

# СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ВЗАЄМОДІЇ ЛІКАРІВ-РЕАБІЛОЛОГІВ З ПАЦІЄНТАМИ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНИХ ОНТОЛОГІЙ ПРОЦЕСУ

*Приходнюк В. В.*

*Національний центр «Мала академія наук України», м. Київ, Україна*

 <https://orcid.org/0000-0002-2108-7091>

**Для кореспонденції:** Приходнюк Віталій Валерійович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Національного центру «Мала академія наук України», вул. Дегтярівська, 38/44, Київ, 04119, Україна; e-mail: [Prikhodnyuk\\_Vitaly@nas.gov.ua](mailto:Prikhodnyuk_Vitaly@nas.gov.ua); контактний тел.: +38 (044) 489-55-99.

Реабілітація є важливою складовою системи охорони здоров'я. Недостатня забезпеченість реабілітацією є серйозною проблемою як в Україні, так і у світі, і ця проблема тільки загострилась під час пандемії. Впровадження ефективної системи реабілітації на основі доказової медицини та єдиних стандартів і правил є одним із завдань Стратегії людського розвитку, затвердженої указом Президента. Одним з напрямків впровадження ефективної системи реабілітації є використання сучасних інформаційних технологій, тобто створення спеціалізованих інформаційно-аналітичних систем підтримки реабілітаційних процесів. При цьому великою проблемою є те, що в законодавчому (нормативному) полі на даний момент питання, які стосуються реабілітації, знаходяться значною мірою в стані розробки і обговорення. Тому для ефективної розробки, впровадження і підтримки в актуальному стані така система повинна створюватись з використанням достатньо гнучких підходів, що дозволятимуть розробникам у взаємодії з експертами в області реабілітації динамічно змінювати склад, структуру та функції системи, реагуючи таким чином на зміни в законодавстві, прийняття нових нормативних документів, рекомендацій та ін. Оскільки переважна більшість таких документів є природномовними текстами, то використання в цій сфері сучасних когнітивних інформаційних технологій є достатньо ефективним. Документи, що описують певну предметну галузь (зокрема, реабілітацію), формують певну взаємозв'язану систему, структуризація якої може слугувати основою для формалізованого опису діяльності експерта (експерта-реабілолога).

Пропонується підхід, що передбачає створення інформаційно-аналітичних систем на основі систем нормативних документів. Підхід включає в себе аналіз і структуризацію відповідних системи документів, представлення результатів структуризації у формі онтологій як концептуальних представлень відповідної предметної галузі, і побудову на основі онтологій власне інформаційно-аналітичної системи як інтерактивного онтологічного документу. Процес структуризації може здійснюватися як вручну, так і автоматизовано – з допомогою методу рекурсивної редукції. В результаті структуризації створюється онтологія процесу як формалізований опис діяльності експерта-реабілолога, а також набір допоміжних онтологій, зокрема – онтологічних представлень класифікацій (МКФ, МКХ).

**Ключові слова:** онтологія, інтерактивний документ, реабілітація, інформаційно-аналітична система, міжнародна класифікація функціонування, обробка природної мови, штучний інтелект, інтелектуальні інформаційні технології.

**Вступ.** Реабілітація є важливою складовою системи охорони здоров'я. Недостатня забезпеченість реабілітацією є серйозною проблемою як в Україні, так і у світі [1, 2], і ця проблема тільки загострилась під час пандемії. Впровадження ефективної системи реабілітації на основі доказової медицини та єдиних стандартів і правил є одним із завдань Стратегії людського розвитку [3], затвердженої указом Президента. Одним з основних завдань даної Стратегії є впровадження ефективної системи реабілітації на основі доказової медицини та єдиних стандартів і правил з урахуванням Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я.

Однак в законодавчому (нормативному) полі на даний момент питання, що стосуються реабілітації, знаходяться в стані розробки і обговорення. Хоча основний профільний закон (Закон України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» [4]) вже прийнятий і набув чинності, підзаконні акти, що уточнюють і доповнюють його, все ще знаходяться

на стадії розробки або узгодження. Зокрема, на стадії узгодження знаходиться проект постанови КМУ «Питання організації реабілітації у сфері охорони здоров'я», що містить:

- Типовий порядок організації надання реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я;
- Типове положення про мультидисциплінарну реабілітаційну команду;
- Типове положення про реабілітаційне відділення, підрозділ.

Однак, велика кількість питань (стандартизація реабілітаційних планів, оціночних інструментів та ін.) вимагає додаткового опрацювання. В таких умовах створення інформаційних та інформаційно-аналітичних систем підтримки реабілітаційних процесів з використання традиційних підходів, з послідовним визначенням функціональних вимог, їх адаптацією і подальшою реалізацією [5–7] є недостатньо ефективним.

Для ефективної розробки, впровадження і підтримки в актуальному стані системи підтримки

реабілітаційних процесів необхідний більш гнучкий підхід, який дозволить розробникам у взаємодії з експертами в області реабілітації динамічно змінювати склад, структуру та функції системи у відповідь на зміни в законодавстві, прийнятті нових нормативних документів, рекомендацій та ін. Одним з можливих способів вирішення даної задачі є використання онтологічного інжинірингу. Онтології досить широко використовуються в сфері біології і медицини (в тому числі – реабілітаційної) [8, 9], однак як правило це використання обмежується описом певних явищ, результатів досліджень та ін. Пропонується інший підхід до застосування онтологій – для опису процесів, що здійснює експерт-реабілітолог в рамках своєї посадової діяльності. Це може служити основою для створення онтологічно-керованої системи підтримки реабілітаційних процесів (зокрема, для підтримки процесів взаємодії реабілітологів з пацієнтами).

**Мета** дослідження полягала в розробці підходу до створення програмної системи підтримки взаємодії лікарів-реабітологів з пацієнтами на основі онтологічних описів процесів, що можуть динамічно змінюватися в залежності від вимог законодавства, поточних потреб експерта-реабітолога та інших факторів.

**Матеріали і методи.** Медицина сфера відноситься до критично важливих сфер людської діяльності, і тому діяльність в її рамках досить жорстко регламентується великою кількістю нормативних документів – законів та підзаконних актів, стандартів, протоколів та ін. Експерти в цій сфері (зокрема, експерти-реабітологи) зобов'язані дотримуватись вимог, що вказані в даних нормативних документах.

Оскільки переважна більшість таких документів є природномовними текстами, то використання в цій сфері сучасних когнітивних інформаційних технологій є достатньо ефективним [10, 11]. Документи, що описують певну предметну галузь (наприклад, реабілітацію), такі, як закони, методика, протоколи та ін., формують певну взаємозв'язану систему. Структуризація такої системи може слугувати основою для формалізованого опису діяльності експерта (експерта-реабітолога). Природним способом представлення структурованої інформації є онтологія як концептуальне представлення відповідної предметної галузі.

Онтологію можна представити у вигляді впорядкованої трійки [12, 13]. Така структура містить ієрархію об'єктів  $X$ , що є значущими в рамках певної предметної галузі. Власне ієрархія формується зв'язками між об'єктами  $R$ , тоді як функції інтерпретації об'єктів  $F$  в тій чи іншій формі (наприклад, у вигляді текстових описів) розкривають їх зміст.

$$O = \langle X, R, F \rangle \quad (1)$$

Побудова онтологій можлива в ручному

режимі (експертами-реабітологами), але значно кращі результати дає автоматизований режим – коли первинна структура онтології генерується програмними засобами, а в подальшому експерт валідує і доповнює цю структуру.

Одним з способів автоматизованої структуризації документів (зокрема, нормативних) є метод рекурсивної редукації [12, 13]. Структуризацію певного природномовного тексту з допомогою даного методу можна представити як певне перетворення – перетворення структуризації.

$$F_{str} : T^T \rightarrow O \quad (2)$$

Будь-який природномовний текст  $T^T$  представляється множиною лексем  $L$  виду, на якій визначене відношення передування [12, 14, 15].

Дане відношення перетворює  $L$  в лінійно впорядковану множину. Кожна лексема  $l_i$ , в свою чергу, має структуру – складається з текстового представлення  $l_i^T$  та множини ознак  $P_i$ . Ознаки  $l_i$  можуть бути різними в залежності від багатьох факторів – мови, тексту способу його аналізу та ін.

$$L = \{l_1 \prec l_2 \prec \dots \prec l_n\} \quad (3)$$

$$l_i = \langle l_i^T, P_i \rangle \quad (4)$$

Як правило, лексема зв'язана з іншими лексемами з допомогою синтаксичних зв'язків виду, при цьому кожен зв'язок характеризується своїм типом  $k$  [12, 14, 15].

$$r_{sn} = \langle l^1, l^2, k \rangle \quad (5)$$

Вищесказане означає, що природномовний текст може бути представлений у вигляді орієнтованого графу.

$$T_{sn} = \langle L, R_{sn} \rangle \quad (6)$$

Першим кроком перетворення є формування структури на основі вхідного природномовного тексту. Подальше його виконання полягає в рекурсивному застосуванні до структури оператора редукації. Оператор редукації записується в термінах  $\lambda$ -виразів [16, 17], і, в свою чергу, є комбінацією трьох інших операторів, що застосовуються послідовно: оператора ідентифікації об'єктів  $F_x$ , оператора ідентифікації зв'язків  $F_{smr}$  і оператора ідентифікації контекстів  $F_{\dots}$ . Контексти, ідентифіковані на останньому етапі застосування оператора редукації, визначають тим чи іншим чином зміст об'єкта, і тому є основою для створення функцій його інтерпретації.

$$F_{rd} = F_x \circ F_{smr} \circ F_{ct} \quad (7)$$

Кожен з елементів оператора редукації в свою чергу формується правилами виду. Правило складається з функції застосовності  $f_{ap}^g$ , що

визначає, чи може правило бути застосоване до певного набору вхідної інформації, і функції перетворення  $f_{tr}^g$ , що задає власне перетворення в  $x$  і  $d$  н о і інформації (формування об'єкту чи зв'язку, виділення контексту та ін.). Задане правилом  $g$  перетворення має вигляд .

$$g = \langle f_{ap}^g, f_{tr}^g \rangle \quad (8)$$

$$F_g(x) = \begin{cases} f_{tr}^g(x), f_{ap}^g(x) \\ x, -f_{ap}^g(x) \end{cases} \quad (9)$$

Таким чином можна виконувати автоматичне або автоматизоване перетворення системи документів, що описують певну предметну галузь, на систему онтологій. Система онтологій, в свою чергу, може бути використана в якості основи для побудови інформаційної або інформаційно-аналітичної системи у вигляді онтолого-керованого інтерактивного документу.

Онтолого-керований інтерактивний документ [12, 13] має вигляд . Інтерактивний документ складається з:

- системи інформаційних онтологій  $O_I$ , призначених для зберігання тематичної інформації – даних про пацієнтів, обладнання та ін.;
- системи керуючих онтологій  $O_C$ , що визначають функціональність результуючої програмної системи. В першу чергу це онтології процесу, але є і інші типи керуючих онтологій, такі, як дескриптори структуризації (містять описи, правил , що описують процес рекурсивної редукції);
- натуральної системи  $SN$  [18], яка забезпечує інтерактивний доступ до інформації, наявної в  $O_I$ , у відповідності з функціями, описаними  $O_C$ .

$$\langle O_I, O_C, SN \rangle \quad (10)$$

Саме натуральний документ є основою для створення програмної системи підтримки взаємодії лікарів-реабілітологів з пацієнтами.

**Результати.** Описаний вище підхід передбачає, що першим кроком при створенні системи є власне аналіз і структуризація системи документів. Документи можуть збиратись як експертами-реабілітологами, так і операторами системи, після чого оператори системи створюють набори правил рекурсивної редукції виду для їх початкового аналізу. Прикладами документів, що описують ті чи інші аспекти здійснення реабілітації, є:

- Закон України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» [4];
- Проект постанови КМУ «Питання організації реабілітації у сфері охорони здоров'я»;
  - Типовий порядок організації надання реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я;
  - Типове положення про мультидисциплінарну реабілітаційну команду;
  - Типове положення про реабілітаційне відділення, підрозділ.
- Міжнародна класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ) [19];
- Біла книга фізичної і реабілітаційної медицини [20];
- Текстові описи різноманітних діагностичних інструментів (Індекс мобільності Рівермід, Шкала Бартелі, Шкала Борга та ін.).

Загальний вигляд структуризованого документу показано на рис. 1. В такому представленні документ значно зручніший для роботи і дозволяє оперативно знаходити потрібну користувачу тематичну інформацію.

При подальшому дослідженні структуризованого документу слід ідентифікувати і класифікувати смислові одиниці, представлені у вигляді об'єктів онтології. Класифікація об'єктів здійснюється за наступними категоріями:

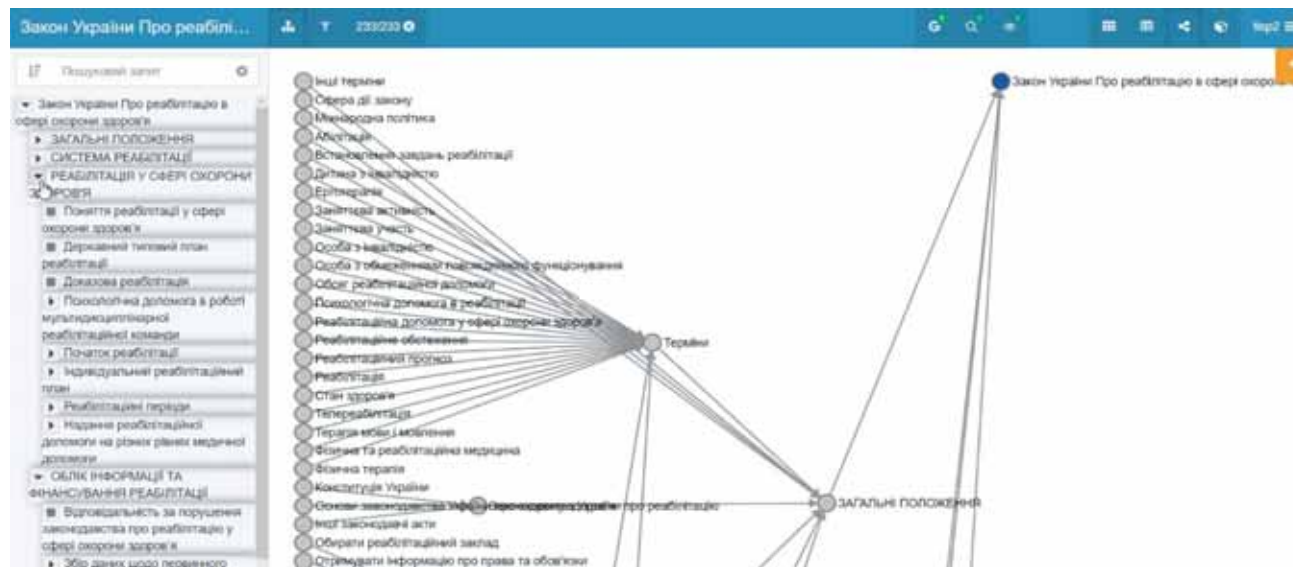


Рис. 1. Онтологічне представлення Закону України «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я»

- Загальні положення, принципи та ін., що не можуть бути використані в рамках створення системи;

- Визначення термінів, що не можуть бути прямо використані для створення системи, але є основою для створення чи уточнення глосарію предметної галузі;

- Посилання на інші нормативні документи – можуть використовуватись для автоматичного або автоматизованого поповнення системи документів;

- Вимоги та обмеження – можуть використовуватись в рамках аналітичної підсистеми для оцінки здійснюваного експертом-реабітологом процесу;

- Описи алгоритмів роботи експертів-реабітологів – є основою для створення онтології процесу, і, таким чином, для побудови системи.

Найбільш важливою інформацією є саме описи алгоритмів. Меншою мірою є важливими є вимоги та обмеження, перевірка яких автоматизується системою за необхідності. У випадку вищевказаної системи документів алгоритм роботи реабілітаційної команди в загальному описаний в «Типовому порядку організації надання реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я» в частині, що стосується реабілітаційних маршрутів. Відповідний фрагмент онтології показано на рис. 2.

Даний фрагмент вказує основні види етапів реабілітаційного маршруту, і зазначає, що кожен з етапів надання реабілітаційної допомоги включає виконання всіх компонентів не менш як одного реабілітаційного циклу. В подальшому подібний фрагмент аналізується експертом. Результатом аналізу, як правило, є онтологія процесу, що описує діяльність експерта. Однак в таких складних процесах, як реабілітація, використання статичної онтології неможливе через велику варіативність. Вирішенням даної проблеми є використання

динамічної онтології, яка буде формуватися з типових фрагментів у відповідності до конкретної ситуації. Приклад системи таких фрагментів (кожен з яких є окремою онтологією процесу) показано на рис. 3.

Формування ж самої онтології процесу, що буде використовуватись в кожному конкретному випадку (для кожного конкретного пацієнта) покладатиметься на натуральну систему. Дана функція є одно з складових основної цільової функції натуральної системи – забезпечення інтерактивного доступ до інформації.

Приклад інтерфейсу, призначеного для формування динамічної онтології процесу, показано на рис. 4. Таблиця «Маршрут реабілітації» дозволяє додавати довільну кількість етапів, і згідно вибраного в таблиці виду етапу до онтології процесу додаватиметься відповідний фрагмент, що стосуватиметься саме даного етапу.

В загальному випадку для побудови повноцінної системи слід використовувати велику кількість подібних фрагментів онтології процесу, що стосуються різних аспектів роботи реабілітаційної команди. Наприклад, даний підхід дозволяє автоматизувати процес вводу результатів оцінки стану пацієнта за стандартизованими шкалами. Приклад такого інтерфейсу показано на рис. 5. Він дозволяє вибрати саме ті шкали, що потрібні для оцінки конкретного пацієнта, і ввести їх в систему. Інші компоненти системи можуть використовувати такі дані, зокрема – для оцінки пацієнта за МКФ і побудови його функціонального профілю.

Оцінка пацієнта за МКФ в рамках системи також потребує структуризації і побудови онтології – онтології МКФ. Дана онтологія повинна містити як власне перелік елементів МКФ, так і додаткову інформацію – їх описи, шкали, що використовуються та ін. Додатково представлення МКФ у вигляді онтології дозволяє реалізувати функцію створення спеціалізованих наборів кодів – такі набори можуть

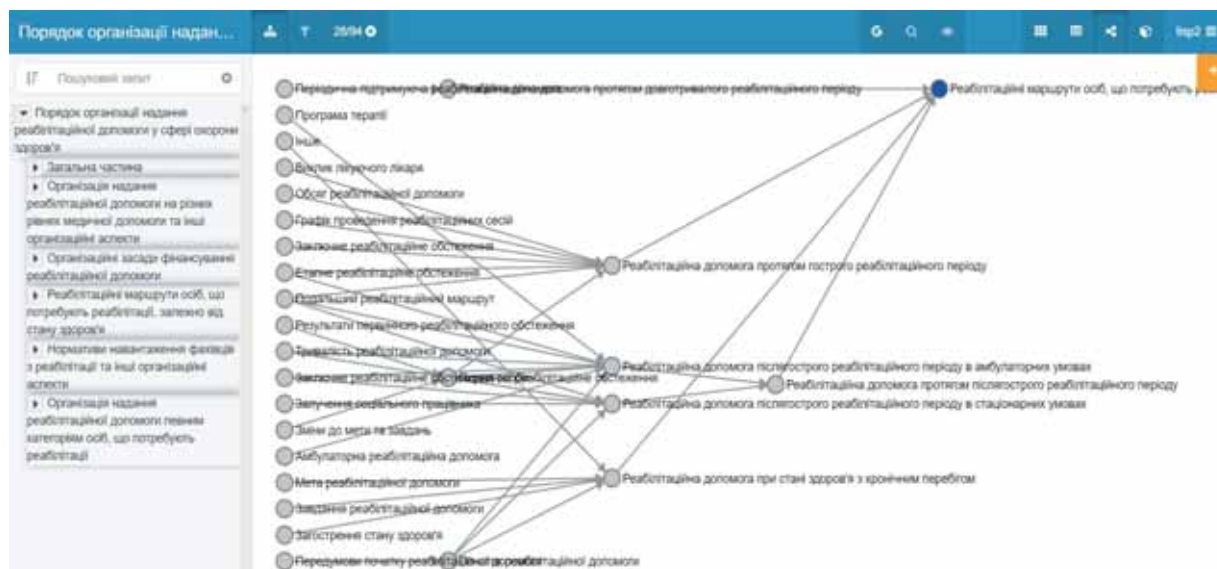


Рис. 2. Фрагмент онтології «Типового порядку організації надання реабілітаційної допомоги»



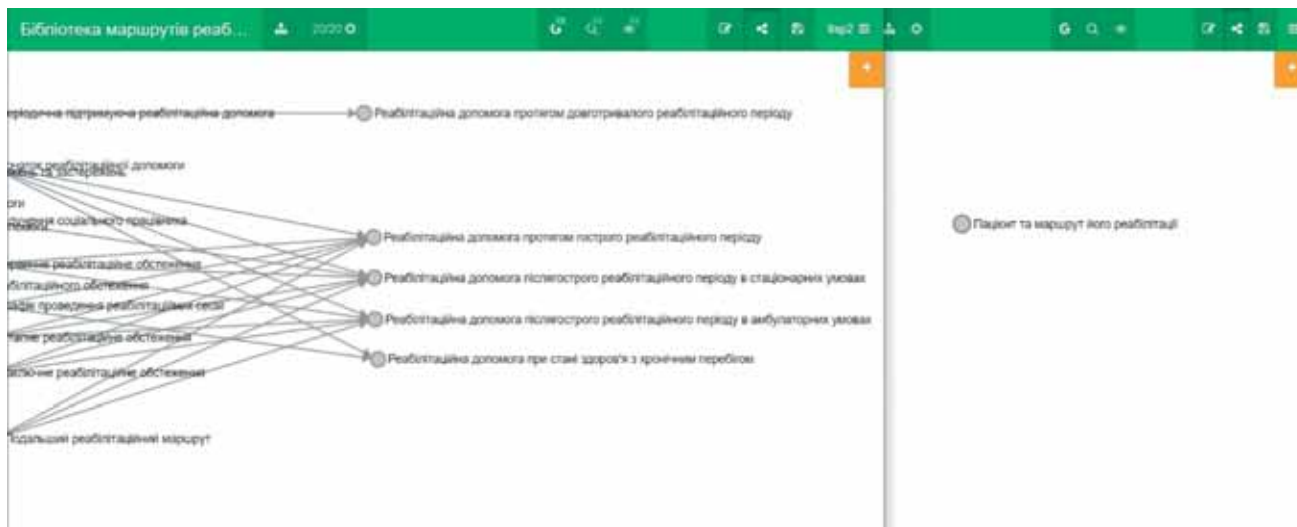


Рис. 3. Система онтологій процесу, що описує процес реабілітації пацієнта



Рис. 4. Інтерфейс формування динамічної онтології

бути представлені у вигляді додаткових об'єктів в онтології.

Приклад інтерфейсу, призначеного для роботи з МКФ, показано на рис. 6. Інтерфейс дозволяє вибрати необхідні коди МКФ (як окремі коди, так і категорії кодів або попередньо задані набори), і провести оцінку по цим кодам відповідно до шкал.

**Обговорення.** Необхідність враховувати всі накладені нормативними документами обмеження може бути достатньо незручною і ускладнюватиме процес надання реабілітаційної допомоги. Особливо гостро проблема стоїть в умовах не до кінця сформованої нормативно-правової бази в даній галузі, коли експертам необхідно оперативного враховувати нові вимоги.

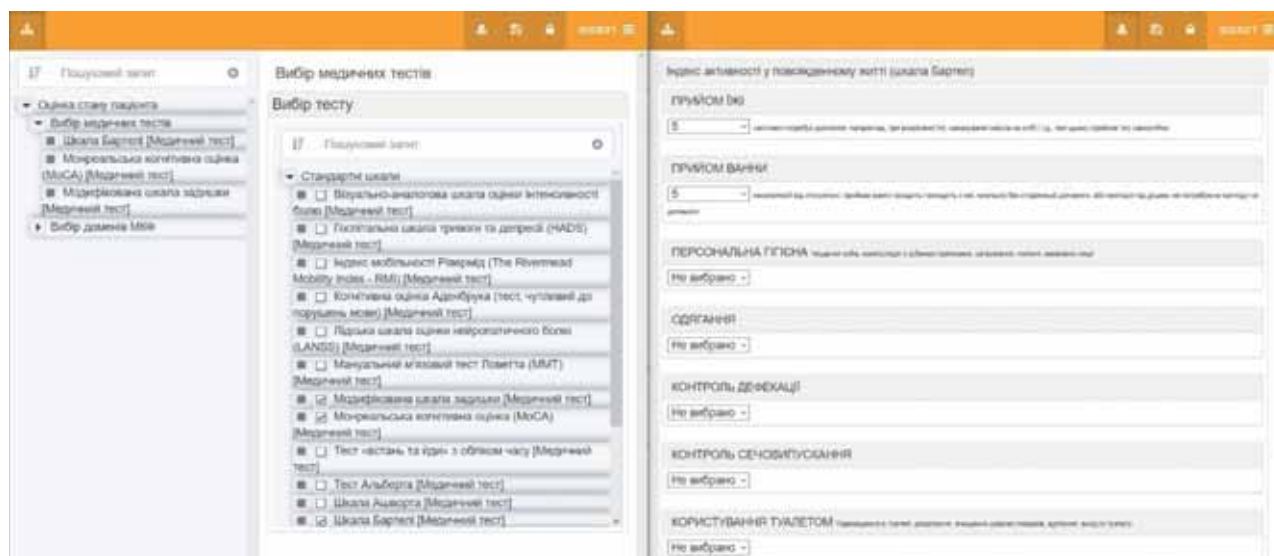


Рис. 5. Інтерфейс оцінки пацієнта за стандартними шкалами

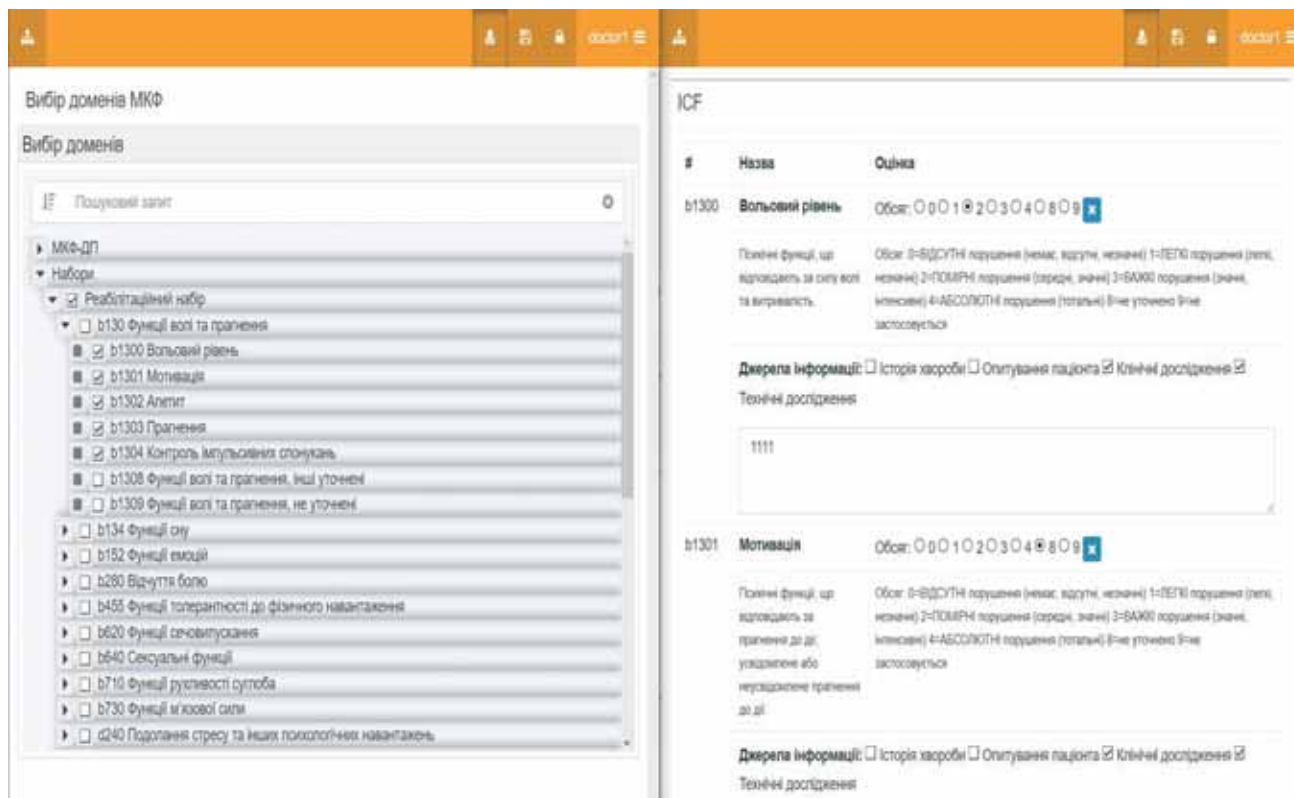


Рис. 6. Інтерфейс оцінки стану пацієнта за МКФ

Автоматизація відповідних процесів дозволяє значною мірою уникнути даної проблеми, дозволяючи експертам-реабілітологам економити значну кількість часу. Однак використання традиційних підходів вимагає достатньо довгого періоду вибудовування і реалізації нових функціональних вимог до системи, що вимагає значних витрат часу розробника. Запропонований підхід дозволяє автоматизувати сам процес створення системи, значно спрощуючи його і підвищуючи його ефективність. Додатковою його перевагою є можливість надання експертам-реабілітологам певних (обмежених) засобів щодо модифікації функціональності системи без участі розробників. За наявності відповідних прав, експерти-реабілітологи можуть персоналізувати розроблений інструментарій і використовувати його як засіб для упорядкування своєї діяльності – додавати додаткові діагностичні механізми, інноваційні протоколи та інші об'єкти, які вони використовують в своїй діяльності.

Розроблена система є складовою трансдисциплінарної інтелектуальної інформаційно-аналітичної системи супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP), і в її складі впроваджується в діяльність медичних та навчальних закладів.

### Результати і Висновки:

1. Проведене дослідження показало можливість створення програмної системи підтримки взаємодії лікарів-реабілітологів з пацієнтами на основі онтологічних описів процесів, що можуть динамічно

змінюватися в залежності від вимог законодавства, поточних потреб експерта-реабілітолога та інших факторів.

2. Підхід до створення таких онтологічних описів на основі аналізу систем документів (зокрема, нормативних) дозволив значно підвищити ефективність процесу створення та підтримки системи за рахунок його автоматизації з використанням методу рекурсивної редукції.

3. Наявні в рамках створеної системи компоненти, призначені для оцінки за різними шкалами а також за МКФ становлять основу для автоматизації процесів прогнозування стану пацієнта, планування реабілітації та оцінки її ефективності.

Перспективи подальших досліджень. У подальшій роботі планується розширення системи документів, що використовується для створення системи – поповнення її інструкціями та протоколами, що стосуються окремих складових процесу реабілітації (зокрема, щодо самооцінки пацієнтів). В ході подальшої роботи планується створення підходів до автоматизованого аналізу відповідних типів документів з використанням методу рекурсивної редукції.

**Додаткова інформація.** Оpubліковані матеріали на мають конфлікту інтересів

### Подяки

Дослідження виконано при підтримці гранту Національного фонду досліджень України за договором від 07.05.2021 р. № 159/01/0245 «Трансдисциплінарна інтелектуальна інформаційно-

аналітична система супроводження процесів реабілітації при пандемії (TISP)».

### Список літератури:

1. Rehabilitation Fact Sheet. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation> (дата звернення: 10.05.2021).
2. Tongsiri S., Riewpaiboon W. Using the ICF to develop the capability-oriented database of persons with disabilities: a case study in Nakornpanom province, Thailand. *Disability and Rehabilitation*. 2013. вип. 35. № 13. С. 1078–1086. DOI: <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.720351>
3. УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА УКРАЇНИ №225/2021 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 травня 2021 року “Про Стратегію людського розвитку.” URL: <https://www.president.gov.ua/documents/2252021-39073> (дата звернення: 10.05.2021).
4. Закон України “Про реабілітацію у сфері охорони здоров’я.” 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20#Text> (дата звернення: 10.05.2021).
5. Zhang M., Yu J., Shen W., Zhang Y., Xiang Y., Zhang X., Lin Z., Yan T. A mobile app implementing the international classification of functioning, disability and health rehabilitation set. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2020. вип. 20. № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-020-1019-1>
6. Milenkovic A., Jankovic D., Rajkovic P. Extensions and adaptations of existing medical information system in order to reduce social contacts during COVID-19 pandemic. *International Journal of Medical Informatics*. 2020. вип. 141. С. 104224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104224>
7. Hammami R., Bellaaj H., Hadj Kacem A. Interoperability for medical information systems: an overview. *Health and Technology*. 2014. вип. 4. № 3. С. 261–272. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12553-014-0085-8>
8. 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. вип. 21. № 1. С. 153. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01512-y>
9. Carbon S., Dietze H., Lewis S. E., Mungall C. J., Munoz-Torres M. C., Basu S., Chisholm R. L., Dodson R. J., Fey P., Thomas P. D., Mi H., Muruganujan A. Expansion of the gene ontology knowledgebase and resources: The gene ontology consortium. *Nucleic Acids Research*. Oxford University Press. 2017. вип. 45. № D1. С. D331–D338. DOI: <https://doi.org/10.1093/nar/gkw1108>
10. Luo L., Li L., Hu J., Wang X., Hou B., Zhang T., Zhao L. P. A hybrid solution for extracting structured medical information from unstructured data in medical records via a double-reading/entry system. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2016. вип. 16. № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-016-0357-5>
11. Мінцер О. П., Приходнюк В. В., Стрижак О. Є., Шевцова О. М. Трансдисциплінарне представлення інформації за допомогою інтерактивних документів. *Медична інформатика та інженерія*. 2018. № 1. С. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.11603/mic.1996-1960.2018.1.8891>
12. Stryzhak O., Prykhodniuk V., Popova M., Nadutenko M., Haiko S., Chepkov R. Development of an Oceanographic Databank Based on Ontological Interactive Documents. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham : Springer. 2021. С. 97–114. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_8)

[org/10.1007/978-3-030-80126-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_8)

13. Stryzhak O., Prychodniuk V., Podlipaiev V. Model of transdisciplinary representation of GEOspatial information. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. Cham : Springer. 2019. С. 34–75. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-16770-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16770-7_3)
14. Гладун В. П., Величко В. Ю. Конспектирование естественных языковых текстов. *Knowledge – Dialogue – Solution : Proceedings of the XI-th International Conference*. 2005. С. 344–347.
15. Величко В., Волошин П., Свитла С. Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем. *Knowledge – Dialogue – Solution : International Book Series “INFORMATION SCIENCE & COMPUTING.”* Sofia, Bulgaria : ITHEA. 2009. вип. 15. С. 24–31.
16. Stryzhak O. Y., Potapov H. M., Prychodniuk V. V., Chepkov R. I. Evolution of management – from situational to transdisciplinary. *Environmental safety and natural resources*. 2019. вип. 30. № 2. С. 91–112. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.2.91-112>
17. Барендрегт Х. Лямбда-исчисление. Его синтаксис и семантика. М. : Мир. 1985. 606 с.
18. Малишевский А. В. Качественные модели в теории сложных систем. Москва : Наука. Физматлит. 1998. 528 с.
19. World Health Organisation. *International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF*. Geneva : WHO. 2001. 299 с.
20. White Book on Physical and Rehabilitation Medicine (PRM) in Europe. Chapter 7. The clinical field of competence: PRM in practice. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2018. вип. 54. № 2. DOI: <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.05151-1>

### References:

1. Rehabilitation Fact Sheet. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation> (дата звернення: 10.05.2021).
2. Tongsiri S., Riewpaiboon W. Using the ICF to develop the capability-oriented database of persons with disabilities: a case study in Nakornpanom province, Thailand. *Disability and Rehabilitation*. 2013. vol. 35. № 13. S. 1078–1086. DOI: <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.720351>
3. DECREE OF THE PRESIDENT OF UKRAINE №225/2021 On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine of May 14, 2021 “ About the Human Development Strategy” URL: <https://www.president.gov.ua/documents/2252021-39073> (in Ukrainian).
4. Law of Ukraine “About rehabilitation in the field of health care.” 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20#Text> (in Ukrainian).
5. Zhang M., Yu J., Shen W., Zhang Y., Xiang Y., Zhang X., Lin Z., Yan T. A mobile app implementing the international classification of functioning, disability and health rehabilitation set. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2020. vol. 20. № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-020-1019-1>
6. Milenkovic A., Jankovic D., Rajkovic P. Extensions and adaptations of existing medical information system in order to reduce social contacts during COVID-19 pandemic. *International Journal of Medical Informatics*. 2020. vol. 141. S. 104224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104224>
7. Hammami R., Bellaaj H., Hadj Kacem A. Interoperability



- for medical information systems: an overview. *Health and Technology*. 2014. vol. 4. № 3. S. 261–272. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12553-014-0085-8>
8. 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. vol. 21. № 1. S. 153. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01512-y>
9. Carbon S., Dietze H., Lewis S. E., Mungall C. J., Munoz-Torres M. C., Basu S., Chisholm R. L., Dodson R. J., Fey P., Thomas P. D., Mi H., Muruganujan A. Expansion of the gene ontology knowledgebase and resources: The gene ontology consortium. *Nucleic Acids Research*. Oxford University Press. 2017. vol. 45. № D1. S. D331–D338. DOI: <https://doi.org/10.1093/nar/gkw1108>
10. Luo L., Li L., Hu J., Wang X., Hou B., Zhang T., Zhao L. P. A hybrid solution for extracting structured medical information from unstructured data in medical records via a double-reading/entry system. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2016. vol. 16. № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-016-0357-5>
11. Mintser, O. P., Pryhodnyuk, V. V., Stryzhak, O. Y., & Shevtsova, O. M. Transdyscyplinarne predstavlennia informatsii ZA dopomohoiu interaktyvnykh dokumentiv. *Medical Informatics and Engineering*. 2018. № 1. S. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.1.8891> (in Ukrainian)
12. Stryzhak O., Prykhodniuk V., Popova M., Nadutenko M., Haiko S., Chepkov R. Development of an Oceanographic Databank Based on Ontological Interactive Documents. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham : Springer. 2021. S. 97–114. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_8)
13. Stryzhak O., Prychodniuk V., Podlipaiev V. Model of transdisciplinary representation of GEOspatial information. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. Cham : Springer. 2019. S. 34–75. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-16770-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16770-7_3)
14. Gladun V. P., Velychko V. Yu. Konspektirovanie estestvennojazykovykh tekstov. *Knowledge – Dialogue – Solution : Proceedings of the XI-th International Conference*. 2005. S. 344–347 (in Russian)
15. Velychko V., Voloshyn P., Svitla S. Avtomatizirovannoe sozdanie tezaurusu terminov predmetnoj oblasti dlja lokal'nyh poiskovykh sistem. *Knowledge – Dialogue – Solution : International Book Series "INFORMATION SCIENCE & COMPUTING."* Sofia, Bulgaria : ITHEA. 2009. vol. 15. S. 24–31 (in Russian)
16. Stryzhak O. Y., Potapov H. M., Prychodniuk V. V., Chepkov R. I. Evolution of management – from situational to transdisciplinary. *Environmental safety and natural resources*. 2019. vol. 30. № 2. S. 91–112. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.2.91-112>
17. Barendregt H. Lambda-ischislenie. Ego sintaksis i semantika. Moscov : Mir. 1985. 606 s. (in Russian)
18. Malishevskij A. V. Kachestvennye modeli v teorii slozhnykh sistem. Moskva : Nauka. Fizmatlit. 1998. 528 s. (in Russian)
19. World Health Organisation. International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF. Geneva : WHO. 2001. 299 c.
20. White Book on Physical and Rehabilitation Medicine (PRM) in Europe. Chapter 7. The clinical field of competence: PRM in practice. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2018. vol. 54. № 2. DOI: <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.05151-1>

## CREATION OF THE SOFTWARE SYSTEM TO SUPPORT INTERACTION PROCESSES OF REHABILITATION DOCTORS WITH PATIENTS BASED ON DYNAMIC PROCESS ONTOLOGIES

*Prykhodniuk V. V.*

Rehabilitation is an important part of the health care system. Insufficient rehabilitation is a serious problem both in Ukraine and in the world, and this problem only worsened during the pandemic. Implementation of an effective rehabilitation system based on evidence-based medicine and uniform standards and rules is one of the tasks of the Human Development Strategy, approved by a presidential decree. One of the ways of implementation of an effective rehabilitation system is the use of modern information technologies, which requires the creation of specialized information and analytical systems to support rehabilitation processes. The serious problem is that currently in the legislative (regulatory) field issues related to rehabilitation are largely in a state of development and discussion. Therefore, for effective development, implementation and maintenance, such a system should be created using flexible approaches that will allow developers in cooperation with experts in the field of rehabilitation to dynamically change the composition, structure and functions of the system, thus responding to changes in legislation, adoption of new regulatory documents, recommendations, etc. Since the vast majority of such documents are natural language texts, the use of modern cognitive information technologies in this area is effective. Documents describing a certain subject area (in particular, rehabilitation) form a certain interconnected system, the structuring of which can serve as a basis for a formalized description of the activities of an expert (rehabilitation expert).

An approach is proposed that involves the creation of information and analytical systems based on regulatory document systems. The approach includes analysis and structuring of relevant document systems, presentation of structuring results in the form of ontologies as conceptual representations of the relevant subject area, and construction on their basis of the actual information-analytical system as an interactive ontological document. The structuring process can be performed both manually and automatically - using the method of recursive reduction. As a result of structuring, an ontology of the process is created as a formalized description of the activity of a rehabilitation expert, as well as a set of auxiliary ontologies, in particular, ontological representations of classifications (ICF, ICD).

**Key words:** *ontology, interactive document, rehabilitation, information and analytical system, international classification of functioning, natural language processing, artificial intelligence, intelligent information technology.*