз файлів даних в автономномурежимі, щоб визначити кращі функції для онлайн-розпізнавання.

Довідник користувача: Eloc Helper : створення й зміна файлів монтажу.

Довідка користувача: EEGLabImport : зчитування даних BCI2000 в Eeglab.

User_Reference: Інструменти Matlab : Виконуйте автономний аналіз даних і управляйте інформацією у файлах BCI2000, використовуючи функції Matlab.

Довідка користувача: файли MEX Matlab : доступ до даних BCI2000 з Matlab.

Довідник користувача: Обработка командного рядка : Скомпілюйте фільтри BCI2000 в файли, що виконуються для автономної обробки.

Навчальний посібник: BCI2000 Tour [46]

BCI2000 Tour демонструє використання BCI2000 без необхідності в устаткуванні для збору даних. З точки зору функціональності BCI2000 (рис. 5.54 [45]) складається із чотирьох, взаємодіючих між собою, модулів: оператора, джерела, обробки сигналів і додатка. Модуль оператора діє як центральний контролер для настроювання системи й онлайн-подання результатів дослідникові. Під час роботи інформація (тобто сигнали, параметри або маркери подій) пере-

дається від джерела до обробки сигналів і далі до додатка й повернення до джерела.

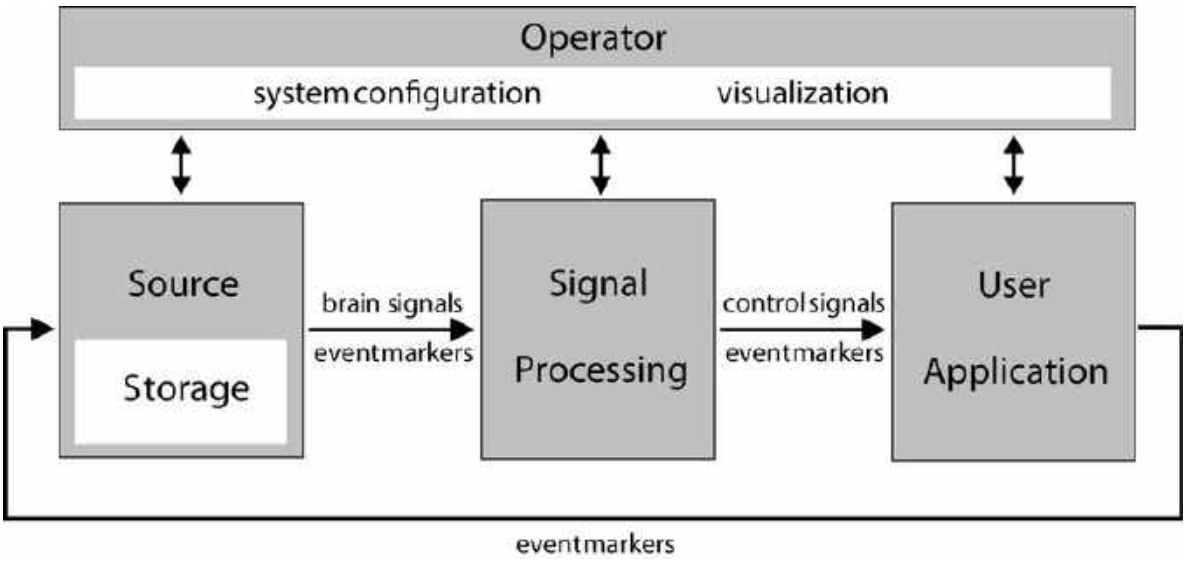


Рисунок 5.54 – Конструкція BCI2000.

Запуск BCI2000

Програма BCI2000Launcher надає зручний графічний інтерфейс для організації додатків BCI2000 і файлів параметрів (рис 5.55). Модулі Source, Signalprocessing і Application вибираються зі списку, і можна завантажувати кілька файлів параметрів.

Модуль оператора – це користувацький інтерфейс, який бачить експериментатор і дозволяє переглядати й редагувати параметри системи, зберігати й завантажувати файли параметрів, а також запускати й припиняти роботу системи.

На додаток до операторського модуля BCI2000 має ряд основних модулів, які повинні запускатися разом з операторським модулем. Для експерименту збір даних, обробка сигналів і додаток повинні бути обрані шляхом об’єднання відповідних модулів під час запуску. Головне вікно оператора (рис. 5.56) містить чотири великі кнопки управління завданнями, які необхідно виконати під час експерименту.

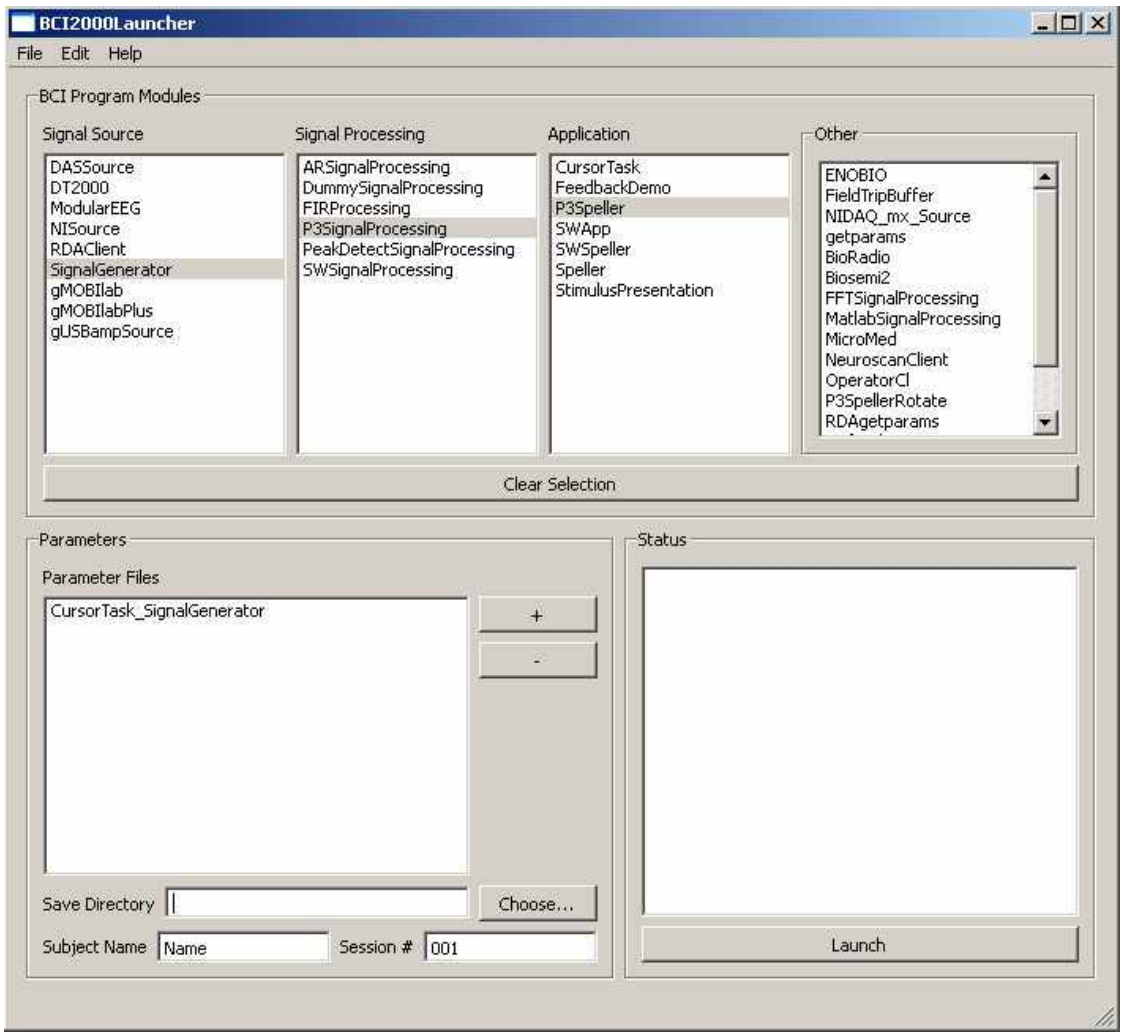


Рисунок 5.55 – Файли параметрів

Config – відкриває вікно конфігурації;

SetConfig – застосовує поточний набір параметрів до системи,

Start –запускає роботу системи,

Quit – виходить із системи після завершення експерименту.

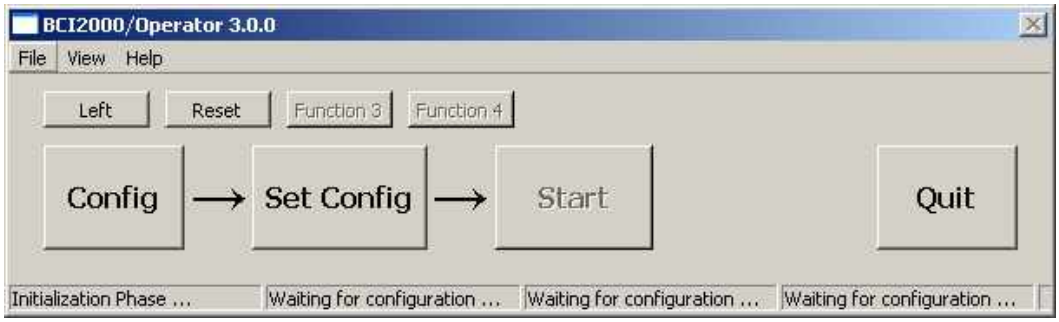


Рисунок 5.56 – Головне вікно оператора

Окрім того, є чотири функціональні кнопки, які виконують сценарії оператора, поля області станів та рядок головного меню.

Діалогове вікно налаштування (рис. 5.57) дозволяє пов’язувати сценарії оператора з подіями.

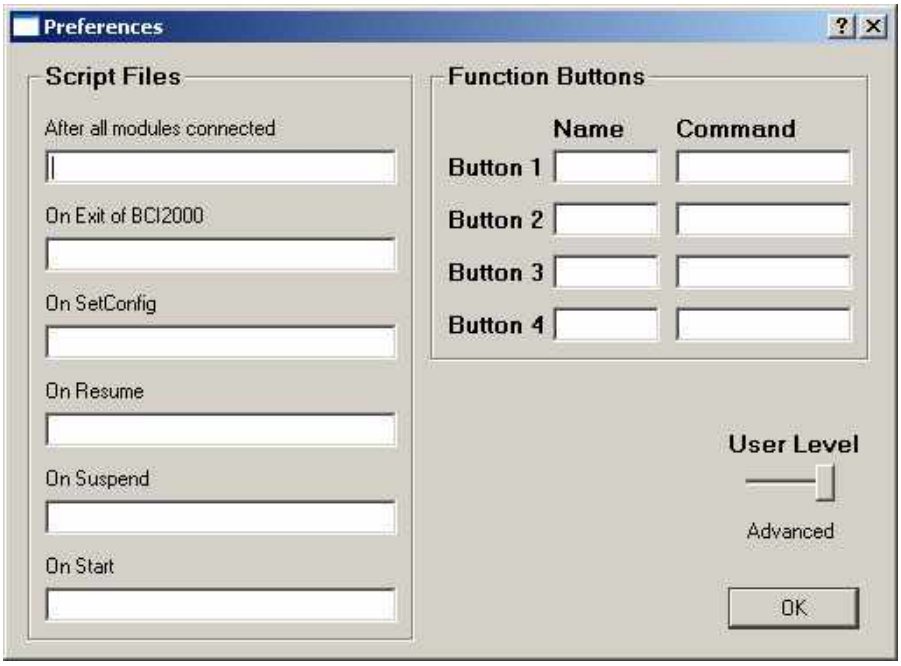


Рисунок 5.57 – Діалогове вікно налаштування

Глобальний рівень користувача відображається для кожного окремого параметра в діалоговому вікні налаштування параметрів (рис. 5.58).

Редактор матриць (рис. 5.59) дозволяє:

– змінити значення в параметрах з матричними значеннями – клацніть запис, щоб відредагувати її;

– змінити розмір матриці – зміните поля «кількість рядків» або «кількість стовпців» і натисніть кнопку «Установити новий розмір матриці»;

– редагувати заголовки рядків і стовпців (мітки) двічі клацніть заголовок рядка або стовпця, щоб відредагувати його;

– перетворити елементи матриці в підматриці й назад в окремі записи - використовувати пункти контекстного меню «Перетворити в підматрицю» / «Замінити на одну комірку»;

– відкрийте інший редактор матриць, щоб відредагувати вміст підматриці скористайтеся пунктом контекстного меню «Редагувати підматрицю».

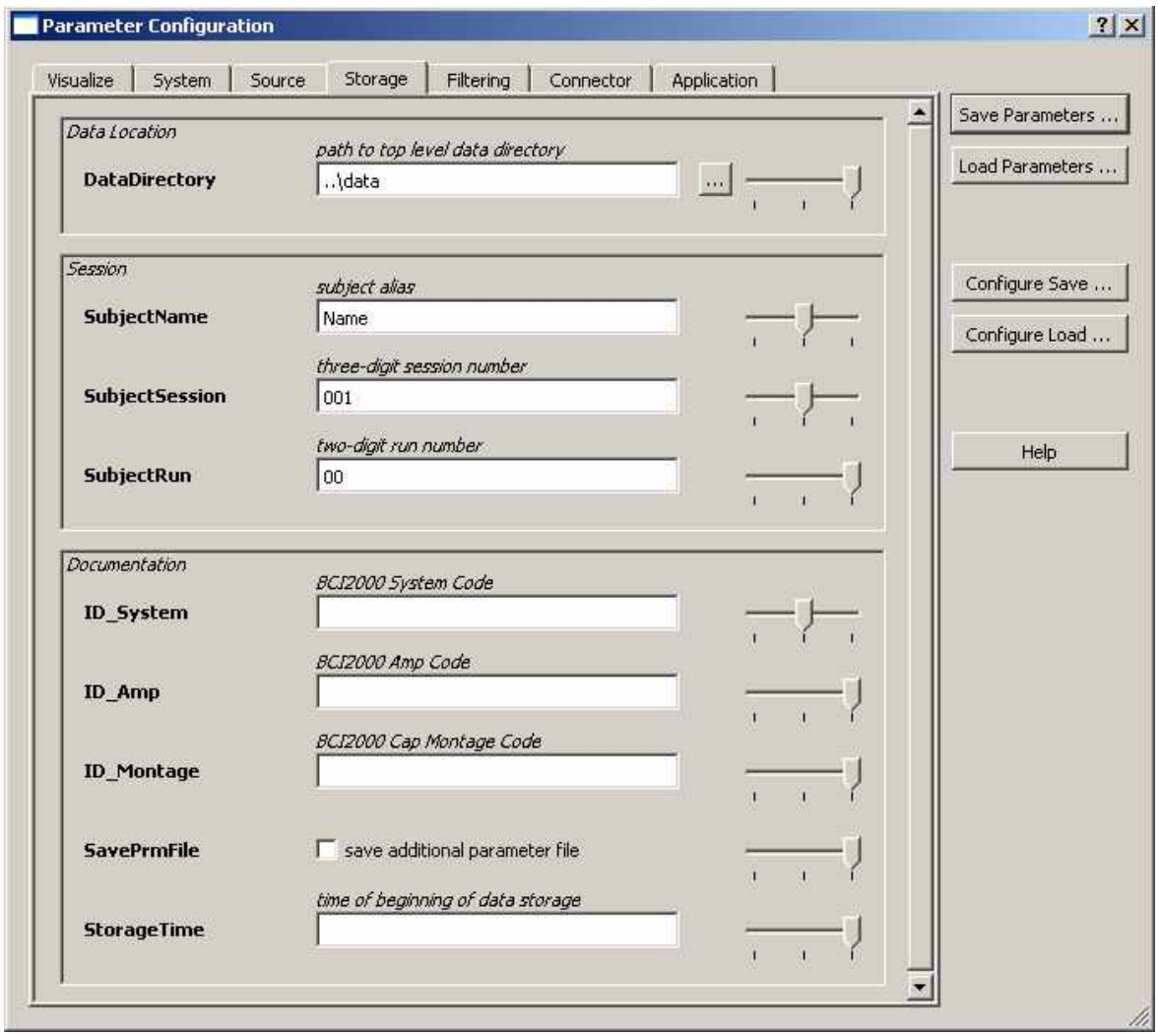


Рисунок 5.58 – Діалогове вікно налаштування параметрів

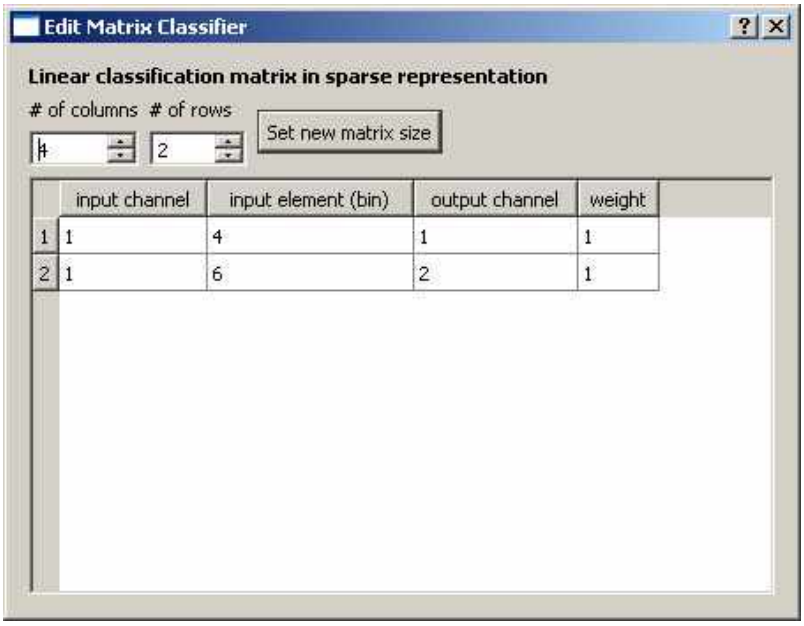


Рисунок 5.59 – Редактор матриць

Вікна візуалізації (рис. 5.60) можна переміщувати й змінювати їхній розмір, а також запам’ятовувати їхнє положення в сеансах.

Рисунок 5.60 – Вікно візуалізації

У контекстному меню доступні наступні параметри:

– регулювання амплітуди сигналу;

– настроювання часового інтервалу, відображуваного у вікні;

– вибір кольорів сигналів;

– вибір кількості відображуваних сигналів;

– застосування комбінації високочастотних, низькочастотних і комбінованих фільтрів до відображуваного сигналу;

– перемикання між відображенням сигналу у вигляді ліній і кольоровими блоками («режим відображення»);

– перемикання базових ліній сигналу, а також включення й вимкнення дисплея.

Вдосконалення реабілітаційної БЗЗ-процедури

Всі відомі способи реалізації і використання в медичній реабілітації біологічного зворотного зв’язку не відповідають сучасним тенденціям створення

уніфікованих, портативних і безпечних реабілітаційних систем нового покоління, які дозволять проводити лікувальні заходи різної природи не лише в медичних закладах, але й у побуті.

Вбачається, що кардинальне рішення проблеми підвищення ефективності меди-чної реабілітації з використанням БЗЗ можливе лише за рахунок розширення функціональних можливостей реалізації реабілітаційної БЗЗ-процедури, зокрема: уніфікації процесів і засобів реабілітації, використання засобів баз знань для формалізації, еволюції та подальших досліджень процесів реабілітації, процесів комунікації мозку людини з комп'ютером.

На рисунку (рис. 5.61) наведено функціональну структуру середовища проєктування і використання реабілітаційних експертних систем (СПЕРС), яке реалізує вдосконалений спосіб БЗЗ-реабілітації [47].

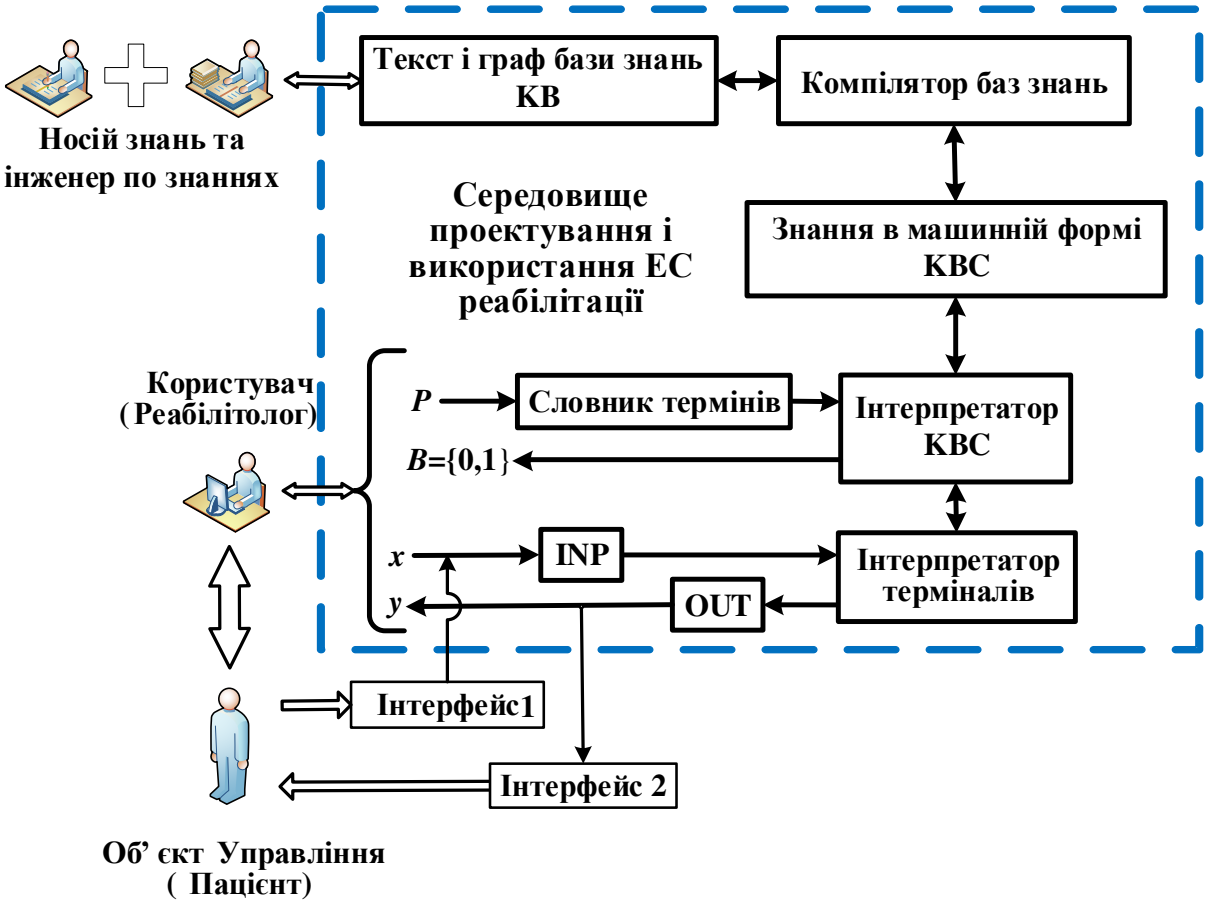


Рисунок 5.61 – Апаратно-програмний комплекс СПЕРС

Вдосконалена реабілітаційна БЗЗ-процедура подається у складі трьох етапів:

1) носій знань (експерт в предметній області) разом з інженером по знаннях формують в текстовій (або графічній) формі базу знань КВ (knowledge base) предметної області з наступною її трансляцією в машинну форму КВС (knowledge base computer);
2) користувач (реабілітолог) предметної бази знань:
    a) попередньо, засобами середовища СПЕРС, складає і веде персональні реабілітаційні карти;
    b) формулює згідно до персональної реабілітаційної карти і передає завдання до інтерпретатора КВС в суб'єктно-предикатній формі P(x);
3) пошук розв'язку «y» завдання P(x) в контурі «Пацієнт - СПЕРС» із можливим звертанням до користувача (реабілітолога) за додатковою інформацією.

В процесі виконання вдосконаленої реабілітаційної БЗЗ-процедури СПЕРС приймає реальні значення фізіологічних показників пацієнта, здійснює розпізнавання корисної інформації та виробляє і передає пацієнтові інформаційні повідомлення для направленої поведінки пацієнта.

Конкретним прикладом реалізації СПЕРС є архітектура інструментального середовища CLIPS (C Language Integrated Production System – мова Си, інтегрована із продукційними системами) [48, 49] або архітектура інформаційного комп'ютера з [50].

Така система може бути виготовлена апаратними, апаратно-програмними або програмними засобами в резидентному варіанті у складі довільної комп'ютерної системи або клієнт-серверної архітектури з розподілом: СПЕРС – в складі сервера, а відповідні інтерфейси – в формі клієнтської частини, навіть, у портативному варіанті.

Такі переваги БЗЗ-технологій реабілітації як неінвазивність, нетоксичність, надійність і ефективність роблять БЗЗ-методи найбільш перспективними при лікуванні багатьох хронічних захворювань в області неврології, кардіології,

урології, гастроентерології, геріатрії, педіатрії, а також у реабілітаційній і превентивній медицині.

NCAN є визнаним лідером створення апаратного й програмного забезпечення досліджень складної взаємодії з нервовою системою, активно підтримує досконалу програмну платформу для збору, аналізу й зворотного зв'язку біосигналів у реальному часі. NCAN надає платформу BCI2000 безкоштовно для некомерційних дослідницьких, освітніх цілей і клінічних груп.

Зважаючи на позитивні якості, систему BCI2000 доцільно рекомендувати для широкого впровадження як в освітню практику, так і для фундаментальних, клінічних нейрофізіологічних досліджень, для дослідження інтерфейсу мозок-комп'ютер.

Вбачається, що кардинальне рішення проблеми підвищення ефективності реабілітації з використанням БЗЗ можливе лише за рахунок розширення функціональних можливостей реалізації реабілітаційної БЗЗ-процедури, в тому числі з допомогою знання-орієнтованих підсистем.

Реалізація запропонованої структури апаратно-програмного комплексу для вдосконаленої реабілітаційної БЗЗ-процедури відповідає сучасним тенденціям створення уніфікованих, портативних і безпечних реабілітаційних систем нового покоління, які дозволять проводити лікувальні заходи різної природи не лише в медичних закладах, але й у побуті.

5.8 Геоінформаційна підсистема

Розроблена геоінформаційна система дозволяє здійснювати аналітичну візуалізацію геопросторових даних на карті, що призводить до більш якісного та швидкого прийняття рішень за рахунок скорочення часу на пошук і аналіз необхідної інформації. Просторовий аналіз дозволяє використовувати карту як одне зі стандартних вимірювань. ГІС-додаток входить до базової конфігурації TISP та дозволяє відображати геопросторові дані, що містяться в атрибутах об'єктів, на електронній карті у вигляді маркерів або полігонів. Загальний вигляд режиму відображення ГІС-додатку доступний за посиланням https://tisp.ai-service.ml/?sharedgraph=61a44deff3d50&view=map (рис. 5.62).

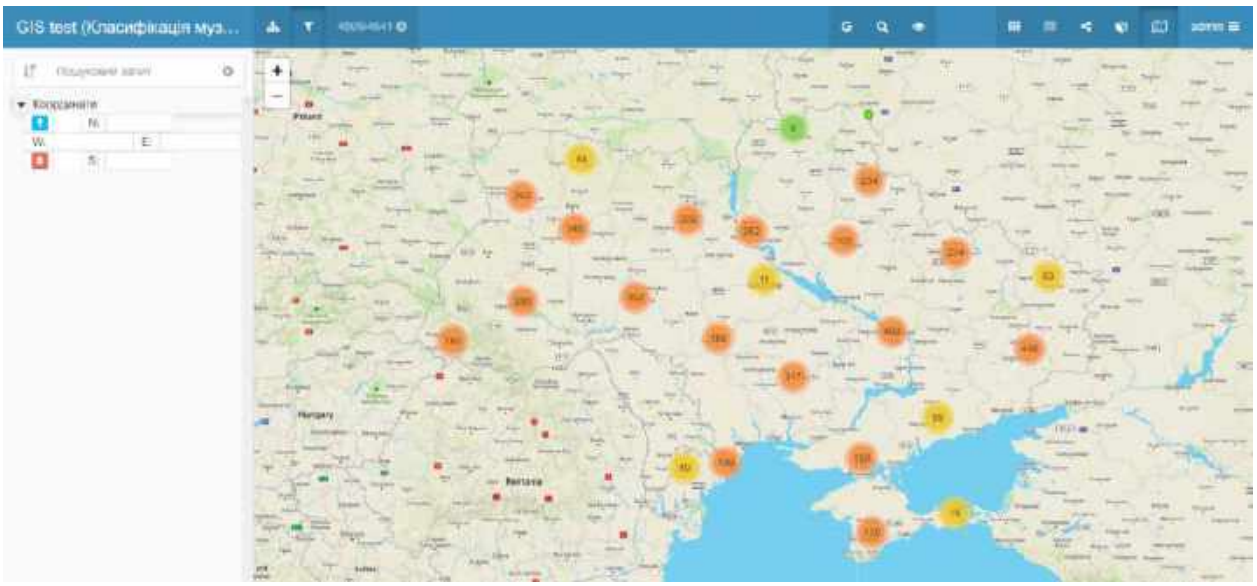


Рисунок 5.62 – Загальний вигляд режиму відображення ГІС-додатку

Особливості роботи режим перегляду ГІС-додатку:

1. Як і режим перегляду онтографа, режим перегляду ГІС-додатку дозволяє переміщувати мишкою робочу область (рухом курсору з натиснутою лівою кнопкою миші) і збільшувати/зменшувати її з допомогою коліщатка миші. Додатково в лівому верхньому куті є кнопки для збільшення/зменшення.
2. Об’єкти в режимі перегляду ГІС-додатку представлені маркерами, логіка відображення яких в цілому схожа на логіку, що використовується режимом перегляду онтографа. Маркери представлені геометричними фігурами (круг або квадрат), що відмічені певним кольором (за замовчуванням – сірим) і мають границю (чорного кольору). Додатково режим перегляду ГІС-додатку також дозволяє встановлювати для маркерів певне зображення (детально ця можливість описана в Інструкції експерта ПГ).
3. Одинарний клік по маркеру або полігону відкриває вікно детального перегляду атрибутів.
4. За замовчуванням для маркерів використовується кластеризація – маркери, розміщені в рамках одної (достатньо маленької) області автоматично об’єднуються в кластери у формі кругів достатньо великого розміру, (відносно стандартного розміру маркера) в яких міститься зага-

льна кількість кластеризованих маркерів. Натискання на кластер збільшує карту таким чином, щоб кластеризовані маркери займали всю робочу область.

5. Якщо кілька маркерів мають ідентичні координати, вони утворюють спеціалізований тип кластер (рис. 5.63). При натиску на такий кластер наявні в ньому маркери відображаються у вигляді спіралі.
6. По аналогії з режимом табличного перегляду, режим перегляду ГІС-додатку не відображає об’єкти без геопросторової інформації. При цьому один об’єкт може мати кілька атрибутів з геопросторовими даними і відображатись кілька разів.
7. Якщо онтологія має об’єкти з геопросторовими даними, але жоден з них не задовольняє умовам фільтру, то робоча область карти буде встановлена так, щоб відображати Україну. При цьому буде показано попередження «Немає елементів для відображення».

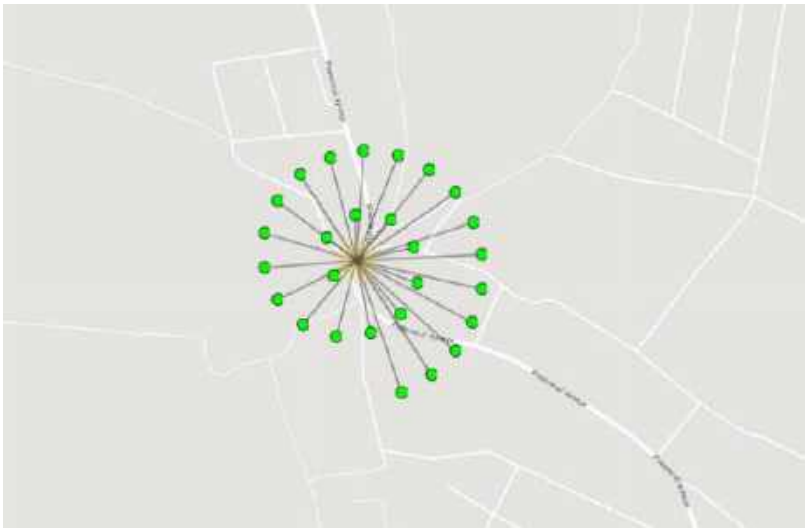


Рисунок 5.63 – Кластеризація маркерів, що мають ідентичні координати

Налаштування. Для режиму перегляду ГІС-додатку доступне тільки одне налаштування, що дозволяє відключити кластеризацію. В загальному випадку робота в режимі перегляду ГІС-додатку без кластеризації є надзвичайно незручною через велику кількість маркерів, що накладаються один на одного (рис. 5.64). Однак в деяких випадках, при невеликій кількості даних кластеризація може бути відключена.

Увага! Спроба відобразити велику кількість маркерів (більше тисячі) без кластеризаціїможе негативно вплинути на стабільність роботи TISP. При спробі відобразити таку кількість буде показано попередження (рис. 5.65). Якщо при показі такого повідомлення вибрати «ОК», то кластеризація буде ввімкнена в налаштуваннях.

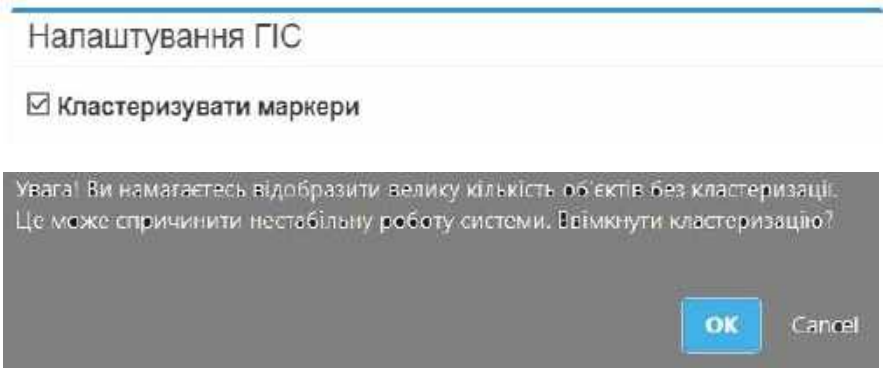


Рисунок 5.64 – Налаштування режиму перегляду ГІС-додатку і повідомлення, що може бути показане при їх зміні

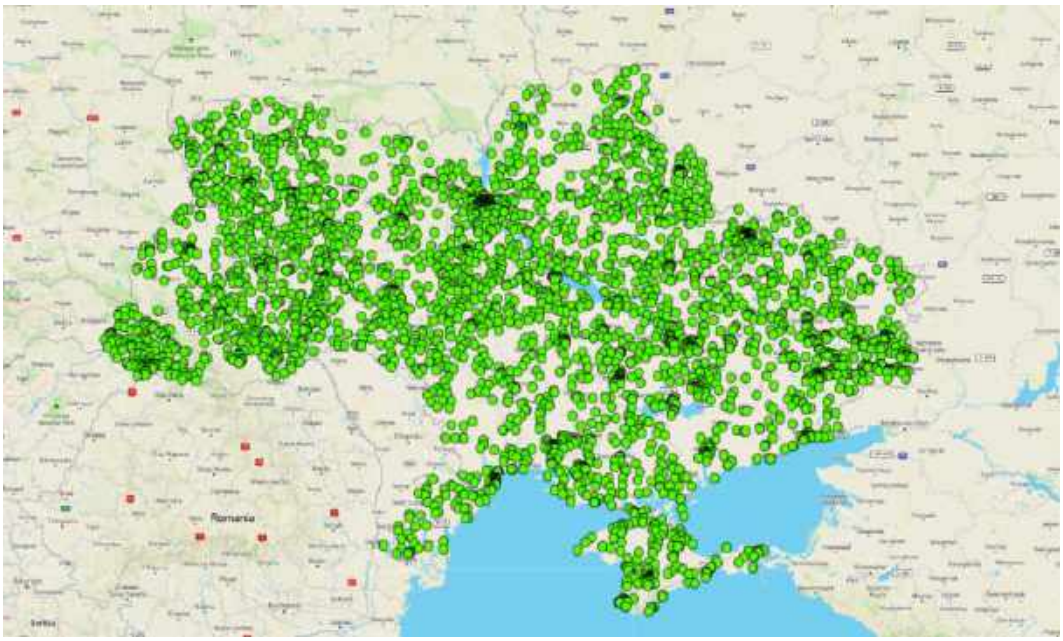


Рисунок 5.65 – Робота режиму перегляду ГІС-додатку з вимкненою кластеризацією

Робота з фільтрацією. Як і табличний режим перегляду, режим перегляду ГІС-додатку коректно працює з атрибутивною та ієрархічною фільтрацією без додавання спеціалізованої логіки. Крім того, для роботи з цим режимом призначений **спеціалізований** вид фільтрації – «Координати» (рис. 5.66).

Режим фільтрації «Координати» містить чотири поля вводу числових даних, що представляють північну, південну, західну і східну межі географічної області. Особливості роботи виду фільтрації:

– межі координат можна вводити вручну, при цьому від'ємні координати відповідають південній широті або західній довготі;

– на відміну від фільтрації за числами і датами, певні поля координат можуть бути незаповнені, що означає відсутність обмеження у відповідному напрямку;

– основним способом встановлення фільтру є вибір робочої області з допомогою власне режиму представлення ГІС-додатку. Для цього слід ввімкнути режим перегляду, і натиснути синю кнопку зліва від поля, що відповідає північному напрямку. При наведенні на робочу область ГІС-додатку курсор прийме вигляд перехрестя, і користувач зможе виділити область на карті, утримуючи і перетягуючи курсор мишки (рис. 5.67). Географічні межі вибраної області будуть занесені у відповідні поля фільтру.

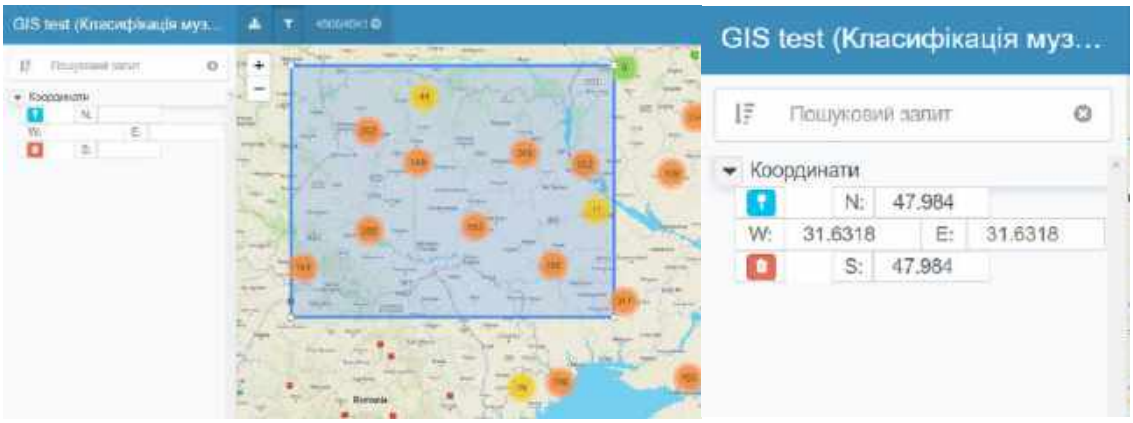
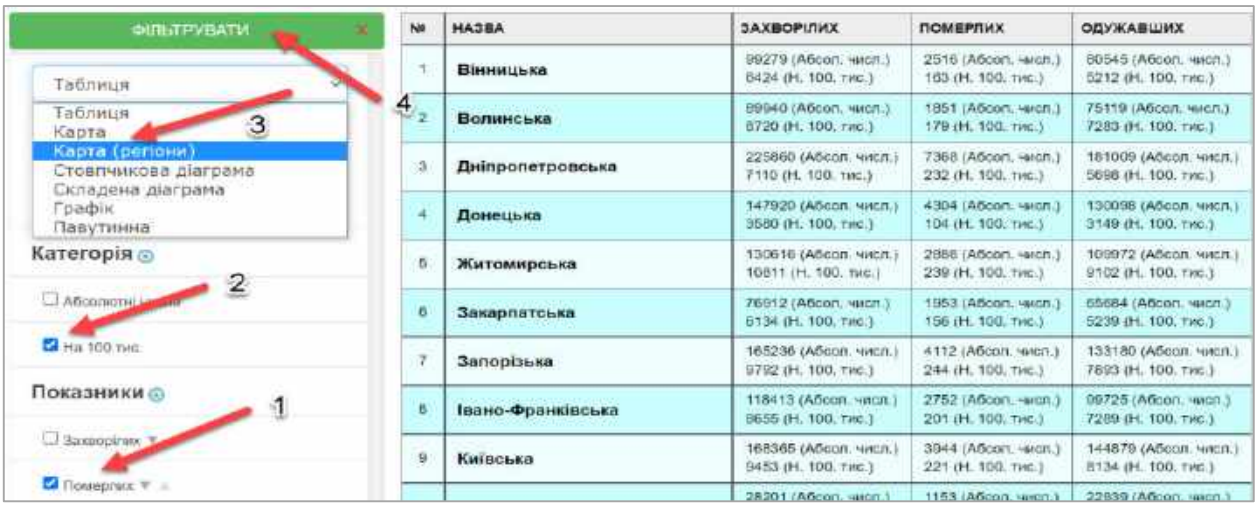


Рисунок 5.66 – Вибір робочої області для фільтрації «Координати»

До основного функціоналу системи по графічній візуалізації даних входить можливість побудови регіональної та різноманітних видів бульбашкових географічних діаграм, що можуть характеризувати рівень інтенсивності певного показника та різні ступені загрози. Загальний вигляд графічної візуалізації даних з можливістю відображення інформації на карті доступний за посиланням https://analytics.ai-service.ml/index.php?gid=1007 (рис. 5.67)

Географічна діаграма(*Geo Chart*) – використовується, коли необхідно відобразити розподіл певного показника по регіонах України. Для її застосування у системі необхідно, щоб в якості об'єктів сформованої таблиці були коректні (уніфіковані) назви областей України та м. Київ (Вінницька, Волинська, Дніпропетровська, Донецька, Закарпатська та інші). Таким чином при необхідності засобами транспонування потрібно досягнути, щоб в якості першого стовпця (*об'єктів*) таблиці були регіони України. Далі засобами фільтрації слід обрати значення потрібного показника та параметру (*категорії*), якщо вона наявна та увімкнути режим відображення «Карта регіони».



№	НАЗВА	ЗАХВОРІЛИХ	ПОМЕРЛИХ	ОДУЖАВШИХ
1	Вінницька	89279 (Абсол. числ.) 6424 (Н. 100. тис.)	2516 (Абсол. числ.) 183 (Н. 100. тис.)	80545 (Абсол. числ.) 5212 (Н. 100. тис.)
2	Волинська	89940 (Абсол. числ.) 8720 (Н. 100. тис.)	1851 (Абсол. числ.) 179 (Н. 100. тис.)	75119 (Абсол. числ.) 7283 (Н. 100. тис.)
3	Дніпропетровська	225860 (Абсол. числ.) 7110 (Н. 100. тис.)	7368 (Абсол. числ.) 232 (Н. 100. тис.)	181009 (Абсол. числ.) 5698 (Н. 100. тис.)
4	Донецька	147920 (Абсол. числ.) 3580 (Н. 100. тис.)	4304 (Абсол. числ.) 104 (Н. 100. тис.)	130098 (Абсол. числ.) 3149 (Н. 100. тис.)
5	Житомирська	130616 (Абсол. числ.) 10811 (Н. 100. тис.)	2886 (Абсол. числ.) 239 (Н. 100. тис.)	109972 (Абсол. числ.) 9102 (Н. 100. тис.)
6	Закарпатська	76912 (Абсол. числ.) 6134 (Н. 100. тис.)	1953 (Абсол. числ.) 156 (Н. 100. тис.)	65684 (Абсол. числ.) 5239 (Н. 100. тис.)
7	Запорізька	165236 (Абсол. числ.) 9792 (Н. 100. тис.)	4112 (Абсол. числ.) 244 (Н. 100. тис.)	133180 (Абсол. числ.) 7893 (Н. 100. тис.)
8	Івано-Франківська	118413 (Абсол. числ.) 8655 (Н. 100. тис.)	2752 (Абсол. числ.) 201 (Н. 100. тис.)	99725 (Абсол. числ.) 7289 (Н. 100. тис.)
9	Київська	168365 (Абсол. числ.) 9453 (Н. 100. тис.)	3944 (Абсол. числ.) 221 (Н. 100. тис.)	144879 (Абсол. числ.) 8134 (Н. 100. тис.)

Рисунок 5.67 – Статистика захворюваності на коронавірус в Україні (станом на 23 листопада 2021 р).

В нашому прикладі (рис. 5.68.) в якості налаштувань для відображення на карті були обрані наступні значення фільтру:

– Показник – «*Померлі*» (кількість загиблих від коронавірусу).

– Категорія (*параметр*) – «*На 100 тис.*» (в даному випадку нас цікавить зважений ступінь смертності, щоб вести оцінку у «якісному» вимірі).

Якщо значення фільтру встановлені, то для увімкнення географічної візуалізації потрібно в меню обрати пункт «Карта (регіони)» та натиснути кнопку «Фільтрувати». Після цього відобразиться на карті (рис. 5.68) географічна діаграма розподілу смертності в Україні від коронавірусу. Зауважимо, що в даному випадку порядок дій для увімкнення певного виду представлення є не принциповим. Головна вимога полягає в тому, що необхідно за допомогою засобів фі-

льтрації коректно встановити вибірку спектру даних, який може бути графічно відображений на карті.

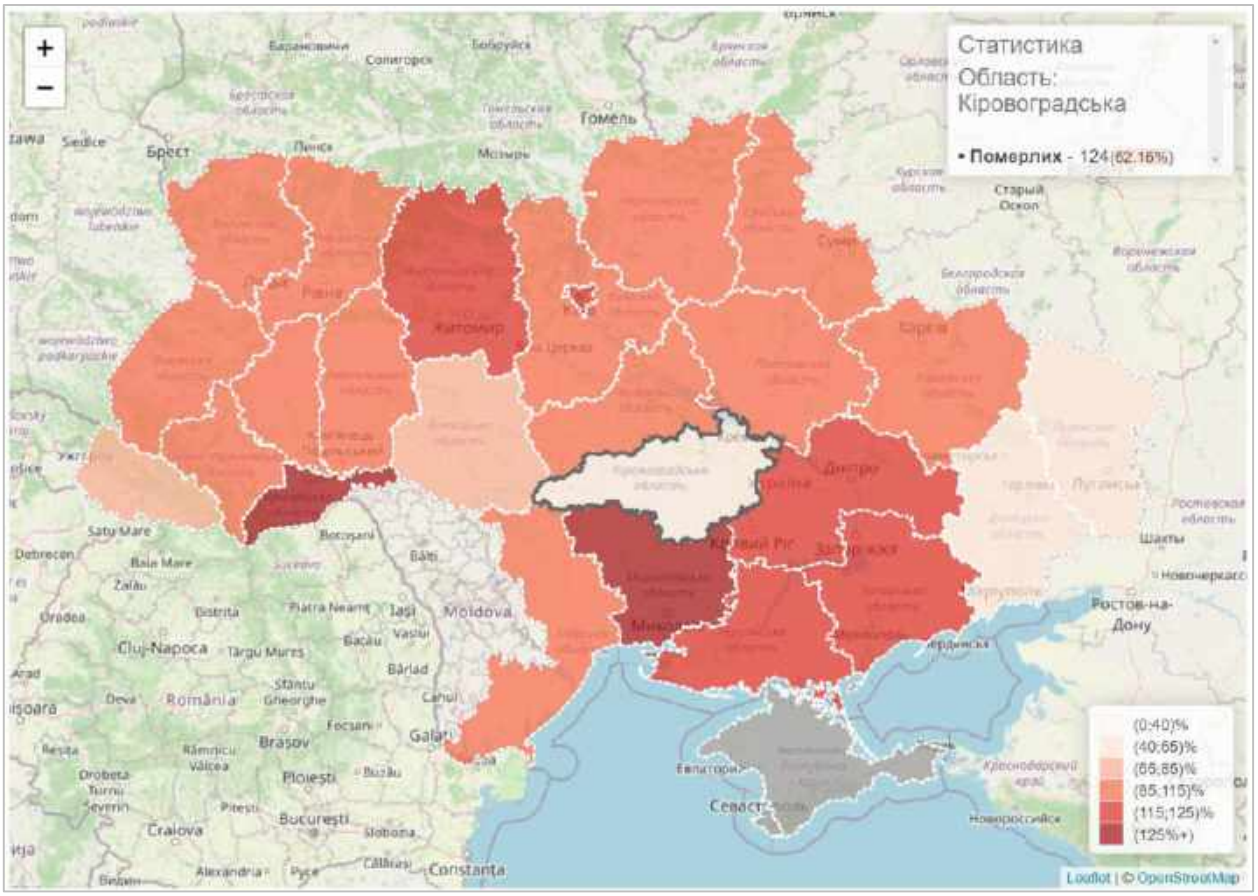


Рисунок 5.68 – Розподіл смертності від короновірусу за регіонами в Україні станом на 23 листопада 2021 р.

Бульбашкова географічна діаграма(*Geographic bubble chart*) – на карті географічний об’єкт зображуються у вигляді окружності (бульбашки) і його розмір є пропорційний значенню даних. Бульбашкові карти можуть бути зручними для порівняння пропорційних значень у різних географічних регіонах. Вони дозволяють уникнути проблем, пов’язаних із розміром території регіонів, як це зустрічається у випадку використання картограм.

Для формування бульбашкових діаграм чи точкового представлення об’єктів на карті необхідно при формуванні відповідного проєкту в ІАС для кожного географічного об’єкта забезпечити наявність в нього атрибуту «gis_point», який визначає геокоординату у форматі довгота та широта (*наприклад для міста Києва значення буде "30.5238,50.4547").* Приклад вхідних даних зображено на рис. 5.69.

	A	B	C	D	E	F	G
1	nodeproperties	gis_point	Регіон	Захворілих	Захворілих (	Помер	Одужавш
2	Київ	30.5238,50.4547	м. Київ	288063	288063	7214	245958
3	Харків	36.230383,49.9935	Харківська	142142	71814	2900	60114
4	Дніпро	35.046183,48.464717	Дніпропетровська	106620	93379	2816	71425

Рисунок 5.69 – Розподіл захворюваності на короновірус
(станом на 24.11.2021 р.)

Щоб відобразити об’єкти на карті у системі потрібно увімкнути режим карта (рис. 5.70).

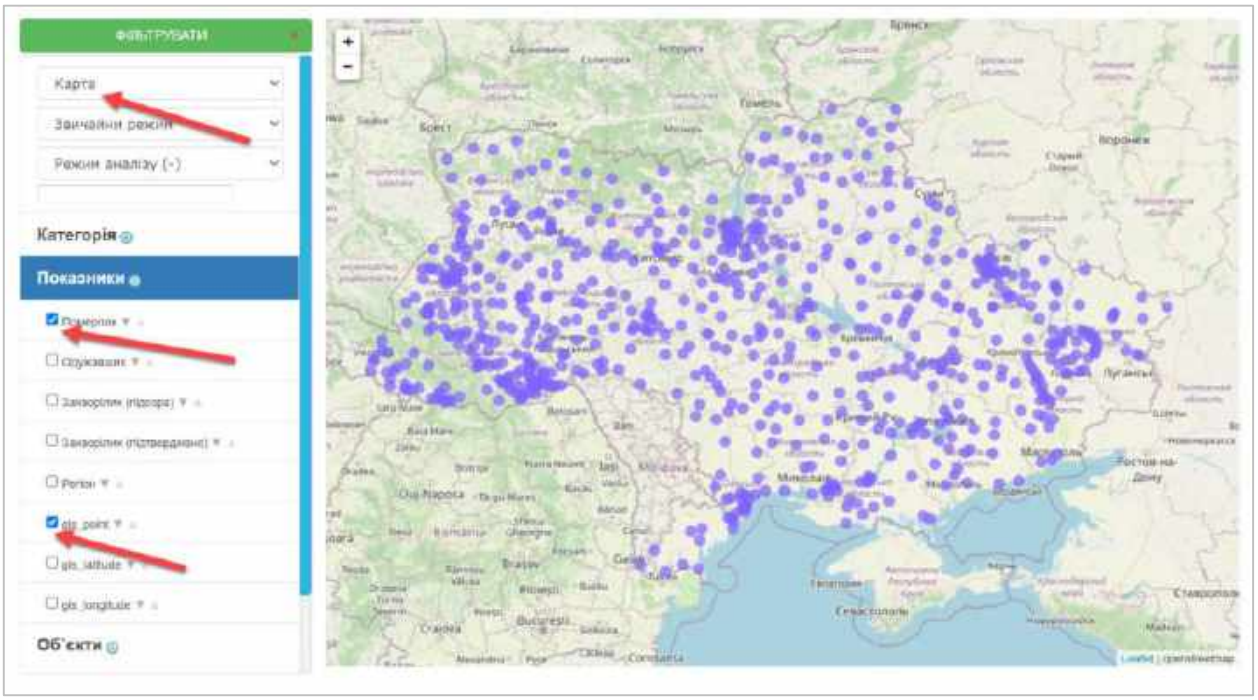


Рисунок 5.70 – Населені пункти України з інформацію про стан на коронавірусне захворювання (станом на 23 листопада 2021 р).

Для формування та відображення бульбашкової географічної діаграми, щоб здійснити графічну візуалізацію інтенсивності певного показника, потрібно зі списку фільтрації обрати один атрибут для аналізу, поставити відмітку біля поля «*gis_point*» (рис. 5.71) та натиснути фільтрувати. У нашому прикладі в якості показника було обрано «Померлі» від коронавірусу. На рис. 5.71. зображено результат, де радіус кругу ілюструє кількість загиблих у певному місті. Відмітимо, що існує обмеження на максимальний радіус круга, яке встановлене для забезпечення найбільш вдалого візуального ефекту для аналітика. (*В нашому прикладі тільки Київ перевершує цей ліміт*).

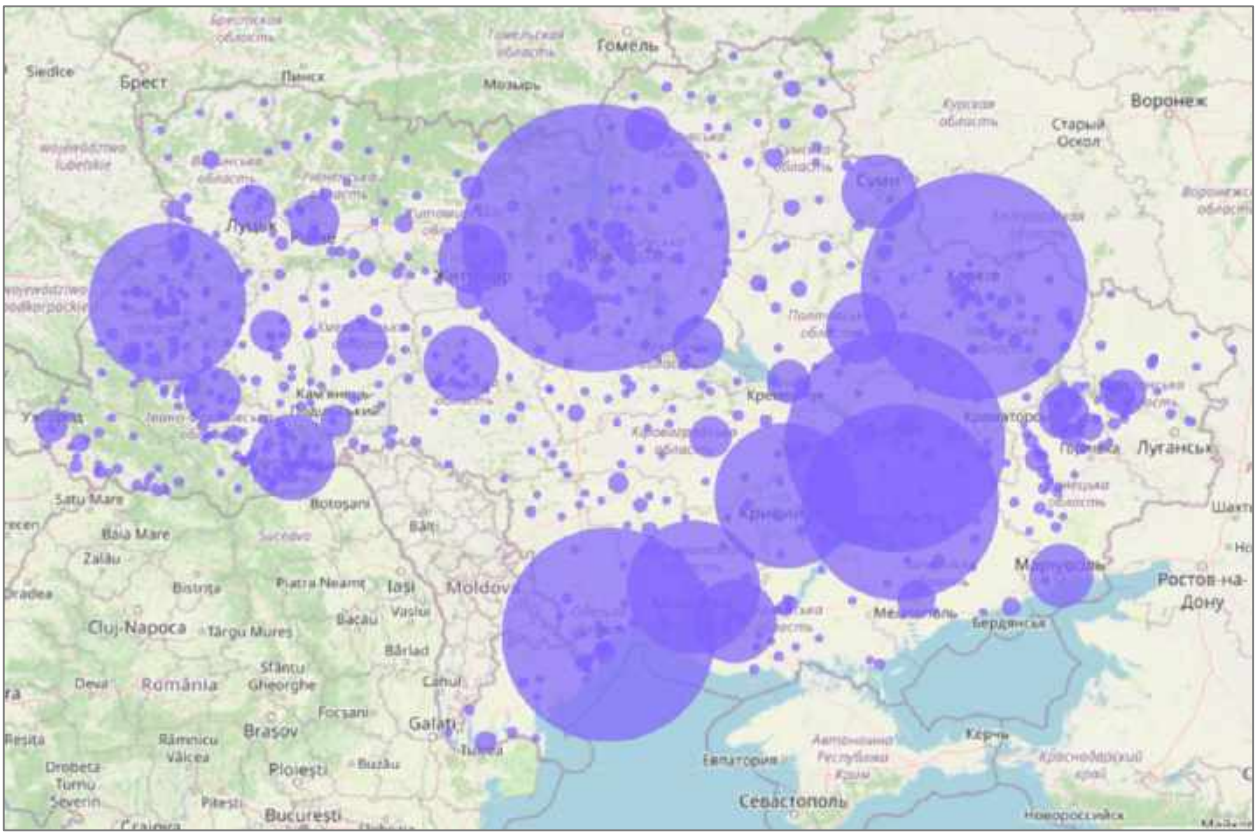


Рисунок 5.71 – Розподіл смертності від короновірусу за містами України станом на 23 листопада 2021 р.

Зазначимо, що у системі наявна також можливість здійснювати кольорову розмітку точкового географічного представлення об’єктів на основі певних порогових значень чи відхилень від середнього (*визначається в налаштуваннях проєкту*). Для активації цього виду відображення необхідно увімкнути відповідний режим аналізу: «Порогові значення» чи «Відхилення від середнього».

6 ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розвиток сучасних технологій все більше охоплює область інтелектуальної діяльності, особливо, у сфері наукових досліджень та розробок (англ. *Research & Development*, *R&D*).

Цей клас систем отримав назву – Автоматизоване робоче місце наукових досліджень (АРМ-НД) – проблемно-орієнтована підсистема підтримки повного циклу наукових досліджень. Відмінною її рисою є можливість налаштовуватись на різні види наукової діяльності шляхом взаємодії та координування атомарних веб-сервісів, зовнішнього програмного забезпечення в рамках хмарного інтегруючого середовища (ХІС). Доступ до ХІС здійснюється з використанням моделі надання доступу “Робоче-місце-як-сервіс” (англ. *Desktop-as-a-Service,DaaS*). Фізично доступ до робочого місця користувач може отримати через локальну мережу або Інтернет. Як термінал може використовуватися ПК або ноутбук і навіть смартфон. Пристрій доступу використовується в якості тонкого клієнта і вимоги до нього мінімальні).

Типовим представником систем класу АРМ-НД є вбудована в систему TISPПерсональна науково-дослідна інформаційна система (ПНІС) підтримки науково-технічної творчості та досліджень в області онтологічного інжинірингу. Графічний інтерфейс користувача ПНІС наведено на рис. 6.1. Функціональне наповнення ПНІС представляється наступним набором синтезованих з множини атомарних веб-сервісів функцій.

Задачі підготовки документів, зокрема, пакету заявочних документів на патентування винаходів в Україні.

Задачі статистичної обробки даних:

– функція автоматизованої композиціональної лінгвістичної обробки текстів для побудови моделей векторного представлення слів;

– функція дистрибутивно-семантичного аналізу колекцій відкритих даних представлених у вигляді текстових документів;

– функція автоматичного синтаксичного аналізу речень.

Множина атомарних веб-сервісів ПНІС.

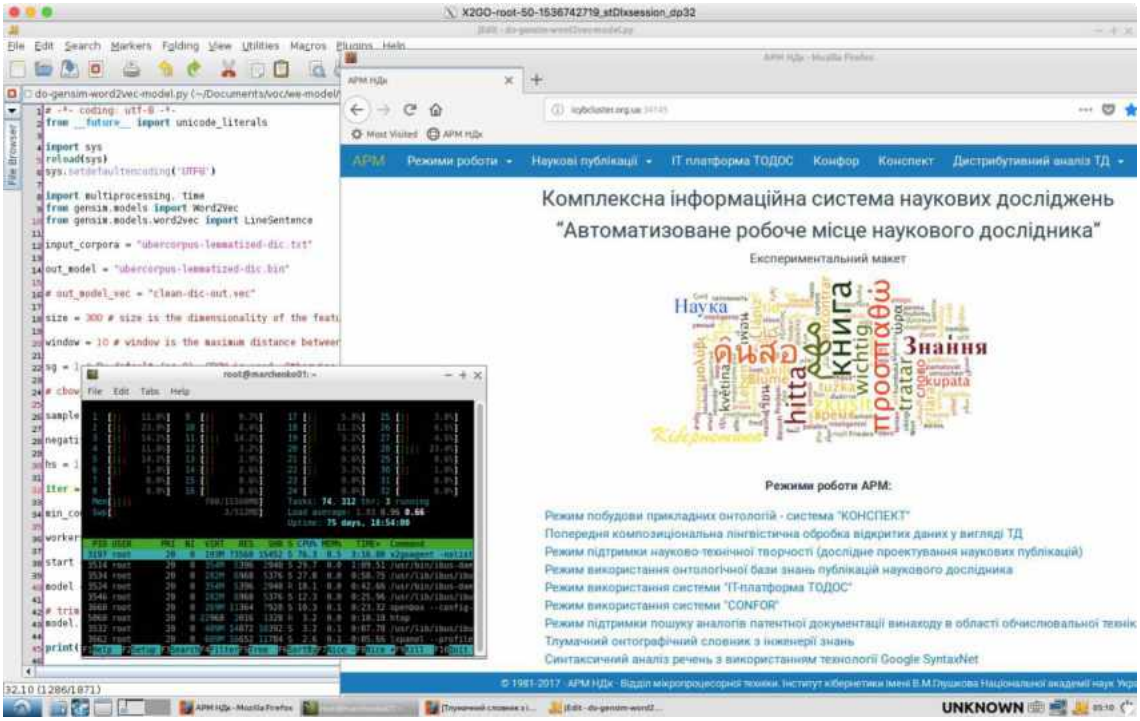


Рисунок 6.1 – Графічний інтерфейс користувача ПНІС

Множина розроблених проблемно-орієнтованих *AWS* ПНІС складається з наступних атомарних веб-сервісів (які представляють собою мікросервіси та додаткове зовнішнє програмне забезпечення FLOSS, що дозволяє використовувати їх, як самостійне програмне забезпечення відокремлене від ПНІС, так і як його компоненти) *aws*:

aws_1 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) екстракту тексту з оригіналів текстових документів формату pdf та його представлення у стандартному текстовому форматі plain/text;

aws_2 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) екстракту тексту з оригіналів текстових документів формату *doc/docx*;

aws_3 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) визначення мови тексту;

aws_4 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) автоматичного реферування тексту для української мови;

aws_5 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) конвертації кодування тексту з *UTF-8* у *CP-1251*;

aws_6 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу корис-

тувача) автоматичного визначення назви, авторів та кількості сторінок для документів формату *pdf*;

aws_7 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) автоматичного визначення ключових слів тексту для української мови;

aws_8 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) автоматичного розбиття тексту на речення для української мови;

aws_9 – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) автоматичного розбиття тексту на слова (англ. *Token*) – лематизовані словоформи та їх розмітку частинами мови (англ. *Part-of-speech tagging, PoS tagging*) для української мови;

aws_{10} – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) автоматичного розбиття тексту на слова – не лематизовані словоформи для української мови;

aws_{11} – мікросервіс (з RESTful веб-API) автоматичного розбиття тексту на композиціональні терміни – композиціональна лінгвістична обробка тексту (англ. *Compositional Language Pre-processing, CLP*) – багатослівні й однослівні терміни, їх розмітку частинами мови, формування масиву з цих термінів для української мови;

aws_{12} – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) автоматичного видалення стоп-слів (слова, які не несуть смислового навантаження) з тексту для української мови;

aws_{13} – мікросервіс (з RESTful веб-API, без графічного інтерфейсу користувача) лематизації слів для української мови;

aws_{14} – мікросервіс (з RESTful веб-API та у вигляді веб-застосунку) автоматичного синтаксичного аналізу речень;

aws_{15} – мікросервіс (з RESTful веб-API та у вигляді веб-застосунку) пошуку наукових публікацій у зовнішніх бібліографічних базах даних, зокрема, Google Scholar;

aws_{16} – мікросервіс (з RESTful веб-API) індексації та розмітки текстів для

повнотекстового пошуку;

aws_{17} – MongoDB-as-a-Service мікросервіс документо-орієнтованої системи керування базами даних MongoDB (зберігання оригіналів текстових документів та текстів, онтологічних структур, онтологій, опрацьованих текстів у вигляді JSON-документів;

aws_{18} – мікросервіс онтологічної репрезентації текстів;

aws_{19} – мікросервіс – вирішення задач виділення закономірностей, класифікації, генерації таксономії, діагностики та прогнозування;

aws_{20} – мікросервіс управління поверхневим синтактико-семантичним аналізом природно-мовних текстів, композиціональною лінгвістичною обробкою текстів, виділення термінів і контекстів та формування їх у класи;

aws_{21} – мікросервіс (з RESTful веб-API) опрацювання прогностичних моделей дистрибутивної семантики колекцій відкритих даних (англ. *Open Data Collections, ODC*) – обчислення семантичної близькості однослівних та багатослівних термінів в рамках обраної моделі, обчислення семантичних асоціатів для однослівних та багатослівних термінів в рамках обраної моделі, обчислення центру лексичного кластера набору однослівних та багатослівних термінів в рамках обраної моделі, обчислення семантичної близькості між двома наборами однослівних та багатослівних термінів в рамках обраної моделі;

aws_{22} – мікросервіс (у вигляді веб-застосунку) персоніфікованої онтологічної бази знань публікацій наукового дослідника;

aws_{23} – мікросервіс (у вигляді веб-застосунку) генерації та заповнення шаблонів документів, що дозволяють формувати вхідний потік документів, який надходить від заявника стосовно заявок на об’єкти інтелектуальної власності;

aws_{24} – додаткові зовнішні веб-сервіси, мікросервіси, програмне забезпечення класу FLOSS (зокрема, програмний комплекс віддаленого адміністрування X2Go);

aws_{25} – мікросервіс (у вигляді веб-застосунку) вибору та керування режи-

мами роботи і функціями ПНІС;

Функціональне наповнення ПНІС.

Функціональне наповнення ПНІС представляється наступним набором синтезованих з множини AWS функцій:

$$F = AWS : \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7\},$$

C_1 – функція автоматизованої побудови прикладних онтологій в довільній предметній області (елементи онтологічного інжинірингу):

$$C_1 = \{aws_1 \ldots aws_3, aws_5, aws_6, aws_8, aws_9, aws_{11}, aws_{12}, aws_{14}, aws_{16} \ldots aws_{20}, aws_{25}\}$$

;

C_2 – функція дослідного проєктування наукових публікацій в довільній предметній області:

$$C_2 = \{aws_1 \ldots aws_9, aws_{11} \ldots aws_{13}, aws_{15} \ldots aws_{18}, aws_{22}, aws_{24}, aws_{25}\};$$

C_3 – функція персоніфікованого онтологічного опрацювання наукових публікацій:

$$C_3 = \{aws_1 \ldots aws_9, aws_{11} \ldots aws_{13}, aws_{15} \ldots aws_{18}, aws_{22}, aws_{24}, aws_{25}\};$$

C_4 – функція автоматизованої композиціональної лінгвістичної обробки текстів для побудови прогностичних моделей дистрибутивної семантика (векторного представлення слів):

$$C_4 = \{aws_1 \ldots aws_9, aws_5, aws_8 \ldots aws_{12}, aws_{20}, aws_{24}, aws_{25}\};$$

C_5 – функція дистрибутивно-семантичного аналізу колекцій відкритих даних представлених у вигляді текстових документів:

$$C_5 = \{aws_{21}, aws_{24}, aws_{25}\};$$

C_6 – функція автоматичного синтаксичного аналізу речень:

$$C_6 = \{aws_1 \ldots aws_3, aws_8, aws_{14}, aws_{24}, aws_{25}\};$$

C_7 – функція підготовки документів, зокрема, пакету заявочних документів на патентування винаходів в Україні:

$$C_7 = \{aws_1 \ldots aws_3, aws_{21}, aws_{23}, aws_{24}, aws_{25}\}.$$

Функції підтримки наукових досліджень обслуговуються системою TISP так само, як всі інші основні функції. Сьогодні вони зведені до пошуку інформації, проєктування, проведення віртуальних експериментів, виконання математичних обчислень, тощо.

ПНІС – знання-орієнтована система, що розвивається в напряму підвищення ефективності системного аналізу інформації предметної галузі, а також системного синтезу результатів наукових досліджень, зокрема виконання функцій: виявлення закономірностей, підтримка прийняття рішень, віртуалізація кооперативної взаємодії, мультимедійного представлення інформації, інтерактивної взаємодії з науковим дослідником тощо.

Для уникнення неправильних висновків лікар повинен покладатися на результати досліджень, які ґрунтуються на суворих наукових принципах і методах, що сприяють мінімізації систематичних і випадкових помилок у медичній практиці.Практичне застосування Персональної науково-дослідної інформаційної системи пов’язане з вирішенням комплексних проблем в галузі професійної медичної діяльності, здійсненні дослідницько-інноваційної діяльності в галузі охорони здоров’я на основі створення нових цілісних теоретичних та практичних знань професійної практики.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

В результаті виконання проєкту за Договорами з Національним Фондом Досліджень України від 23.10.2020 р. № 44/01.2020 та від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 виконано наукові дослідження і розробку Трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP).

Система TISP забезпечує підтримку трьох напрямів діяльності в галузі реабілітаційної медицини:

1) супроводження реабілітаційних заходів на рівні «реабілітолог – пацієнт»,
2) супроводження процесів прийняття рішень на різних рівнях,
3) підтримка наукових досліджень у сфері реабілітаційної медицини.

Головний акцент в роботі був зроблений на створенні інформаційної технології, яка супроводжує процеси реабілітації в сформульованих вище напрямах з урахуванням особливостей і умов пандемії. В зв'язку з цим роботи по системі TISP були розширені розділом присвяченим розробці Smart – системи телемедичного супроводження реабілітаційних заходів, що обмежує безпосереднє спілкування між реабілітологом і пацієнтом, розширює масштаби охоплення населення, підвищує реактивність прийняття рішень. В поєднанні з інтелектуальними дистанційними засобами біологічного зворотнього зв'язку такі системи мають великі перспективи.

Практична цінність виконаного проєкту полягає в тому, що він забезпечує поетапну інтелектуальну інформаційно-технологічну підтримку розвитку Фізичної та Реабілітаційної Медицини в Україні. Проєкт виконувався в умовах, коли законодавчу базу в цій новій для України медичній галузі повністю на сформовано, що створювало певні труднощі в прийнятті рішень щодо архітектури та функціональних можливостей системи. Тому випробування системи мало місце при підготовці кадрів за спеціальністю «Фізична та реабілітаційна медицина» в Національному Університеті Охорони Здоров'я України імені П.Л.Шупика, а також в ході співпраці з співробітниками кафедри фізичної та реабілітаційної і спортивної медицини НУОЗ заклало фундамент впровадження

системи перш за все в навчальних програмах, узгоджених з Європейським Союзом медичних спеціалістів. Корисними виявились контакти з членами Українського товариства Фізичної і медичної реабілітації. Все це підтвердило правильність вибраних рішень щодо використання системи як інструмента лікаря-реабілітолога, підтримки прийняття рішень наукових досліджень. На даному етапі система відкрита для ознайомлення і апробації по погодженню з адміністратором системи – старшим науковим співробітником Величком Віталієм Юрійовичем (тел. 096.139.96.28). Він готовий надавати консультативні послуги. Підготовлено спеціальний відеосюжет про правила взаємодії з системою TISP.

Тематика виконаного проєкту знайшла відображення на 9-й секції Міжнародного конгресу "2nd National Ukrainian Congress of Physical and Rehabilitation Medicine" (15 грудня 2021 р.).

Під час виконання поточного етапу проєкту "Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)" було проведено ряд заходів з метою демонстрації та впровадження поточних результатів роботи, зокрема:

- воркшоп (в режимі телеконференції та офлайн) "Електронні сервіси (е-сервіси) та засоби супроводження реабілітаційних заходів" на базі лікувально-профілактичного комплексу НАН України "Феофанія".

Відеозапис воркшопу доступний за посиланнями, зокрема, використовуючи сервіс YouTube (режим доступу unlisted без паролю):

– **https://youtu.be/VXg_7rp2f6U** (повний запис);
– **https://youtu.be/tIHyCm1rRso** (стисла версія у вигляді звіту зі світлинами частина 1);
– **https://youtu.be/VBNtzyMqQ2c** (стисла версія у вигляді звіту зі світлинами частина 2);

- презентація "Transdisciplinary Intelligent Information and Analytical System for Pandemic Rehabilitation (TISP)" на міжнародній конференції ITA 2021 XXIV-th Joint International Scientific Events on INFORMATICS (ITA 2021 is organized by: ITHEA International Scientific Society (ITHEA

ISS) and Association of Developers and Users of Intelligent Systems (ADUIS)).

Відеозапис виступу доступний за посиланнями, зокрема, використовуючи сервіс vHealth (для доступу необхідна авторизація користувача з наведеними вище логіном та паролем):

– **https://e-library.ml/view?m=UIjM5aqOVC**;

Відеозапис виступу доступний за посиланнями, зокрема, використовуючи сервіс YouTube (режим доступу unlisted без паролю):

– **https://youtu.be/piZ3EYKHfAw**;

- презентація проєкту “Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)” на всеукраїнському форумі “Україна 30” – Освіта і наука.

Короткий фотозвіт заходів з метою демонстрації та впровадження поточних результатів роботи наведено в ДОДАТКУ Є (доступний за посиланням: https://tisp.ai-service.ml/fileadmin/instructions/appendix-7.pdf)

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Guarino N. Understanding, Building, and Using Ontologies. URL: http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/guarino/guarino.html (Last accessed: 22.12.2020).

2. Guarino N., Guizzardi G., Mylopoulos J. On the Philosophical Foundations of Conceptual Models. *Information Modelling and Knowledge Base*. 2020. 321. P. 1-15. DOI: https://doi.org/10.3233/faia200002.

3. Hammami R., Bellaaj H., Hadj Kacem A. Interoperability for medical information systems: an overview. *Health and Technology*. 2014. 4 (3). С. 261-272. DOI: https://doi.org/10.1007/s12553-014-0085-8.

4. Steiner B., Saalfeld B., Elgert L., Haux R., Wolf K.-H. OnTARi: an ontology for factors influencing therapy adherence to rehabilitation. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2021. 21 (1). С. 153. DOI: https://doi.org/10.1186/s12911-021-01512-y.

5. Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії : колект. монографія /за ред. О. В. Палагіна; Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, НАН України, Нац. фонд дослідж. України. Київ : Просвіта, 2021. С. 214-227. DOI: https://doi.org/10.54521/ibs34.

6. Gladun V., Velychko V., Ivaskiv Y. Selfstructurized Systems. *Information Theories & Applications.* 2008. 1. P. 5-13.

7. Інформаційно-навчальні ресурси. Капсули знань. Монографія. За ред. Довгий С.О., Стрижак О.Є. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 162 с

8. Палагин А.В., Петренко Н.Г., Крывый С.Л., Величко В.Ю. Знание-ориентированные информационные системы с обработкой естественно-языковых объектов: онтологический подход. *УСuМ*. 2010. №4. С. 3-14.

9. Величко. В. К вопросу построения оптимального дерева решений. *International Journal «Information Models and Analyses»*. 2020. 9 (1). P. 52-77.

10. Величко В. Ю. Алгоритм побудови зростаючих пірамідальних мереж у паралельному обчислювальному середовищі. *Комп'ютерні засоби, мережі та системи*. 2011. №10. С. 105-112.

11. Litvin A., Velychko V., Kaverinsky V. Synthesis of chat-bot responses in the inflecting natural language based on the results of queries to ontology and analysis of the chat previous phrase. *International Journal «Information Theories and Applications»*. 2020. 27 (2). P. 152-199.

12. Velychko V. Architectural solution of system for semantic comparison of the texts.*International Journal*«*Information Theories and Applications*». 2019. 26 (4). P. 303-322.

13. Palagin O., Velychko V., Malakhov K., Shchurov O. Research and Development Workstation Environment: the new class of Current Research Information Systems. *UkrPROG 2018 :* Proceedings of the 11th International Conference of Programming UkrPROG 2018, Kyiv, Ukraine, May 22-24, 2018, Vol-2139 of CEUR Workshop Proceedings. CEUR-WS.org, 2018. P. 255-269. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2139/255-269.pdf (Last accessed: 24.10.2021).

14. Величко В., Волошин П., Свитла С. Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем. *ITHEAIBSISC*. No: 15. 2009. С. 24-31.

15. Palagin O. V., Velychko V. Yu., Malakhov K. S., Shchurov O. S. Distributional semantic modeling: a revised technique to train term / word vector space models applying the ontology-related approach. *UkrPROG 2020* : Proceedings of the 12th International Conference of Programming UkrPROG 2020. CEUR Workshop Proceedings-2866. Kyiv, Ukraine, September 15-16, 2020.P. 342-352. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2866/ceur_342-352palagin34.pdf (Last accessed 24.10.2021).

16. Про внесення змін до перекладу Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я та Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я дітей і підлітків : Наказ міністерства охорони здоров'я України 21.12.2018 р. № 2449.URL: https://moz.gov.ua/uploads/1/9898-dn_20181221_2449.pdf.

17. The ICF Browser. *WHO*. URL: http://www.who.int/classification/icf. (Last accessed: 17.02.2021).

18. Additional Protocol to The American Convention On Human Rights in the area of Economic, Social and Cultural Rights «Protocol of San Salvador». *Oas.org*. 2019. URL: https://www.oas.org/juridico/english/treaties/a-52.html (Last accessed 25.10.2019).

19. World Health Organization. WHO Global Disability Action Plan 2014-2021: Better health for all people with disability. Sixty-seventh World Health Assembly 4 April 2014. URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199544/9789241509619_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

20. Про затвердження плану заходів із впровадження в Україні Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я та Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я дітей і підлітків : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2017 р. № 1008-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1008-2017-%D1%80 (дата звернення: 30.06.2020).

21. Про затвердження Переліку спеціалізацій підготовки здобувачів вищої освіти ступеня магістра за спеціальністю 227 «Фізична терапія, ерготерапія» : Наказ Міністерства охорони здоровя України від 02.11.2018 р. № 2013. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1335-18 (дата звернення: 30.06.2020).

22. Про внесення змін до Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників. Випуск 78 «Охорона здоров'я» : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 13.12.2018 р. № 2331. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v2331282-18 (дата звернення: 30.06.2020).

23. Палагин А.В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний / А.В. Палагин, С.Л. Крывый, Н.Г. Петренко. – [Монография]. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 324 с.

24. Палагін О. В.,Петренко М. Г. Про деякі особливості побудови онтологічних моделей предметних областей. *Control Systems and Computers*. 2019. 3 (281). С. 23-37. DOI: doi.org/10.15407/csc.2019.03.023.

25. OWL 2 Web Ontology Language Primer (Second Edition). *W3C*. URL: http://www.w3.org/TR/2012/REC-owl2-primer-20121211/.

26. Horridge M. A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools. Edition 1.3. Copyright The University Of Manchester. March 24, 2011. 107 p.

27. DuCharme B. Learning SPARQL. Querying and Updating with SPARQL 1.1.2nd Edition. O'Reilly Media, Inc., 2013. 367 p.

28. Genism Topic modelling for humans. *Radimrehurek*. URL: https://radimrehurek.com/gensim/ (датазвернення: 27.07.2021).

29. models.keyedvectors – Store and query word vectors. *Radimrehurek*. URL:https://radimrehurek.com/gensim/models/keyedvectors.html (датазвернення: 27.07.2021).

30. gensim. *GitHub*. URL: https://github.com/RaRe-Technologies/gensim (датазвернення: 27.07.2021).

31. TensorFlow Core. *TensorFlow*. URL: https://www.tensorflow.org/tutorials/text/word2vec (датазвернення: 27.07.2021).

32. TensorBoard. *TensorFlow*. URL: https://www.tensorflow.org/tensorboard (датазвернення: 27.07.2021).

33. Науковий звіт про проміжні результати реалізації проєкту № 2020.01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP). Київ : Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, 2020. 304 с.

34. Вимоги ПМГ 2021 році. URL: https://nszu.gov.ua/vimogi-pmg-2021. (дата звернення: 07.12.2021)

35. Budnyk M. M., Ena A. I., Masliuk V. V., Chaikovsky I. A., Ena O. A. Development of methodologies of psychophysiology testing and its prospects in rehabilitation. *Ukrainian Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2021. 3-4 (09). P. 79-84.

36. Будник В. М., Риженко Т. М., Будник М. М. Розроблення та оцінка відповідності програмного забезпечення ЕКГ-фотометричного комплексу. *Ki-*

бернетика та комп'ютерні технології. 2021. 3. С. 115-128. DOI: https://doi.org/10.34229/2707-451x.21.3.10.

37. Палагін О. В., Кургаєв О. П., Будник М. М., Чайковський І. А. Розроблення підсистеми підтримки комплексу діагностичних процедур інформаційно-аналітичної системи TISP. *Кібернетика та комп'ютерні технології*. 2021. 3. С. 86-102. DOI: https://doi.org/10.34229/2707-451X.21.3.8.

38. Будник М. М. Дослідження засобів психофізіологічного тестування для контролю процесів реабілітації. *Інформаційні системи та технології в медицині (ISM–2021)* : зб. мат. 4-ої міжн. наук.-практ. конф., м. Харків, 25-26.11.2021 / Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», С. 210-212.

39. Кургаєв О. П., Палагін О. В., Малахов К. С., Семикопна Т. В. Спосіб реабілітації людей з обмеженими можливостями і апаратний комплекс для його здійснення : заявка на винахід № a202102703, ІК ім. В. М. Глушкова НАНУ, 2021.

40. Чайковський І., Будник М. Спосіб оцінки фізіологічної ціни психоемоційного чи фізичного навантаження : пат. UA 54185U; заявл. 21.05.2010; опубл.25.10.2010, Бюл. № 20.

41. Палагін О. В., Чайковський І. А., Будник М. М., Семикопна Т. В., Малахов К. С., Величко В. Ю. Спосіб застосування системи телереабілітації з використанням біологічного зворотного зв'язку : заявка на кор. модель UA u2021 06801, A61B5/346, G16H80/00, G16H20/30, G16H20/70, Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України; заявл. 30.11.2021.

42. Палагін О. В., Чайковський І. А., Будник М. М., Семикопна Т. В., Малахов К. С., Величко В. Ю. Спосіб оцінювання фізіологічного ефекту фізичної та психологічної реабілітації з використанням біологічного зворотного зв'язку : заявка на винахід UA a2021 06802, A61B 5/346, G16H 80/00, G16H 20/30, G16H 20/70, Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України; заявл. 30.11.2021.

43. Budnyk M., Chaikovskyi I., Vishnevskyi V., Syvak O., Instrumental and information-technical means of rehabilitation in pandemic conditions. *Фізична та реабілітаційна медицина в Україні: організація надання мультидисциплінарної реабілітаційної допомоги в закладах охорони здоров'я* : зб. мат. 2-ого Національного конгресу фізичної та реабілітаційної медициним. Київ, 15-16.12.2021 / НУОЗ, у друці.

44. Rehabilitation. *WHO*. 2021. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation (Last accessed 25.11.2021).

45. Schalk G., McFarland D. J., Hinterberger T., Birbaumer N., Wolpaw J. R. BCI2000: A General-Purpose Brain-Computer Interface (BCI) System. *IEEE Trans. Biomed Eng.* July 2004. 51 (6). P. 1034-1043. DOI: 10.1109/TBME.2004.827072 (Last accessed 25.11.2021).

46. Applying_Configuration_Parameters. *User Tutorial : BCI2000 Tour*. *NCAN*. URL: https://www.bci2000.org/mediawiki/ index.php/User_Tutorial:BCI2000_Tour#Applying_Configuration_Parameters(Last accessed 25.11.2021).

47. Kurgaev A. F., Palagin O. V. Rehabilitation According to the Biological Feedback. *IDAACS 2021* : Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), 22-25 September, 2021. Cracow, Poland, 2021. 2. P. 1170-1175.

48. Джарратано Дж., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / пер. с англ. Изд. 4-е. Москва, Санкт-Петербург, Киев : ООО«И. Д. Вильямс», 2007. 1152 с.

49. Кургаєв О. П. Характеристика інструментального середовища CLIPS. *Практика використання інструментального середовища CLIPS* : навч. посіб. / ред. О. П. Кургаєв. Київ : НУХТ, 2013. С. 5-64.

50. Кургаев А. Ф. Концепт информации. Часть 2. Функции научной теории. Международный научно-технический журнал. Проблемы управления и информатики. 2020. 2. С. 124-140. DOI: https://doi.org/10.1615/JAutomatInfScien.v52.i4.60.