

С. Ф. Чалий, В. О. Лещинський, І. О. Лещинська

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

МОДЕЛЬ ІНТЕРФЕЙСУ ПОЯСНЕНЬ З ТЕМПОРАЛЬНИМИ ПАРАМЕТРАМИ В РЕКОМЕНДАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

Анотація. Предметом вивчення в статті є процеси представлення пояснень для персоналізованих пропозицій в рекомендаційних системах. Метою є розробка моделі інтерфейсу пояснень до рекомендацій, що враховує зміни інтересів користувачів з часом. Завдання: визначення елементів темпорально-орієнтованого інтерфейсу пояснень для рекомендацій на основі структуризації існуючих підходів до представлення пояснень; розробка моделі інтерфейсу пояснення, що враховує темпоральну динаміку вимог користувача. Використовуваними підходами є: підходи до побудови рекомендацій на основі схожості вибору користувачів та предметів користувацького попиту. Отримані наступні результати. Сформульовано вимоги до інтерфейсу пояснень з темпоральними характеристиками. З урахуванням запропонованих вимог визначено структурні елементи представлення пояснень, що дають кількісну та якісну оцінку рекомендацій. Запропоновано модель інтерфейсу для представлення пояснень в рекомендаційній системі з урахуванням змін інтересів споживачів у часі. Висновки. Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному. Запропоновано модель візуального інтерфейсу для представлення пояснень в рекомендаційній системі з урахуванням темпоральної динаміки вподобань користувачів. Модель містить у собі групи візуальних та інтерактивних елементів. Візуальні компоненти відображають кількісні та якісні показники для поточного рекомендованого предмету, що показують динаміку продажів або рейтингів по інтервалах в рамках заданого періоду часу, а також сумарні зміни за цей період. Інтерактивні компоненти інтерфейсу дають можливість користувачеві визначити період часу для побудови пояснень, а також ступінь деталізації у часі темпоральних характеристик пояснення. Практична перевага запропонованої моделі полягає в тому, що сукупність статичних і динамічних показників, а також можливість коригування темпоральних параметрів дозволяють задовільнити критеріям прозорості, довіри, результативності та переконливості щодо пояснень до рекомендацій і, тим самим, створюють умови для підвищення кількості лояльних споживачів та відповідного збільшення продажів рекомендованих предметів.

Ключові слова: рекомендаційні системи, пояснення, формування рекомендацій, формування пояснень, критерії оцінки пояснень, темпоральні правила.

Вступ

Рекомендаційні системи забезпечують персоналізовану інформаційну підтримку вибору користувачів у самих різних сферах, зокрема при пошуку необхідних товарів, послуг, сервісів, інформації в системах електронної комерції [1], у закладах охорони здоров'я [2], у банківській діяльності [3], при вирішенні задач пошуку інформації в соціальних мережах [4], при організації навчання студентів [5]. Такі системи будують упорядкований перелік об'єктів, що відповідає інтересам конкретного споживача. В якості об'єктів можуть виступати товари, навчальні курси для студентів, схеми харчування та фізичної активності [6], тощо.

Рекомендований перелік об'єктів формується з використанням інформації про відомі інтереси поточного користувача та схожих на нього користувачів. Ці інтереси відображені в базі даних рекомендаційної системи (або інформаційної системи, до складу якої вона входить) записами про вже зроблений раніше вибір вказаних користувачів, а також про рейтинги, що були виставлені схожими споживачами.

Використання рекомендацій дає можливість збільшити продажі в системах електронної комерції, підвищити якість обслуговування в банківських системах, персоналізувати та підвищити ефективність навчання, оперативно встановлювати зв'язки в соціальних мережах з урахуванням персональних інтересів користувачів. Тому такі системи набули широкого поширення за останнє десятиріччя.

Однак причинно-наслідкові залежності, що використовуються при формуванні рекомендацій, є скритими від користувача. Відповідно, рекомендаційна система з точки зору споживача виглядає як «чорний ящик». Такий підхід зменшує довіру до рекомендаційної системи, в особливості у випадку, якщо користувач спочатку не задоволений отриманими рекомендаціями [7]. В результаті споживач може відмовитись від використання як рекомендацій, так і відповідної інформаційної системи.

Для представлення рекомендаційної системи у вигляді «білого ящика» рекомендації доповнюються поясненнями [8]. Пояснення дає можливість користувачеві краще зрозуміти відповідність його потребам запропонованих товарів, послуг, інформації. Витлумачення спрощує вибір об'єктів споживачем, збільшують його задоволеність отриманими персональними рекомендаціями і, як наслідок підвищують кількість споживачів серед відвідувачів відповідного сайту.

Таким чином рекомендаційна система має забезпечити користувача інформацією для обґрунтування свого персонального вибору з тим, щоб підвищити довіру до запропонованих рекомендацій. Зазначене обґрунтування базується на представленні пояснень щодо рекомендацій у такій формі, щоб користувач міг встановити причинно-наслідкові зв'язки між своїми інтересами та рекомендованим товаром, послугами або інформацією. Ефективність обґрунтування вибору на основі використання пояснення до рекомендацій залежить як безпосередньо від підходу до розрахунку або вибору витлумачення, так і від форми представлення останнього.

Існуючі підходи до формування та представлення пояснень базуються на методах витлумачення результатів логічного виводу в системах на базі прецедентів та в експертних системах [9]. Ряд досліджень були орієнтовані на автоматизоване виявлення знань для щодо пояснень. Такі знання формуються на основі інформації про рейтинги і в подальшому використовуються для побудови регресійної моделі, що застосовується для коригування рекомендацій згідно інтересів споживачів [10]. В роботах [11, 12] запропоновано враховувати динаміку зміни інтересів споживачів шляхом побудови пояснень на основі використання темпоральних правил [13]. Динамічні пояснення дають можливість врахувати останні зміни у рейтингах предметів, що виставлені користувачами рекомендаційної системи, а також збільшення або спад продажів відповідних товарів або послуг. Зміни в рейтингах можуть бути пов'язані із нестабільністю характеристик товарів, а зміни в продажах – із циклічним або подієвими змінами попиту. Тому пояснення, що враховують зміни інтересів користувачів у часів, відповідають критеріям довіри та переконливості [14] щодо пояснень в рекомендаційних системах.

Однак існуючі підходи до представлення пояснень орієнтовані на графічне зображення розподілу рейтингів або семантики товарів і послуг в рекомендації без урахування змін популярності товарів та поліпшення їх характеристик з часом.

Таким чином, проблема представлення пояснень з урахуванням темпоральної динаміки вповоду користувачів є актуальною.

Метою статті є розробка моделі інтерфейсу пояснень до рекомендацій, що відображає зміни інтересів користувачів з часом.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних задач:

- визначення елементів темпорально-орієнтованого інтерфейсу пояснень для рекомендації на основі структуризації існуючих підходів до представлення пояснень;
- розробка моделі інтерфейсу пояснення, що враховує темпоральну динаміку вимог користувача.

Результати досліджень

Визначення елементів темпорально-орієнтованого інтерфейсу пояснення до рекомендації. Розробка та обґрунтування структури пояснень потребує попереднього відбору критеріїв оцінки витлумачень з урахуванням можливостей оцінювання темпоральної динаміки потреб користувачів.

Пояснення в рекомендаційних системах оцінюються за критеріями [15], які доцільно розбити на три групи за призначенням отриманих результатів:

- оцінка результатів інтерактивної взаємодії з користувачем з використанням пояснень щодо отриманих рекомендацій;
- оцінювання кількісних переваг для користувача та власника рекомендаційної системи за результатами використання пояснень;
- визначення зручності використання користувачем рекомендацій, що доповнені поясненнями.

Перша група містить критерії прозорості, оброблюваності та довіри. Критерій прозорості пояснення призначений для оцінки впливу витлумачення на результуючий вибір споживача. Він показує, чи була врахована подібність користувачів або характеристики товарів. Такий критерій не враховує зміни вимог користувачів, однак може бути використаний для оцінки актуальності даних в поясненнях до рекомендації.

Критерій оброблюваності орієнтований на оцінку впливу пояснення на зміни у виборі користувача. Такий критерій враховує персоналізацію рекомендацій шляхом ітеративного уточнення вибору з використанням як явного, так і неявного зворотного зв'язку від користувача. Відповідно, даний критерій дає можливість частково врахувати темпоральний аспект вимог споживачів. Однак обрахування даного критерію потребує проведення опитування користувачів.

Відповідність критерію довіри визначається на основі вибору користувача після ознайомлення з поясненнями. В даному випадку враховується динаміка інтересів користувача, що свідчить про можливість використання даного критерію при побудові темпорального представлення пояснень. Внаслідок нерегулярності вибору більшості користувачів досить важко визначити персональний показник довіри. Однак значення даного показника може бути обчислено для групи споживачів шляхом порівняння покупок предметів по групам до та після впровадження пояснень.

Друга група містить критерії результативності та переконливості. Відповідність першому критерію визначається на основі використання неявного зворотного зв'язку, представленого відмінностями у продажах товарів до та після використання пояснень. Для обчислення відповідності другому критерію враховуються результати явного зворотного зв'язку, представленого еволюцією рейтингів предметів після використання пояснень. Обидва критерії враховують зміни даних у часі і тому їх доцільно враховувати при побудові інтерфейсу пояснень з темпоральною динамікою.

Третя група показників дає можливість оцінити ступінь задоволеності користувача рекомендаціями і поясненнями та містить показники ефективності рекомендацій з точки зору користувача, а також задоволеності споживача. Ефективність оцінюється за витратами часу на вибір предметів, а задоволеність – шляхом опитування споживачів. Використання цих критеріїв потребує проведення опитувань користувачів рекомендаційної системи.

Наведений порівняльний аналіз критеріїв з точки зору їх придатності для оцінки темпоральних характеристик пояснень показує важливість використання критеріїв результативності та переконливості при визначенні інтерфейсу з темпоральною динамікою. Поєднання цих показників дає можливість оцінити вплив пояснень як на роботу рекомендаційної системи, так і на задоволеність споживача. В першому випадку на основі неявного зворотного зв'язку визначається вплив пояснень на зміну у об'ємі продажів. У другому випадку шляхом використання явного зворотного зв'язку встановлюється вплив пояснень на процес персоналізації вибору користува-

чів. Додатково також доцільно використовувати критерії довіри та прозорості. Критерій довіри встановлює вплив рекомендацій на зміни вподобань користувачів. Критерій прозорості дає можливість врахувати актуальність пояснення. Використання цих показників дозволяє обґрунтувати склад структурних елементів інтерфейсу пояснення з урахуванням темпоральної динаміки вподобань користувачів. Структуризація інтерфейсів пояснень до запропонованого рекомендаційною системою персонального переліку товарів та послуг дозволила виділити два альтернативних підходи до візуального представлення витлумачень:

- на основі графічного представлення інтересів групи схожих користувачів; форма представлення витлумачень містить рейтинги предметів;

- на базі текстового представлення властивостей товарів та послуг; форма представлення пояснень містить розвернутий або скорочений опис предметів, що входять до складу рекомендації.

Пояснення першого типу базуються на кількісній оцінці потреб споживачів. Представлення пояснення може бути сформовано як у вигляді рейтингів інших споживачів, так і у формі прогнозованого рекомендаційною системою рейтингу, що виставить предмету поточний користувач.

На практиці в рекомендаційних системах використовуються такі форми візуального представлення пояснень на основі вподобань користувачів зі спільними інтересами:

- гістограма розподілу рейтингів товару, послуги, інформації від всіх користувачів, кожен стовпчик якої відповідає кількості оцінок рекомендованого предмету з відповідним рейтингом;

- гістограма розподілу рейтингів від користувачів зі схожими інтересами;

- діаграми розподілу рейтингів у вигляді ієрархії зірочок або кругової діаграми.

Візуальне представлення рейтингу для поточного користувача містить два елементи:

- прогнозований рейтинг рекомендованого предмету, який в майбутньому може виставити споживач;

- відсоток правильних передбачень у запропонованих рекомендаційною системою пояснення даного типу.

Пояснення другого типу використовують переважно якісну оцінку товарів, що вибирають споживачі. Для представлення використовується або хмара тегів, або текстове пояснення. Тегами є ключові слова, що описують товар, послугу, інформацію. Розмір та форма тегів «підштовхує» користувача до вибору рекомендованого предмету. Представлення пояснень з використанням ключових слів класифікує запропонований товар, інформацію, послугу за їх базовими характеристиками. Наприклад, для фільмів таке представлення може позначати належність до декількох жанрів одночасно (комедія, детектив, блокбастер), вказувати ключового актора-зірку, характеризувати ключові сцени та діалоги (смішні діалоги, тощо). Текстове пояснення має традиційну форму та містить інформацію про сферу застосування, вартість використання та інші властивості рекомендованого предмету.

Таким чином, існуючі форми представлення пояснень потребують доповнення темпоральними характеристиками з урахуванням показників прозорості, результативності та переконливості.

Проведений порівняльний аналіз дає можливість визначити наступні вимоги до інтерфейсу пояснень з темпоральними характеристиками:

- представлення пояснень на основі кількісної оцінки щодо кожного рекомендованого предмету;

- можливість циклічного уточнення пояснень з урахуванням змін популярності відповідного предмету з часом;

- використання як явного, так і неявного зворотного зв'язку від споживачів для представлення витлумачень;

- доповнення кількісного представлення якісним на основі результатів зворотного зв'язку.

Узагальнений перелік структурних елементів форми представлення пояснення, що відповідає даним вимогам, наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Перелік структурних елементів форми представлення пояснення

Структурні елементи представлення пояснення	Відповідність вимогам	Критерії оцінки пояснень
Актуальні рейтинги	Використання кількісної оцінки	Прозорість
Період часу для уточнення змін вподобань споживачів	Циклічне уточнення	Довіра
Динаміка рейтингів, продажів	Використання явного й неявного зворотного зв'язку	Результативність, переконливість
Представлення якісних характеристик (текст, виділення кольором, розміром ключових характеристик)	Доповнення кількісного представлення якісним	Довіра

Таким чином, до темпорально-орієнтованого представлення пояснення доцільно включити кількісні значення, що відображають зміни рейтингів або продажів. Тоді результати застосування пояснень до рекомендацій можуть бути кількісно оцінені згідно показників результативності та переконливості.

Розширене представлення пояснення може містити класичні елементи, що задають розподіл рейтингів, а також текстове пояснення до цифрових показників.

Характеристики пояснення можуть бути виділені засобами форматування тексту (колір, розмір) для того, щоб користувач звернув увагу на ключові аспекти пояснення.

Модель візуального інтерфейсу представлення пояснень в рекомендаційній системі з урахуванням темпоральної динаміки вподобань споживача. Згідно виконаної в попередньому підрозділі структуризації форми представлення пояснень, темпоральний інтерфейс витлумачення має містити візуаль-

ну та інтерактивну складові, що розкривають загальний контекст формування рекомендацій [16]. Візуальна складова відображає актуальні рейтинги та їх динаміку, а інтерактивна задає період часу для визначення динаміки вподобань схожих користувачів, а також ступінь деталізації цих вподобань. Деталізація визначається розміром темпорального інтервалу в рамках заданого періоду часу, який використовується для визначення змін у продажах або рейтингах. Інтерактивна складова I_s задається парою параметрів:

$$I_s = \{T, D: D = T/\Delta t\}, \quad (1)$$

де T – період часу, на якому визначаються темпоральні аспекти пояснення; D – деталізація динаміки вподобань користувача; Δt – інтервали часу, які визначають темпоральну деталізацію змін інтересів споживачів. Період часу T розбивається на кінцеву кількість інтервалів:

$$\sum_{i=1}^I \Delta t_i. \quad (2)$$

Таким чином, в інтерактивній компоненті користувач може змінити інтервал вибору даних для пояснень та ступінь деталізації динаміки вподобань щодо рекомендованого товару або послуги.

Зміни вподобань користувачів визначаються відносно кінцевого інтервалу Δt_j за допомогою темпоральних правил. Для кожної пари інтервалів $(\Delta t_i, \Delta t_j), 1 \leq i \leq I$ визначаються темпоральні правила, що задають збільшення/зменшення рейтингу або продажів з часом:

$$R = \left\{ \left(n_i O n_j \right) \right\}, i = \overline{1, I-1}, j > i. \quad (3)$$

де O – темпоральний оператор, що визначає тип відношення між інтервалами; n_i, n_j – кількість продажів або значення рейтингів та інтервалах Δt_i та Δt_j відповідно.

Тип темпорального правила визначає візуальне відображення динаміки продаж або рейтингів. Наприклад, для правил типу «Next» [13], що визначають зміни на послідовних інтервалах, візуалізація динаміки вподобань користувачів може бути представлена стовпчиковою діаграмою з зазначенням інтервалу часу або дати під кожним стовпчиком. Для правил типу «Future» [13], що визначають зміни для довільної пари інтервалів, для візуалізації доцільно використовувати кругову діаграму. Кожний сектор цієї діаграми визначає циклічність попиту або рейтингу. Ваги $w_{i,j}$ темпоральних правил відповідають вказаним змінам. Ваги обраховуються як нормалізована зміна рейтингів або продажів:

$$w_{i,j} = (n_j - n_i) / n_{\max}, \quad i < j. \quad (4)$$

де n_{\max} – максимальне значення рейтингу або кількості продажів рекомендованого предмету для періоду T .

Відповідно, візуальна складова V_s має містити множину W ваг темпоральних правил по інтервалах Δt_i :

$$W = \left\{ W_i : W_i = \sum_{\Delta t_i} w_{i,j} \right\}. \quad (5)$$

де W_i – сумарна вага темпоральних правил для інтервалу Δt_i . Множина W дає можливість сформувати діаграму, що візуалізує процес зміни вподобань користувачів. Інтегральний показник для темпоральної динаміки продажів або рейтингів відображає зміни по усім правилам для періоду часу T :

$$\Delta W = \sum_i W_i, \quad i < I. \quad (6)$$

Таким чином, візуальна складова містить у собі множину W ваг темпоральних правил по інтервалах, а також інтегральні зміни продажів або рейтингів ΔW . Результуюча модель візуального інтерфейсу, що відображає темпоральний та статичний аспекти, має вигляд:

$$M = \{T, \Delta t, \Delta W, W, \rho, \Pi\}. \quad (7)$$

де ρ – актуальне значення рейтингу предмету; Π – правила оформлення текстової частини інтерфейсу.

Даний інтерфейс містить інформацію про зміни рейтингу або продажів і тому відповідає критеріям, переконливості та результативності. Наявність актуального рейтингу у складі моделі свідчить про відповідність критерію прозорості. Відповідність критерію довіри обґрунтовується використанням правил оформлення текстової частини інтерфейсу.

Висновки

Запропоновано модель візуального інтерфейсу представлення пояснень в рекомендаційній системі з урахуванням змін інтересів споживачів у часі. Для візуалізації пояснень використовуються кількісні та якісні показники.

Група кількісних показників відображає темпоральну динаміку вподобань користувачів щодо рекомендованого товару або послуги. Для відображення цієї динаміки використовуються як деталізовані зміни продажів або рейтингів по інтервалах в рамках заданого періоду часу, так і сумарні зміни за цей період. Статичний аспект пояснення представлений актуальним рейтингом предмету.

Якісні характеристики визначаються правилами оформлення пояснюючого тексту до кількісних показників. Інтерактивна складова моделі представлена періодом часу та ступенем деталізації результатуючих числових показників. Така деталізація визначається протяжністю інтервалів часу, для яких розраховується динаміка споживацького попиту на рекомендований товар, послугу, інформацію.

Представлена модель, на відміну від існуючих, поєднує кількісні статичні й динамічні, а також якісні характеристики. Додаткова перевага моделі полягає в можливості інтерактивного вибору параметрів для обрахунку темпоральних параметрів пояснення.

При практичному застосуванні сукупність візуальних та інтерактивних елементів для користувача забезпечує довіру до пояснення а також можливість раціонального підтвердження вибору рекомен-

дованого предмету на основі комбінації числових показників. Сукупність таких факторів забезпечує підтримку лояльності користувачів рекомендаційної системи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Melville P., Sindhvani V. (2013). Recommender systems. In Encyclopedia of machine learning. Springer, pp.829–838.
- Emre S., Sevgi O. (2013). A systematic literature review on Health Recommender Systems. E-Health and Bioengineering Conference, EHB 2013, pp. 1-4.
- Gigli A., Lillo F., Regoli D. (2019). Recommender Systems for Banking and Financial Services. Proceedings of the 13th ACM Conference on Recommender Systems, pp. 536–537.
- Eirinaki M., Gao J, Varlamis J., Tserpes K. (2018). Recommender Systems for Large-Scale Social Networks: A review of challenges and solutions. Future Generation Computer Systems. 78, pp. 413-418.
- Del-Rio F., Parra D., Kuzmiec J., Svec E. (2017). Towards a Recommender System for Undergraduate Research. Proceedings of the Poster Track of the 11th ACM Conference on Recommender Systems (RecSys 2017).
- Kim J., Lee J., Park J. Lee Y. (2009). Design of Diet Recommendation System for Healthcare Service Based on User Information. Fourth International Conference. Computer Sciences and Convergence Information.
- Jeroen Van Barneveld J., Van Setten M. (2004). Designing usable interfaces for TV recommender systems. Personalized Digital Television, pp.259-285.
- Daher J, Brun A., Boyer A. A. (2017). Review on Explanations in Recommender Systems. Technical Report. LORIA Université de Lorraine, 26 p.
- Cunningham, P., Doyle, D., Loughrey, J. (2003) An Evaluation of the Usefulness of Case-Based Reasoning Explanation. In: Case-Based Reasoning Research and Development: Proceedings ICCBR. Number 2689 in LNAI, Trondheim, Springer, pp. 122–130.
- Cleger S., Fernández-Luna J., F Huete J. (2014). Learning from explanations in recommender systems. Information Sciences. Information Sciences, 287, pp.90–108.
- Chalyi S., Leshchynskyi V., Leshchynska I. (2019). Method of forming recommendations using temporal constraints in a situation of cyclic cold start of the recommender system. EUREKA: Physics and Engineering, 4, 34-40 DOI:10.21303/2461-4262.2019.00952.
- Chalyi S., Leshchynskyi V., Leshchynska I. (2019). Моделювання пояснень щодо рекомендованого переліку об'єктів з урахуванням темпорального аспекту вибору користувача. Системи управління, навігації та зв'язку, 6 (58), 97-101. – doi:https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.6.097.
- Levykin V., Chala O. (2018). Development of a method for the probabilistic inference of sequences of a business process activities to support the business process management. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5/3(95), 16-24. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.142664.
- N Tintarev, J Masthoff (2007). A Survey of Explanations in Recommender Systems. In G Uchyigit (ed), Workshop on Recommender Systems and Intelligent User Interfaces associated with ICDE'07, 801-810.
- Tintarev N., Masthoff J. (2010) Designing and evaluating explanations for recommender systems, in Ricci, F. Rokach, L. Shapira, B. and Kantor, P. (Eds.), Recommender systems handbook, Springer, Dordrecht, 479–510.
- Чалий С.Ф., Лещинський В.О., Лещинська І.О. (2018). Моделювання контексту в рекомендаційних системах. Проблеми інформаційних технологій, 1(023), 21-26.

Received (Надійшла) 14.04.2020

Accepted for publication (Прийнята до друку) 13.05.2020

Explanation interface model with temporal parameters for the recommender system

Chalyi, V. Leshchynskyi, I. Leshchynska

Abstract. The **subject matter** of the article is the process of presenting explanations for personalized proposals in recommendation systems. The **goal** is to develop a model of the interface of explanations to the recommendations, which takes into account changes in the interests of users over time. **Tasks:** to define the elements of the temporally-oriented interface of explanations for recommendations based on the structuring of existing approaches to the presentation of explanations; development of an explanation interface model that takes into account the temporal dynamics of user requirements. The **approaches** used are: approaches to the construction of recommendations based on the similarity of the choice of users and items of user demand. The following **results** were obtained. Requirements for the interface of explanations with temporal characteristics are formulated. Taking into account the proposed requirements, the structural elements of the presentation of explanations are determined, which give a quantitative and qualitative assessment of the recommendations. The model of the interface for presentation of explanations in the recommendation system taking into account changes of interests of consumers in time is offered. **Conclusions.** The scientific novelty of the results is as follows. The model of the visual interface for representation of explanations in the recommendation system taking into account temporal dynamics of preferences of users is offered. The model includes groups of visual and interactive elements. Visual components display quantitative and qualitative indicators for the current recommended subject, showing the dynamics of sales or ratings at intervals within a given period of time, as well as the total changes for this period. The interactive components of the interface allow the user to determine the time period for constructing explanations, as well as the degree of detail in time of the temporal characteristics of the explanation. The practical advantage of the proposed model is that the set of static and dynamic indicators, as well as the ability to adjust temporal parameters can meet the criteria of transparency, confidence, effectiveness and persuasiveness to explain the recommendations and thus create conditions for increasing the number of loyal customers and increase sales of recommended items.

Keywords: recommender systems, explanation, formation of recommendations, formation of explanations, criteria for evaluating explanations, temporal rules.