

Завгородній В.В.

Державний університет інфраструктури та технологій

ВІДНОВЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ У ЄДИНОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРІ ЗА ПОВНОЗВ'ЯЗНОЇ ТОПОЛОГІЇ

У роботі розглянуто поняття єдиного інформаційного простору, інформаційного об'єкта, дистанційного навчання. Охарактеризовано параметри дистанційного навчання в єдиному інформаційному просторі.

Інформаційні об'єкти єдиного інформаційного простору представлено у вигляді повнозв'язної топології. Однак кількість зв'язків при цьому є надмірною, тому такий вид топологій використовується вкрай рідко.

Як предметну сферу вибрано дистанційне навчання, яке включає в себе видачу завдань, їх обробку викладачами та студентами, тести для самоконтролю знань тощо. Розглянуто систему дистанційного навчання, у якій виділено інформаційні об'єкти. У результаті декомпозиції сфери дистанційного навчання отримано набір параметрів для кожного інформаційного об'єкта єдиного інформаційного простору.

Представлено інформаційні об'єкти в єдиному інформаційному просторі у вигляді окремих вузлів, визначено зв'язки між цими інформаційними об'єктами. Для цього для кожного інформаційного об'єкта спочатку виділено його параметри. Кількість таких параметрів для кожного інформаційного об'єкта може бути різною і визначається різними факторами.

На основі онтологічного аналізу виділених параметрів інформаційних об'єктів можна віднести інформаційні об'єкти до одного класу. Виділення параметрів означає однозначну характеристику відповідного об'єкта на їх основі. Описано алгоритм формування уніфікованих понять для зв'язування цих параметрів так, щоб у результаті зв'язку було отримано єдиний інформаційний об'єкт. Побудовано матрицю єдиного інформаційного простору на основі онтологічного аналізу.

Отримано вектор відновлення параметрів для інформаційного об'єкта в єдиному інформаційному просторі на основі матриці параметрів інформаційних об'єктів з урахуванням вагових коефіцієнтів.

Ключові слова: *єдиний інформаційний простір, інформаційний об'єкт, параметри інформаційного об'єкта, повнозв'язна топологія, система дистанційного навчання.*

Постановка проблеми. Як один із можливих способів подолання труднощів традиційної освіти може бути запропоновано створення і застосування єдиного інформаційного освітнього простору [1].

Наукового визначення поняття «єдиний інформаційний простір» досі не запропоновано, хоча досить часто дане словосполучення зустрічається в різних змістових інтерпретаціях. Поняття «інформаційний простір» застосовується надзвичайно широко, але його зміст як наукового визначення поки не досить розроблений.

Автори роботи [2] розглядають інформаційний простір як територію, яка «охоплена» інформацією, інфраструктурою, інформаційними ресурсами, а також у межах якої всі суб'єкти мають рівні можливості для аналізу, передачі та інших можливих маніпуляцій з інформацією та даними в будь-якій точці цього простору [3]. Подібні визначення інформаційного простору є у Є. Прохорова, М. Мізінцевої та інших сучасних дослідників.

Дистанційне навчання – це взаємодія викладача та студентів між собою на відстані, що відображає всі властиві навчальному процесу компоненти (цілі, зміст, методи, організаційні форми, засоби навчання) та реалізовується специфічними засобами Інтернет-технологій або іншими засобами, які передбачають інтерактивність [4]. Для систем дистанційного навчання єдиний інформаційний простір можна характеризувати такими параметрами [4]:

– види інформаційних ресурсів, якими можуть обмінюватися об'єкти системи (текстова, графічна, аудіо– та відеоінформація);

– кількість інформаційних об'єктів (ІО), які взаємодіють у системі дистанційного навчання;

– територія, на якій розташовані інформаційні об'єкти, охоплені єдиним інформаційним простором (увесь світ, країна, регіон, район, місто);

– правила організації обміну інформаційними ресурсами між інформаційними об'єктами (обмін типу «клієнт – сервер», «точка – точка»);

– швидкість обміну інформаційних ресурсів між інформаційними об'єктами;

– типи каналів обміну інформаційних ресурсів між інформаційними об'єктами (провідний, оптоволоконний, супутниковий канали).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У роботі [5] розроблено математичну модель єдиного інформаційного простору виробничого підприємства на основі пов'язаних даних, яка забезпечує ефективне виконання завдань оперативного управління. Запропонована модель показує взаємодії користувача з інформаційним простором.

У роботі [6] описується метод інтеграції різно-рідних геопросторових даних на основі концепції метаданих у сучасних автоматизованих системах інформаційного забезпечення.

У роботі [7] запропоновано рішення, що дають змогу забезпечити взаємодію між компонентами автоматизованої системи управління, та розглянуто особливості архітектури єдиного інформаційного простору з метою об'єднання існуючих джерел даних, необхідних для спільного використання під час управління складними технологічними процесами. У рамках роботи запропоновано використовувати сервіс-орієнтований підхід, який передбачає поділ системи на компоненти (сервіси).

У роботах [8–11] розглядаються методи пошуку та ідентифікації інформаційних об'єктів, однак розглянуті в них алгоритми є досить вузькими і не виходять за рамки простих інтерфейсів, що залишає відкритим питання про розроблення більш масштабованих алгоритмів мінімізації інтерфейсів.

Метод пошуку прихованих об'єктів, заснований на їх класифікації, запропоновано в роботі [12]. Вибір найбільш інформативних моментних ознак класифікації зроблений за метричним критерієм. Але використання вибраних моментних ознак під час розпізнавання дає змогу впевнено виявляти лише окремі об'єкти.

У роботі [13] параметри об'єктів інформаційного забезпечення автоматизованих систем управління пропонується відновлювати на основі операційного методу, що використовує дискретні нетейлорівські перетворення. Але в отриманій моделі відсутні методична похибка і неперервний аргумент, що дало змогу підвищити точність моделювання і моделювати процес відновлення про стан об'єктів АСУ в реальному часі.

У роботі [14] описано організацію і принципи побудови єдиного інформаційного простору, а також представлено схему його формування. Також розглянуто формування єдиного інформаційного простору з використанням спеціалізо-

ваної інформаційної комп'ютерної системи, яка фактично є апаратно-програмним базисом для підтримки єдиного інформаційного простору. Розглянуто етапи ідентифікації інформаційного об'єкта в єдиному інформаційному просторі. Запропоновано метод пошуку відсутніх ознак вхідного об'єкта шляхом реалізації взаємодії інформаційних об'єктів між собою всередині єдиного інформаційного простору. Але не розглянуто вид топології для реалізації такого пошуку.

Тому було прийнято рішення розглянути процес відновлення параметрів інформаційних об'єктів в єдиному інформаційному просторі з використанням повнозв'язної топології.

Постановка завдання. Мета дослідження – виявити мінімальне число параметрів для ідентифікації об'єктів та за необхідності відновити (заповнити) відсутні параметри в інформаційних об'єктах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для того щоб працювати з єдиним інформаційним простором, необхідно представити інформацію в уніфікованому вигляді. Для цього необхідно визначити деякі параметри, які характеризують інформаційний об'єкт.

Єдиний інформаційний простір має свою внутрішню структуру, деякі внутрішні елементи, зв'язки між ними, характеристики та особливості їх функціонування. Далі потрібно визначити, що буде надходити на вхід єдиного інформаційного простору й як цим керувати.

Інформаційні об'єкти можна представити у вигляді мережі, а саме у вигляді повнозв'язної топології. Такий вид топології передбачає випадок, коли всі інформаційні об'єкти (ІО1–ІО8) пов'язані один з одним (рис. 1). Однак кількість зв'язків при цьому є надмірною, тому такий вид топологій використовується вкрай рідко.

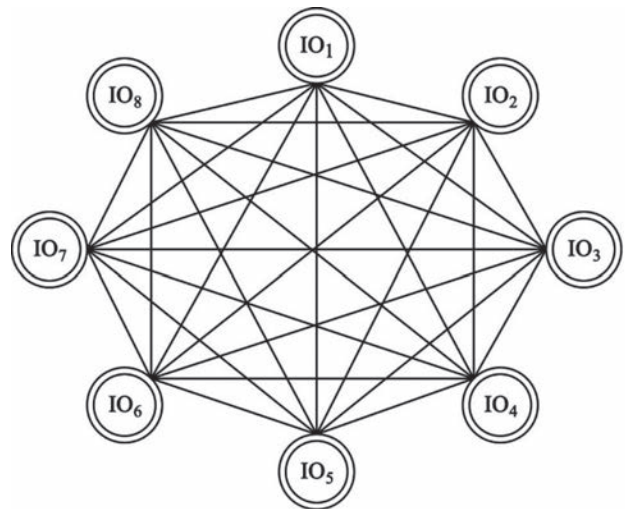


Рис. 1. Повнозв'язна топологія

Предметна сфера, що розглядається, – це дистанційне навчання, яке включає у себе видачу завдань, їх обробку викладачами та студентами, тести для самоконтролю знань тощо.

Розглянемо систему дистанційного навчання, в якій можна виділити такі інформаційні об'єкти: IO1 – Лекція; IO2 – Завдання; IO3 – Тести; IO4 – Wiki; IO5 – Глосарій; IO6 – Форум. Далі представляємо інформаційні об'єкти (IO1–IO6) в єдиному інформаційному просторі у вигляді окремих вузлів (рис. 2).

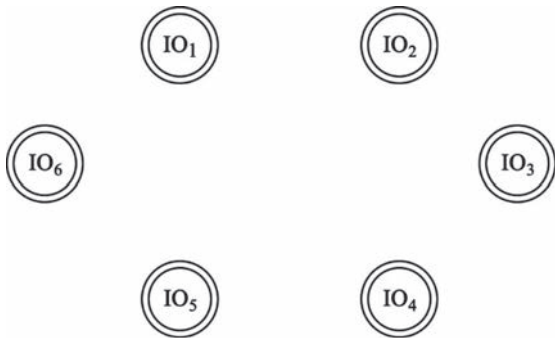


Рис. 2. Представлення інформаційних об'єктів у єдиному інформаційному просторі

Для визначення зв'язків між цими інформаційними об'єктами (IO) спочатку необхідно виділити для кожного з них його параметри.

Кількість параметрів для кожного інформаційного об'єкта (IO1–IO6) може бути різною і визначається різними факторами. Наприклад, у IO1 «Лекція» їх може бути більше, ніж у IO2 «Завдання» або IO3 «Тести». Тобто інформаційні об'єкти (IO1–IO6) можна представити у вигляді матриці, де кожен інформаційний об'єкт (IO1–IO6) має свою кількість параметрів: $IO_1 (P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6)$; $IO_2 (P_2, P_4)$; $IO_3 (P_3, P_4, P_5)$; $IO_4 (P_1, P_4, P_7)$; $IO_5 (P_2, P_6, P_7)$; $IO_6 (P_5, P_6, P_7, P_8)$.

Бачимо, що деякі параметри в інформаційних об'єктах (IO1–IO6) будуть співпадати. На основі таких співпадаючих параметрів можна проставити зв'язки між інформаційними об'єктами (IO1–IO6) (рис. 3).

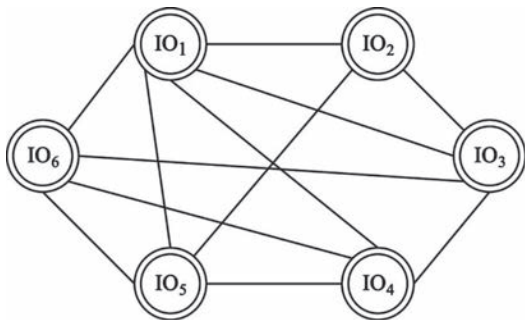


Рис. 3. Зв'язки між інформаційними об'єктами

Для того щоб побудувати єдиний інформаційний простір, необхідна єдина картина, якими параметрами володіє кожен інформаційний об'єкт усередині, на рівні низької декомпозиції.

Наприклад, якщо деяке слово-відповідь було написано різними мовами, наприклад англійською, російською, французькою, то необхідно знайти щось спільне для цих понять. Тобто побудувати матрицю і знайти те, що однозначно характеризуватиме всі поняття в єдиному інформаційному просторі. Отже, необхідно представити інформаційні об'єкти з їхніми параметрами і провести онтологічний аналіз, на підставі якого можна буде стверджувати, що ці інформаційні об'єкти можуть бути віднесені до одного класу.

Необхідно зв'язати виділені параметри за певними критеріями в єдине розуміння. Причому деякі параметри деякого об'єкта будуть складовими частинами єдиного інформаційного простору, а деякі ні, тобто не будуть братися до уваги під час формування єдиного інформаційного простору. Тому отримаємо багато параметрів, які входять до єдиного інформаційного простору, а також отримаємо деяку кількість факторів, що характеризуватимуть об'єкт, але не входитимуть до єдиного інформаційного простору, наприклад IO6 (P8). Вони згадуватимуться під час опису інформаційних об'єктів, але виключатимуться з розгляду. Тоді матриця єдиного інформаційного простору буде виглядати так (рис. 4).

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
IO ₁	■	■	■	■	■	■		
IO ₂		■		■				
IO ₃			■	■	■			
IO ₄	■			■			■	
IO ₅		■				■	■	
IO ₆					■	■	■	■

Рис. 4. Матриця єдиного інформаційного простору

Далі необхідно виділити ті параметри, за якими буде проводитися онтологічний аналіз. Виділення параметрів означає однозначну характеристику відповідного об'єкта. Тобто якщо деякий інформаційний об'єкт має параметри IOi (P3, P4), то це, умовно кажучи, «Лекція». І це можливо зробити завдяки онтології, яка дасть

зможу виділити алгоритм формування уніфікованих понять, щоб зв'язати ці параметри так, щоб у результаті зв'язку було отримано єдиний інформаційний об'єкт (ІО). Для того щоб визначити мінімальне число параметрів, які необхідні для ідентифікації об'єктів, необхідно виділити критичні параметри кожного об'єкта. Можливо, для якогось об'єкта буде достатньо й одного параметру, а можливо, й п'яти або десяти. Тобто число параметрів повинно бути не лише мінімальним, а й оптимальним. Місцями кількості параметрів буде не вистачати, а місцями – їх буде в надлишку. Нехай мінімальне оптимальне значення параметрів для кожного інформаційного об'єкта буде дорівнювати 5 (P1-P5).

Далі необхідно заповнити параметри у всіх інформаційних об'єктах. Одні й ті ж самі параметри збігаються для різних об'єктів. Тобто всі об'єкти відрізняються один від одного, але значення цих параметрів можуть співпадати. Від різних джерел можна отримати інформацію про один і той самий параметр. Наприклад, є інформаційні об'єкти ІО1–ІО6, що взаємодіють між собою так (рис. 5).

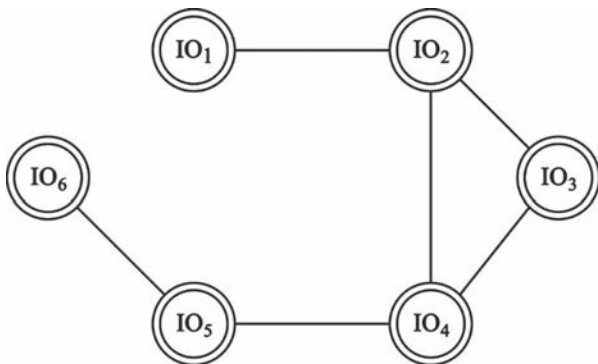


Рис. 5. Інформаційні об'єкти та зв'язки між ними

Представимо, що інформаційний об'єкт ІО3 у даний момент часу з якихось причин недоступний (відсутній зв'язок або ІО3 описаний невідомою мовою), тобто його параметри невідомі. Але при цьому цей інформаційний об'єкт (ІО3) взаємодіє за якимись формальними параметрами з іншими параметрами, тобто з іншими інформаційними об'єктами (ІО2 та ІО4) і там залишилися дані про ці параметри.

На основі тих інформаційних об'єктів (ІО2 та ІО4), які якимось взаємодіяли з інформаційним об'єктом ІО3, можливо витягувати параметри інформаційного об'єкту ІО3 та в подальшому будувати матрицю (рис. 6).

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
ІО ₃					
ІО ₁		■	■		
ІО ₂	■		■		
ІО ₄		■	■		
ІО ₅	■			■	
ІО ₆		■		■	

Рис. 6. Матриця взаємодії параметрів інформаційних об'єктів

Після розгляду матриці з'являється декілька варіантів відновлення параметрів для ІО3:

1. Якщо для першого параметру інформаційного об'єкта ІО3(P1) дані, які витягли з інформаційних об'єктів ІО2 та ІО5, співпадають, то параметр ІО3(P1) можна відновити за формулою:

$$IO_3(P_1) = IO_2(P_1) = IO_5(P_1) \quad (1)$$

2. Якщо для другого параметру інформаційного об'єкта ІО3(P2) дані, які витягли з інформаційних об'єктів ІО1, ІО4 та ІО6, не співпадають, а сам ІО3 взаємодіє із ними без посередників, то можна брати їх середнє значення. Тобто параметр ІО3(P2) можна відновити за формулою:

$$IO_3(P_2) = \frac{IO_1(P_2) + IO_4(P_2) + IO_6(P_2)}{3} \quad (2)$$

3. Але для більш правильного та глибокого підходу необхідно відновити структуру взаємодії об'єктів, тобто якщо об'єкти взаємодіяли один з одним без посередників (ІО3 з ІО2 та ІО4), то необхідно виставити рівень довіри 98% (k=0.98).

Але якщо інформаційний об'єкт взаємодіє з іншим не напряму, а через одного посередника (ІО3 з ІО1 через ІО2; з ІО5 через ІО4), тоді рівень довіри буде 0.95% (k=0,95). При цьому параметр ІО3(P3) можна відновити з урахуванням вагових коефіцієнтів:

$$IO_3(P_3) = \frac{IO_1(P_3) \cdot 0,95 + IO_2(P_3) \cdot 0,98 + IO_4(P_3) \cdot 0,98 + IO_5(P_3) \cdot 0,98}{4} \quad (3)$$

4. Якщо інформаційний об'єкт взаємодіє з іншим не напряму, а через двох посередників (ІО3 з ІО6 через ІО4 та ІО5), тоді рівень довіри буде 91% (k=0,91). При цьому параметр ІО3(P4) можна відновити з урахуванням вагових коефіцієнтів:

$$IO_3(P_4) = \frac{IO_5(P_4) \cdot 0,91 + IO_6(P_4) \cdot 0,91}{2} \quad (4)$$

Таким чином, чим більша буде кількість посередників, тим нижчим буде коефіцієнт довіри.

5. Даних для відновлення параметру IO3(P5) немає взагалі.

Матрицю параметрів інформаційних об'єктів з урахуванням вагових коефіцієнтів зображено на рис. 7.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
IO ₃					
IO ₁		k = 0,95	k = 0,95		
IO ₂	k = 0,98		k = 0,98		
IO ₄		k = 0,98	k = 0,98		
IO ₅	k = 0,95		k = 0,95	k = 0,95	
IO ₆		k = 0,91		k = 0,91	

Рис. 7. Матриця параметрів інформаційних об'єктів з урахуванням вагових коефіцієнтів

Тим самим отримано вектор відновлення параметрів для інформаційного об'єкта IO3:

$$V_3(IO_3) = \begin{Bmatrix} IO_3(P_1) \\ IO_3(P_2) \\ IO_3(P_3) \\ IO_3(P_4) \\ IO_3(P_5) \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Висновки. У роботі розглянуто поняття інформаційного об'єкта та єдиного інформаційного простору. Інформаційні об'єкти єдиного інформаційного простору представлені у вигляді окремих вузлів повнозв'язної топології. У результаті декомпозиції предметної сфери отримано набір параметрів для кожного інформаційного об'єкта єдиного інформаційного простору. Кількість таких параметрів для кожного інформаційного об'єкта може бути різною і визначається різними факторами.

З'ясовано, що виділені параметри інформаційних об'єктів на основі онтологічного аналізу дають змогу визначати ці інформаційні об'єкти як об'єкти, які відносяться до одного класу. Також описано алгоритм формування уніфікованих понять, щоб зв'язати параметри інформаційних об'єктів так, щоб у результаті зв'язку отримати єдиний інформаційний об'єкт. На основі такого онтологічного аналізу побудовано матрицю єдиного інформаційного простору.

Отримано вектор відновлення параметрів для інформаційного об'єкта на основі матриці параметрів інформаційних об'єктів з урахуванням вагових коефіцієнтів та побудовано матрицю взаємодії параметрів інформаційних об'єктів.

У подальших дослідженнях планується розглянути відновлення параметрів інформаційних об'єктів в єдиному інформаційному просторі за топологією типу дерева та багаторусному графі.

Список літератури:

1. Ожерельева Т.А. Об отношении понятий «информационное пространство», «информационное поле», «информационная среда» и «семантическое окружение». *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 10–2. С. 21–24. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5989>.
2. Завгородній В.В., Ялова К.М. Концепція створення єдиного інформаційного освітнього простору України на прикладі дистанційного навчання ІТ-студентів. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2014. № 2. С. 112–118.
3. Завгородній В.В., Яловая Е.Н. Перспективы использования дистанционного образования для обучения ИТ-студентов в Днепропетровском государственном техническом университете. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2015. № 1(2). С. 154–161.
4. Yalova, K., Zavorodnii, V., Romanyukha, M., & Sorokina, L. (2016). Challenges and prospects in development of e-learning system for IT students. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*. № 26(1). P. 25–43. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJCEELL.2016.075042>.
5. Завгородній В.В., Щербак С.С. Единое информационное пространство производственных предприятий на основе связанных данных. *Системи обробки інформації*. 2013. № 2. С. 275–278.
6. Карин С.А. Интеграция в едином информационном пространстве разнородных геопространственных данных. *Информационно-управляющие системы*. 2012. № 2(57). URL: <http://www.i-us.ru/index.php/ius/article/view/13797>.
7. Особенности архитектуры единого информационного пространства при управлении сложными технологическими процессами / Р.В. Мещеряков и др. *Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*. 2017. № 20(4). DOI: <https://doi.org/10.21293/1818-0442-2017-20-4-75-81>.

8. Arenas, M., Grau, B. C., Kharlamov, E., Marciuška, Š., & Zheleznyakov, D. (2016). Faceted search over RDF-based knowledge graphs. *Journal of Web Semantics*. № 37. P. 55–74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.websem.2015.12.002>.
9. Arenas, M., Grau, B. C., Kharlamov, E., Marciuska, S., & Zheleznyakov, D. (2014, October). Enabling Faceted Search over OWL 2 with SemFacet. In OWLED P. 121–132. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.660.9713&rep=rep1&type=pdf>.
10. Gershkovich, M.M., & Biryukova, T.K. (2014). The tasks of identification of informational objects in area-spread data arrays. *Sistemy i Sredstva Informatiki [Systems and Means of Informatics]*. № 24(1). P. 224–243. DOI: <https://doi.org/10.14357/08696527140114>.
11. Biloshchytskyi, A., Kuchansky, A.Yu, Biloshchytska, S., Kuzka, Ye.S., & Lyashchenko, T. Метод ідентифікації направлений досліджень учених на основі кластерного аналізу научних публікацій. *Всточноевропейский журнал передовых технологий*. 2017. № 5(2(89)). DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112323>.
12. Логунов А.Н., Логунова Г.Л. Выбор признаков распознавания при поиске скрытых объектов. *Всточноевропейский журнал передовых технологий*. 2012. № 5(9(59)). DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2012.4622>.
13. Засядько А.А. Восстановление параметров объектов информационного обеспечения автоматизированных систем управления на основе дифференциально-нетейлоровских преобразований. *Системи обробки інформації*. 2015. Вип. 4. С. 20–23. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2015_4_6.
14. Dodonov, A., Mukhin, V., Zavgorodnii, V., Kornaga, Ya., Zavgorodnya A. (2021). Method of searching for information objects in unified information space. *System research and information technologies*. № 1(2021). P. 34–46.

Zavgorodnii V.V. RESTORING PARAMETERS OF INFORMATION OBJECTS IN A UNIFIED INFORMATION SPACE AT FULLY CONNECTED TOPOLOGY

The concepts of a unified information space, information object, distance learning are considered in the work. The parameters of distance learning in a unified information space are described.

The information objects of the unified information space are presented in the form of a fully connected topology. However, the number of connections is excessive, so this type of topology is rarely used.

Distance learning was chosen as a subject area, which includes the issuance of tasks, their processing by teachers and students, tests for self-control of knowledge, and so on. The system of distance learning was considered, in which information objects are selected. As a result of the decomposition of the distance learning area, a set of parameters for each information object of a unified information space is obtained.

Information objects were presented in a unified information space in the form of separate nodes, the connections between these information objects were determined. To do this, for each information object, its parameters are first selected. The number of such parameters for each information object may be different and determined by different factors.

Based on the ontological analysis of the selected parameters of information objects, information objects can be assigned to one class. Selection of parameters means an unambiguous characteristic of the corresponding object on their basis. The algorithm of formation of unified concepts for binding of these parameters so that as a result of communication the uniform information object was received is described. A matrix of a unified information space based on ontological analysis is constructed.

The vector of parameter recovery for the information object in a unified information space is obtained on the basis of the matrix of parameters of information objects taking into account the weights.

Key words: *unified information space, information object, parameters of information object, fully connected topology, distance learning system.*