

## АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ПОБУДОВИ АДАПТИВНИХ ВЕБ-ГАЛЕРЕЙ

© Ришковець Ю.В., 2014

Адаптивні Веб-галереї можуть реорганізувати структуру свого інформаційного наповнення відповідно до інтересів користувача та особливостей його поведінки. До складу кожної Веб-галереї входять експозиції, які певною мірою розкривають визначені тематичні категорії. Кожна експозиція містить експонати, що не завжди повною мірою розкривають її зміст. Експонати, що слабо розкривають зміст експозиції, відволікають користувача та спотворюють його уявлення. Ця стаття описує архітектуру програмного комплексу Веб-галерея, що забезпечує адаптацію її структури, та взаємодію її компонент.

**Ключові слова:** Веб-галерея, інтереси користувача, адаптація

Adaptive Web-galleries can reorganize the structure of its content according to user's interests and peculiarities of their behaviour. Each Web-gallery encompasses expositions that to some extent reveal defined thematic categories. Each exposition contains exhibits which not always fully reveal its content. Exhibits that poorly reveal the content of exposition distract users and distort their interpretation. This paper describes a software complex Web-gallery which provides adaptation of the structure and interaction of its components.

**Key words:** Web-gallery, user's interests, adaptation

### Вступ

Сучасні Веб-галереї містять великі обсяги мультимедійної інформації, яка, як правило, подається користувачу у вигляді окремих тематик з експозиціями. Більшість інформаційних систем працюють за принципом, коли користувач формулює запит на отримання певної інформації, а інформаційна система виконує його та повертає результат. При цьому на релевантність результату суттєво впливають обсяги інформаційного наповнення, його опис та метод формування запиту.

Одним із методів, які дають змогу отримати точніший результат, є метод адаптивного формування структури Веб-галереї, що ґрунтується на використанні динамічної класифікації предметів за тематичними категоріями на основі анкетування користувачів та їхньої поведінки [1]. Програмна реалізація цього методу вимагає розробки архітектури, яка б забезпечувала таку підтримку.

У цій статті розглядається архітектура програмного комплексу Веб-галерея та взаємодія основних інформаційних потоків між його компонентами.

### Зв'язок висвітленої проблеми із науковими завданнями

**Метою** статті є розроблення архітектури програмного комплексу Веб-галерея з адаптивною структурою.

**Наукова новизна** статті полягає у розробленні методології використання методу адаптивного формування структури Веб-галереї у програмному комплексі.

**Практична цінність** статті полягає у розробці архітектури програмного комплексу Веб-галерея, що забезпечує реалізацію динамічної структури інформаційного наповнення індивідуально для кожного користувача.

### Аналіз останніх досліджень

**Інформаційне наповнення (ІН) Веб-галереї** – це експозиції та експонати, які є цифровими копіями предметів, збережених у музейних фондах чи приватних колекціях.

Особливостями Веб-галерей (ВГ) є наявність не менше однієї експозиції, належність певного предмета принаймні одній експозиції, належність певного предмета одночасно різним експозиціям, подання експозиції як набору кімнат, належність певної експозиції певній тематичній категорії та належність певній тематичній категорії принаймні одній експозиції.

**Інтерес користувача (ІК) Веб-галереї** – це сукупність взаємопов’язаних зацікавлень користувача певними тематичними категоріями, експозиціями та предметами Веб-галереї, які виражають його інформаційні потреби.

**Релевантність ІН Веб-галереї** – це міра відповідності результатів класифікації експонатів, проведеної на основі тематичних категорій, до інтересів користувача.

Структура Веб-галереї має такий вигляд:

$$Gallery = \{Exposition_i\}_{i=1}^{N^{(Exposition)}}, \quad (1)$$

де  $Exposition_i$  –  $i$ -та експозиція Веб-галереї;  $N^{(Exposition)}$  – кількість експозицій у Веб-галереї.

Експозиція Веб-галереї подається так:

$$Exposition_i = \left\langle Theme_i, ExpTitle_i, w_i, \{Room_{ir}\}_{r=1}^{N_i^{(Room)}} \right\rangle, \quad (2)$$

де  $Theme_i$  – тематика  $i$ -ї експозиції;  $ExpTitle_i$  – назва  $i$ -ї експозиції;  $w_i$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -ї експозиції;  $\{Room_{ir}\}_{r=1}^{N_i^{(Room)}}$  – множина кімнат  $i$ -ї експозиції;  $N_i^{(Room)}$  – кількість кімнат в  $i$ -ї експозиції.

Кімната Веб-галереї описується так:

$$Room_{ir} = \left\{ \langle Exhibit_{ire}, w_{ire} \rangle \right\}_e, \quad e \in IndExh_{ir}, \quad (3)$$

де  $Exhibit_{ire}$  –  $e$ -й експонат, що належать  $r$ -й кімнаті  $i$ -ї експозиції;  $w_{ire}$  – ваговий коефіцієнт експонату  $Exhibit_{ire}$ ;  $IndExh_{ir}$  – множина індексів експонатів, що належать  $r$ -й кімнаті  $i$ -ї експозиції.

Експонат Веб-галереї подається у такому вигляді:

$$Exhibit_{ire} = \langle Appear_{ire}, Transportation_{ire}, Research_{ire}, State_{ire} \rangle, \quad (4)$$

де  $Appear_{ire}$  – характеристики, пов’язані з початковим виявленням експонату;  $Transportation_{ire}$  – характеристики, пов’язані з транспортним переміщенням експонату;  $Research_{ire}$  – характеристики, пов’язані з дослідженням історії експонату;  $State_{ire}$  – характеристики, пов’язані із зберіганням та відображенням експонату.

Формули (1) – (4) утворюють модель структури Веб-галереї.

У розділі також наведено модель інтересів користувача Веб-галереї, яка використовується для адаптивного формування структури Веб-галереї і подається як трійка:

$$UserInterests_u = \left\langle UserInterests_u^{(Theme)}, UserInterests_u^{(Object)}, UserInterests_u^{(Exposition)} \right\rangle,$$

де  $UserInterests_u^{(Theme)}$  – множина інтересів користувача до тематик Веб-галереї;  $UserInterests_u^{(Object)}$  – множина інтересів користувача до предметів Веб-галереї;  $UserInterests_u^{(Exposition)}$  – множина інтересів користувача до експозицій Веб-галереї;

$u = 1, N^{(Users)}$  – індекс користувача,  $N^{(Users)}$  – кількість користувачів Веб-галереї.

Для оцінювання інтересів користувача Веб-галереї розроблено відповідну оціночну шкалу і введено лінгвістичну змінну “Зацікавленість”, задану так:

$\overline{ab}, T, X, G, M\ddot{i}$

де  $b \in [0;1]$  – зацікавленість користувача;  $T = \{“Дуже сильно цікавить”, “Більш ніж сильно цікавить”, “Сильно цікавить”, “Більш ніж помірно цікавить”, “Помірно цікавить”, “Менш ніж$

помірно цікавить”, “Мало цікавить”, “Менш ніж мало цікавить”, “Дуже мало цікавить”} – множина значень  $\beta$ ;  $X=[0;100]$  – область визначення  $\beta$ ;  $G$  – процедура утворення нових термів за допомогою зв'язок “і”, “або” та модифікаторів типу “дуже”, “не”, “злегка” і т. ін.;  $M$  – процедура задання на  $X=[0;100]$  нечітких таких підмножин:  $A_1$  = “Дуже мало цікавить”,  $A_2$  = “Менш ніж мало цікавить”,  $A_3$  = “Мало цікавить”,  $A_4$  = “Менш ніж помірно цікавить”,  $A_5$  = “Помірно цікавить”,  $A_6$  = “Більш ніж помірно цікавить”,  $A_7$  = “Сильно цікавить”,  $A_8$  = “Більш ніж сильно цікавить”,  $A_9$  = “Дуже сильно цікавить”, а також нечітких множин для термів з  $G(T)$  відповідно до правил трансляції нечітких зв'язків та модифікаторів “і”, “або”, “не”, “дуже”, “злегка” та інших операцій над нечіткою множиною.

Нечіткі значення лінгвістичної змінної “Зацікавленість” подаються за допомогою таких числових відрізків:

$$A_i \rightarrow m_i \in [0;1], \quad i=1, N^{(A)},$$

де  $A_i$  –  $i$ -та нечітка множина лінгвістичної змінної “Зацікавленість”;  $m_i$  –  $i$ -та функція належності лінгвістичної змінної “Зацікавленість”;  $N^{(A)}$  – кількість нечітких множин лінгвістичної змінної “Зацікавленість”.

Модель експозиції враховує і відображає зв'язки певного предмету з певною експозицією, тому подається так:

$$Exposition_i = \left\{ \left( Object_{ij} | m_{ij} \right) \right\}_{j=1}^{N_i^{(Exposition)}}, \quad i=1, N^{(Exposition)},$$

де  $Object_{ij}$  –  $j$ -ий предмет  $i$ -ї експозиції;  $m_{ij}$  – функція належності  $j$ -го предмету до  $i$ -ї експозиції,  $m_{ij} \in [0;1]$ ;  $N_i^{(Exposition)}$  – кількість предметів  $i$ -ї експозиції;  $N^{(Exposition)}$  – кількість експозицій Веб-галереї.

Зважаючи на це, модель тематики відображає асоційованість конкретної експозиції певній тематиці, тому вона має такий вигляд:

$$Theme_s = \left\{ \left( Exposition_i | r_{si} \right) \right\}_{s=1}^{N^{(Theme)}}, \quad i=1, N^{(Exposition)},$$

де  $Exposition_i$  –  $i$ -та експозиція;  $r_{si}$  – функція належності  $i$ -ї експозиції до  $s$ -ї тематики,  $r_{si} \in [0;1]$ ;  $N^{(Theme)}$  – кількість тематик Веб-галереї.

Інтерес користувача (ІК) до певних тематик Веб-галереї формується на основі реєстрації сфер зацікавленості і подається у такому вигляді:

$$UserInterests_u^{(Theme)} = \left\{ \left( Theme_s | s_{us} \right) \right\}_{s=1}^{N^{(Theme)}}, \quad (5)$$

де  $Theme_s$  –  $s$ -та тематика Веб-галереї;  $s_{us}$  – функція належності, що відображає зацікавленість  $u$ -го користувача  $s$ -ю тематикою,  $s_{us} \in [0;1]$ ;  $N^{(Theme)}$  – кількість тематик Веб-галереї.

У результаті перегляду Веб-галереї автоматизовано формується ІК до предметів певної експозиції, який подається так:

$$UserInterests_u^{(Object)} = \left\{ UserInterests_{ui}^{(Object)} \right\}_{i=1}^{N^{(Exposition)}},$$

де  $UserInterests_{ui}^{(Object)}$  – множина переглянутих предметів  $i$ -ї експозиції  $u$ -м користувачем;  $N^{(Exposition)}$  – кількість експозицій Веб-галереї.

$$UserInterests_{ui}^{(Object)} = \left\{ \left( Object_{uij} | t_{uij} \right) \right\}_{j=1}^{N_i^{(Exposition)}}, \quad (6)$$

де  $Object_{uij}$  –  $j$ -ий предмет  $i$ -ї експозиції  $u$ -го користувача;  $t_{uij}$  – функція належності, що відображає зацікавленість  $u$ -го користувача  $j$ -м предметом  $i$ -ї експозиції,  $t_{uij} \in [0;1]$ .

Аналогічно формується ІК до експозицій, який подається у такому вигляді:

$$UserInterests_u^{(Exposition)} = \left\{ (Exposition_i | I_{ui}) \right\}_{i=1}^{N^{(Exposition)}}, \quad (7)$$

де  $Exposition_i$  –  $i$ -та експозиція;  $I_{ui}$  – функція належності, що відображає зацікавленість  $u$ -го користувача  $i$ -ю експозицією,  $I_{ui} \in [0;1]$ .

Тоді загальний інтерес користувача до певного предмету певної експозиції подається алгебраїчною сумою:

$$GenUserInterests_{uij}^{(Object)} = t_{uij} + j_{uij} - t_{uij} \cdot j_{uij}, \quad (8)$$

де  $t_{uij}$  – функція належності, що відображає зацікавленість  $u$ -го користувача  $j$ -м предметом  $i$ -ї експозиції,  $t_{uij} \in [0;1]$ ;  $i = 1, \overline{N^{(Exposition)}}$ ;  $j = 1, \overline{N_i^{(Exposition)}}$ ;

$$j_{uij} = m_{ij} I_{ui} \cdot \left( \sum_{s=1}^{N^{(Theme)}} r_{si} S_{us} \right),$$

де  $u = 1, \overline{N^{(Users)}}$  – кількість користувачів ВГ;  $i = 1, \overline{N^{(Exposition)}}$  – кількість експозицій у ВГ;  $j = 1, \overline{N_i^{(Exposition)}}$  – кількість предметів у  $i$ -ї експозиції.

Загальний інтерес користувача до певної експозиції Веб-галереї подається у такому вигляді:

$$GenUserInterests_{ui}^{(Exposition)} = \frac{1}{N_i^{(Exposition)}} \sum_{j=1}^{N_i^{(Exposition)}} GenUserInterests_{uij}^{(Object)}, \quad (9)$$

де  $N_i^{(Exposition)}$  – кількість предметів  $i$ -ї експозиції,  $i = 1, \overline{N^{(Exposition)}}$ ;  $N^{(Exposition)}$  – кількість експозицій Веб-галереї.

Для здійснення якісної оцінки структурних елементів Веб-галереї шляхом вимірювання ступеня довіри до них введено відповідні коефіцієнти впевненості користувача.

Коефіцієнт впевненості користувача у певному предметі подається так:

$$\Delta FCU_{uij} = GenUserInterests_{uij}^{(Object)} - GenNUserInterests_{uij}^{(Object)}, \quad (10)$$

де  $GenUserInterests_{uij}^{(Object)}$  – загальний інтерес  $u$ -го користувача до  $j$ -го предмету  $i$ -ї експозиції Веб-галереї;  $GenNUserInterests_{uij}^{(Object)}$  – загальна незацікавленість  $u$ -го користувача  $j$ -м предметом  $i$ -ї експозиції Веб-галереї;  $i = 1, \overline{N^{(Exposition)}}$ ,  $j = 1, \overline{N_i^{(Exposition)}}$ .

Тоді коефіцієнт впевненості користувача у певній експозиції має такий вигляд:

$$\Delta FCU_{ui} = GenUserInterests_{ui}^{(Exposition)} - GenNUserInterests_{ui}^{(Exposition)}, \quad (11)$$

де  $GenUserInterests_{ui}^{(Exposition)}$  – загальний інтерес  $u$ -го користувача  $i$ -ю експозицією Веб-галереї;  $GenNUserInterests_{ui}^{(Exposition)}$  – загальна незацікавленість  $u$ -го користувача  $i$ -ю експозицією Веб-галереї;  $i = 1, \overline{N^{(Exposition)}}$ .

Незацікавленість користувача об'єктами Веб-галереї визначається на основі лінгвістичної змінної “Незацікавленість”  $\langle \bar{b}, T', X', G', M' \rangle$ , причому  $\bar{b} + b \neq 1$ .

Зважаючи на те, що коефіцієнт впевненості користувача ВГ відображає ступінь довіри до об'єктів, тобто наскільки певний об'єкт відповідає ІК, то вважаємо, що він відображає релевантність інформаційного наповнення ВГ [2, 3].

Перевірка адекватності використання моделі інтересів користувача Веб-галереї у програмному комплексі показала, що слід модифікувати об'єкти Веб-галереї з коефіцієнтом впевненості меншим за 0,5.

### Виділення невирішених частин проблеми

Останні тенденції щодо формування інформаційного наповнення у World Wide Web полягають у персоналізованому підході до користувача, який ґрунтується на концепціях адаптивності та інтегрованості. З одного боку, це дає змогу забезпечити динамічне формування інформаційного наповнення відповідно до інтересів користувача, що визначаються на основі даних про переглянуті сторінки, послідовності їхнього перегляду, інших даних, які зберігаються в обліковому записі користувача, та його поведінки, а з іншого боку – збільшити обсяги інформаційного наповнення.

Структура сучасних Веб-галерей переважно є статичною, що не дає змоги забезпечити належної гнучкості при формуванні експозицій та індивідуальне подання інформаційного наповнення користувачу. Усунення цих недоліків забезпечує динамічна структура, яка формується на основі класифікації предметів Веб-галереї за тематичними категоріями відповідно до інтересів користувача. Такий підхід практично не зустрічається у World Wide Web, хоча він дає змогу адаптивно формувати структуру Веб-галереї індивідуально для кожного користувача.

Зважаючи на особливості функціонування та структуру численних Веб-галерей, створювати Веб-галереї з адаптивним формуванням її структури без спеціалізованих методів і засобів у реальних прикладних задачах фактично неможливо. Тому актуальною є розробка методів і засобів побудови програмних комплексів Веб-галерей з урахуванням інтересів користувача [1].

### Основний матеріал

*Програмний комплекс Веб-галерея* – це Веб-система, яка надає користувачу мультимедійні дані про певні предмети заданої тематики, об'єднані спільними характеристиками у відповідні експозиції.

Даний програмний комплекс розроблено на основі тривірневої архітектури, що описує структурну схему компонентів системи, взаємодіючих між собою через інтерфейси. Архітектура програмного комплексу розглядається на таких рівнях:

- відображення – це рівень, на якому користувач сприймає інформацію;
- застосувань – це рівень, на якому розміщені компоненти системи;
- керування даними – це рівень, на якому фізично зберігаються дані.

До стандартних функціональних можливостей Веб-галереї належать такі:

- наповнення;
- побудова;
- відображення;
- пошук.

Для таких Веб-галерей характерно, що їхнє інформаційне наповнення є частково або повністю структурованим, а тематики виникають як наслідок висвітлення певних подій; час перегляду Веб-галереї з боку системи необмежений і фактично обмежується лише наявністю часу для перегляду у самого користувача; наповнення експонатами відбувається вручну, причому по одному експонату за один раз; побудова галереї виконується за класичною схемою: задається назва нової експозиції та її тематика, з бази даних галереї вибираються всі експонати, що належать до заданої тематики, і прив'язуються до нової експозиції; відображення галереї та експозицій відбувається у вигляді групи рівноправних об'єктів; пошук реалізовано лише за ключовими словами.

Стандартні функції Веб-галереї не орієнтовані на індивідуального користувача, що є значним недоліком, тому що користувачу доводиться витратити більше часу для пошуку потрібних даних.

На рис. 1 подано архітектуру програмного комплексу Веб-галерея [4, 5].

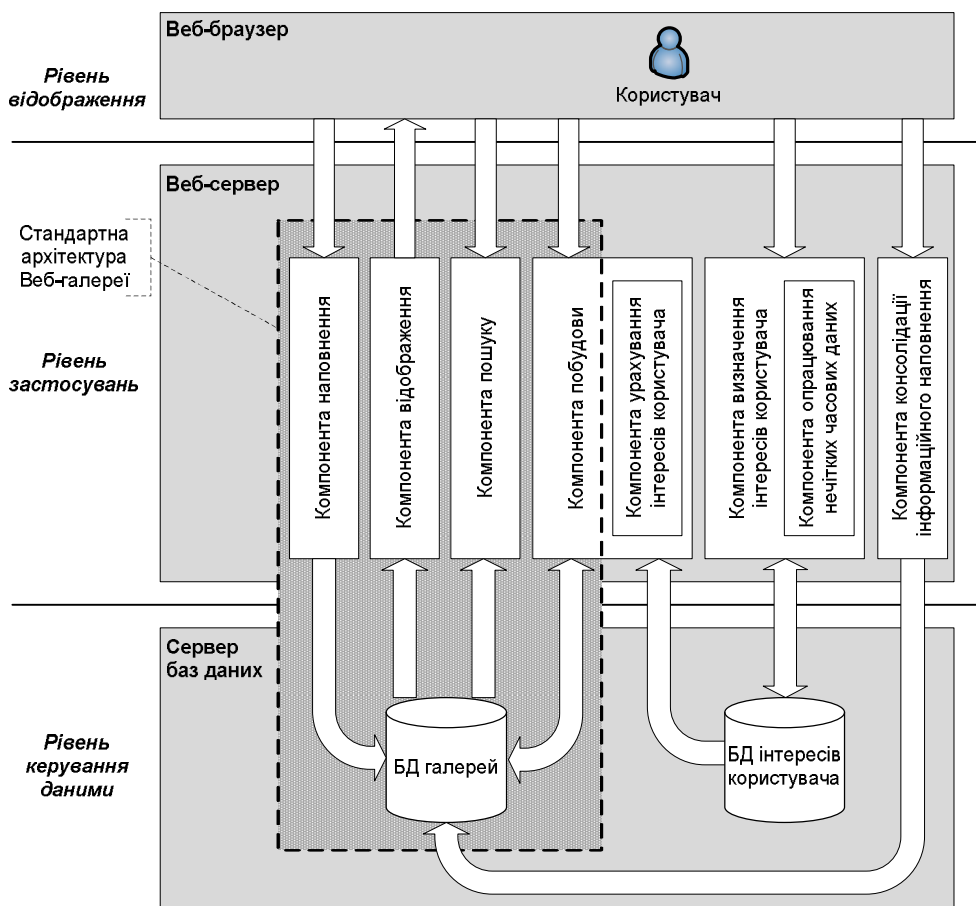


Рис. 1. Архітектура програмного комплексу Веб-галерея

Програмний комплекс Веб-галерея складається з таких компонент:

- *компонента наповнення* дає змогу збільшувати обсяги інформаційного наповнення Веб-галереї, використовуючи одиничний спосіб додавання нових предметів до Веб-галереї;
- *компонента відображення* використовує результати аналізу поведінки користувача, в основу яких покладено фази функціонального стану користувача, рівні його працездатності та його інтереси [1];
- *компонента пошуку* виконує пошук предметів за заданими ключовими словами чи запитамі природною мовою, а також фіксує всі запити користувача для подальшого використання під час аналізу інтересів користувача [6];
- *компонента побудови* використовує розроблені автором алгоритми побудови та перебудови Веб-галереї з урахуванням ІК, що дало змогу реалізувати механізм адаптації інформаційного наповнення Веб-галереї до інтересів користувача;
- *компонента визначення інтересів користувача* використовує розроблені автором алгоритми визначення інтересів користувача [3];
- *компонента консолідації інформаційного наповнення* використовує розроблені XSLT-правила приведення структури XML-файлів певних музейних систем та інших Веб-галерей до єдиної запропонованої структури, що дало змогу реалізувати механізм автоматизованої консолідації даних з XML-документів різної синтаксичної структури [7].

Такий підхід дає змогу використовувати Веб-галереї як повноцінний засіб Веб 2.0.

До основних процесів, які відбуваються під час побудови адаптивних Веб-галерей, належать такі (рис. 2):

- перевірити статус користувача – це процес, за допомогою якого система засвідчує, що користувач є тим, ким представляється, на основі інформації, відомої обох сторонам;



Рис. 2. Діаграма прецедентів адаптивної Веб-галереї

- визначити інтереси користувача – це процес, який дає змогу визначити та перевизначити інтереси користувача ВГ на основі аналізу сфер його зацікавлень, відвідуваності та здійснених запитів пошуку, а також уточнювати на основі результатів аналізу інтересів користувачів з найбільш схожою поведінкою;
- сформувати галерею – це процес, який реалізує побудову Веб-галереї з урахуванням інтересів користувача;
- відобразити галерею – це процес, який забезпечує відображення Веб-галереї із врахуванням рівня працездатності користувача та його зацікавлень;
- консолідувати предмети – це процес, який дає змогу наповнювати базу даних предметів новими експонатами із інших Веб-систем або зовнішніх музейних систем.

Процес перевірки статусу користувача виконує авторизацію чи реєстрацію користувача в системі. У випадку некоректної авторизації користувача система виводить відповідні повідомлення. Після авторизації виконується процес побудови індивідуальних галерей. Під час реєстрації користувач вказує сфери своїх зацікавлень і якщо згодом вони змінюються, то після своєї авторизації він вносить відповідні корективи. При перегляді галерей користувач має змогу оцінювати предмети Веб-галереї. Всі запити пошуку, які задані користувачем, також фіксуються у системі. На основі сфер інтересів, оцінок предметів Веб-галереї та запитів пошуку визначаються загальні інтереси користувача. Використовуючи ці інтереси, система будує нові або перебудовує наявні Веб-галереї, адаптовані до інтересів користувача. Після цього вони подаються користувачу для перегляду. Зміна інтересів користувача перезапускає процеси визначення інтересів користувача, побудови та відображення Веб-галереї, удосконалюючи таким чином вміст галерей. Крім того, для збільшення кількості предметів Веб-галереї використовується консолідація предметів з інших систем.

Визначення інтересів користувача є найважливішою задачею програмного комплексу, тому що від точності визначення інтересів користувача залежить точність результату роботи системи – цікавість галереї. Інтереси користувача визначаються на основі сфер інтересів, оцінювання переглянутих експонатів, експозицій, тематик та здійснених запитів пошуку.

Процес “Визначити інтереси користувача” визначає сфери зацікавлень користувача, аналізує відвідування галереї, аналізує запити пошуку користувача, формує список інтересів користувача, визначає інтереси користувача, наповнює базу правил опрацювання нечітких часових характеристик та опрацює нечіткі часові характеристики, виявлені під час аналізу здійснених користувачем запитів пошуку.

## Висновки

Запропоновано архітектуру програмного комплексу побудови адаптивних Веб-галерей, яку, на відміну від стандартної, доповнено компонентою визначення інтересів користувача, до складу якої входить компонента опрацювання нечітких часових параметрів, що дало змогу визначати інтереси користувача на основі сфер інтересів, запитів пошуку та перегляду експонатів, експозицій і тематик; компонентою побудови галереї з урахуванням інтересів користувача, що дало змогу реалізувати механізм адаптації інформаційного наповнення галереї до інтересів користувача із врахуванням факторів впливу, коефіцієнтів впевненості та незацікавленості; компонентою консолідації інформаційного наповнення, що дало змогу реалізувати механізм автоматизованої консолідації даних з XML-документів різної синтаксичної структури. Проведено огляд основних інформаційних процесів цієї системи та її компонент. Такий підхід до організації Веб-галерей дає змогу адаптовувати їхнє інформаційне наповнення відповідно до інтересів користувача, а також підвищити релевантність цього наповнення.

1. Ришковець Ю. В. Аналіз особливостей відвідування Веб-галерей з урахуванням поведінки користувача / Ю. В. Ришковець, П. І. Жежнич // Журн. "Радиоэлектроника и информатика". – 2012. – № 2. – С. 90–93. 2. Жежнич П. І. Структурна та формальна моделі віртуального музею / П. І. Жежнич, Ю. В. Ришковець // Інформаційні системи та мережі : Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2008. – № 631. – С. 107–112. 3. Ришковець Ю. В. Моделювання інформаційних потреб користувача Веб-галереї / Ю. В. Ришковець, П. І. Жежнич // Журн. "Штучний інтелект". – 2011. – №1. – С. 236–242. 4. Ryshkovets Yu. Development of software architecture for Web-gallery creation considering the user's interests / Yuriy Ryshkovets // Proceedings of the 7th International Scientific and Technical Conference "Computer Sciences and Information Technologies" (CSIT'2012). – Lviv : Publisher Lviv Polytechnic, 2012. – С. 150-151. 5. Ryshkovets Yu. V. Information model of Web-gallery taking into account user's interests / Ryshkovets Yu. V., Zhezhnych P. I. // Econtechmod. An international quarterly journal. – 2013. – Vol. 2, № 3. – P. 59–63. 6. Ришковець Ю. В. Опрацювання нечітких часових параметрів під час аналізу запитів, заданих природною мовою / Ю. В. Ришковець, П. І. Жежнич // Інформаційні системи та мережі : Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2009. – № 653. – С. 188–196. 7. Ришковець Ю. В. Метод інтеграції даних з інформаційних систем музейних предметів / Ю. В. Ришковець // Інформаційні системи та мережі : Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2011. – № 699. – С. 231–240.