

DOI: 10.6084/m9.figshare.11340656

УДК 004:728+827

Гончаренко Тетяна АндріївнаКандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, orcid.org/0000-0003-2577-6916

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ВЕРИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА

***Анотація.** Визначено актуальність перегляду підходів до роботи з проектною документацією в будівельній галузі. Доведено необхідність застосування інформаційних технологій, які змінять підхід до проектування об'єктів будівництва завдяки переходу від двовимірної проектною документації до об'єктно-орієнтованої багатовимірної інформаційної моделі. Визначено пріоритетність завдання перевірки якості інформаційної моделі відповідно до нормативно-технічної документації та на відповідність вимогам замовника. Запропоновано загальний алгоритм верифікації інформаційної моделі антропогенного об'єкта. Розглянуто типологію антропогенних об'єктів. Визначено підходи до формування списків правил відповідності нормативно-технічної документації залежно від типу антропогенного об'єкта. Окремо розглянуто питання щодо формування списків правил перевірки інформаційної моделі згідно етапу життєвого циклу об'єкта будівництва.*

***Ключові слова:** інформаційне моделювання в будівництві; верифікація якості інформаційної моделі; нормативно-технічна документація; антропогенний об'єкт; рівень деталізації; життєвий цикл об'єкта будівництва; автоматизована перевірка інформаційної моделі; IFC стандарт*

**Актуальність
та аналіз проблеми**

Впровадження інформаційних технологій в будівельній галузі вимагає кардинального перегляду підходів до роботи з проектною документацією. Насамперед змінюється підхід до проектування завдяки переходу від двовимірної проектною документації до об'єктно-орієнтованої багатовимірної інформаційної моделі. Це тягне за собою застосування нових технологій у будівельному виробництві та у сфері контролю якості проектною документації. Виходячи з цього, завдання перевірки якості інформаційної моделі та відповідно перевірка на відповідність нормативно-технічної документації держави, де проводиться будівництво, а також на відповідність вимогам замовника стає однією з пріоритетних [1].

Основною метою використання технології інформаційного моделювання (англ. Building Information Modeling, BIM) в будівництві є підвищення якості об'єктів будівництва: будівель, споруд і лінійних об'єктів. Досягнення цієї мети відбувається не тільки за рахунок зміни самих процесів проектування і управління будівництвом, а й за рахунок появи нового підходу до перевірки результатів проектування та будівництва. Звична схема експертизи проектною документації передбачає роботу з паперовими кресленнями, які аналізуються експертами, що робить цей процес безпосередньо

залежним від людського фактора [2]. Інформаційна модель надає можливість застосовувати інший спосіб опрацювання інформації, що міститься в ній, а саме – виконувати її автоматизовану перевірку [3]. При цьому можлива організація процесу перевірки якості моделі не тільки на якійсь одній певній стадії (наприклад, характерна для України перевірка службою державної експертизи після стадії «Проектна документація»), а й на кожному з етапів життєвого циклу (ЖЦ), включаючи етап майбутньої експлуатації об'єкта. Розробки з цієї тематики ведуться вже багато років робочими групами з різних країн. У Норвегії, Сінгапурі, Австралії та США такі дослідження досягли досить серйозних успіхів [4 – 9].

Створення універсальної автоматизованої системи перевірки інформаційної моделі, яка застосовується скрізь, є водночас і актуальним і проблематичним завданням. Основними причинами проблематичності є значні відмінності в системах стандартизації і підходах до організації процесів проектування і будівництва між країнами. [10]. Однак, з огляду на все більший рівень всесвітньої глобалізації, а також на виконання інвестиційно-будівельних проектів міжнародними командами, актуальною і необхідною є розробка нової методології верифікації якості інформаційної моделі об'єкта будівництва, від застосування якої безпосередньо залежить ефективність розвитку технології інформаційного моделювання в цілому [11 – 12].

Мета статті

Мета дослідження – розробити узагальнений алгоритм верифікації інформаційних моделей об'єктів будівництва, який буде визначати ключові параметри для комплексної перевірки якості конкретної моделі. Для досягнення мети дослідження необхідно виявити відповідність вимог замовника вимогам нормативно-технічної документації, запропонувати загальну схему класифікації антропогенних об'єктів та визначити вимоги до рівня деталізації інформаційної моделі об'єкта будівництва.

Виклад основного матеріалу

Види інформаційних моделей, якість яких доцільно перевіряти, можна поділити на такі групи за рівнем зростання комплексності:

- моделі окремих елементів або типів (бібліотечні елементи);
- моделі окремих будівельних систем;
- інтегровані моделі.

Інтегрована модель є результатом колективної роботи фахівців різних сфер інвестиційно-будівельної діяльності. Таким чином вона є результуючою моделлю, а отже, є сенс говорити про перевірку інтегрованої інформаційної моделі на цілісність. Необхідність такої перевірки обумовлена відмінністю в підходах, які використовують розробники програмних продуктів, що не завжди піклуються про суворе дотримання стандартів класифікації IFC формату [5]. Пропонується розробити алгоритм проведення комплексної перевірки якості інформаційної моделі. Перевірка інших груп моделей, на погляд автора, є підмножиною такого виду перевірки.

Ключовими завданнями перевірки якості інформаційної моделі є перевірка на відповідність вимог нормативно-технічних документів вимогам замовника. Можна виділити такі класи вимог: міжнародні вимоги, міждержавні вимоги, державні (національні) вимоги, галузеві вимоги, технічні

умови, спеціальні технічні умови і відповідність вимогам замовника (проекту). Взаємозв'язок вищенаведених вимог представлено на рис. 1.

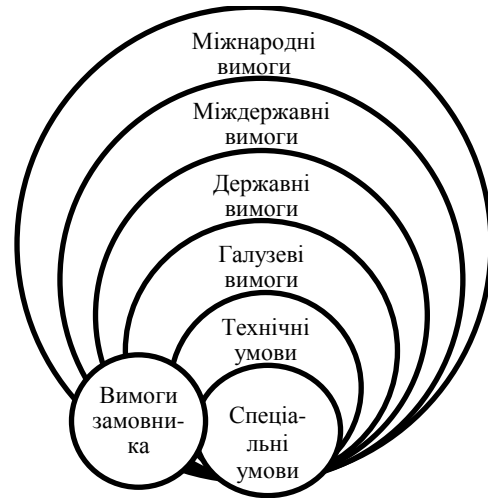


Рисунок 1 – Взаємозв'язок вимог нормативно-технічної документації і вимог замовника

Проводити перевірку якості інформаційної моделі на відповідність повному переліку наведених вище вимог і нормативів немає сенсу. По-перше, така кількість перевірок вимагає значного часу і комп'ютерних ресурсів, а по-друге, недоцільно проводити всі перевірки, тому що для кожного типу об'єкта можна визначити набір перевірок необхідних тільки для певного регіону і певного типу об'єкта. Визначення регіону допомагає обмежити кількість застосовуваних стандартів, а визначення типу об'єкта дає змогу звузити перелік нормативно-технічних актів для аналізу.

Визначення типології об'єктів будівництва необхідно проводити таким чином, щоб отриманий атомарний елемент цієї типології давав змогу однозначно характеризувати об'єкт, що досліджується. Виходячи з типології антропогенних об'єктів, в Україні [12] та за кордоном [1; 2; 4; 9] для цілей дослідження і розробки загального алгоритму будемо використовувати загальну схему класифікації антропогенних об'єктів, представлену на рис. 2.

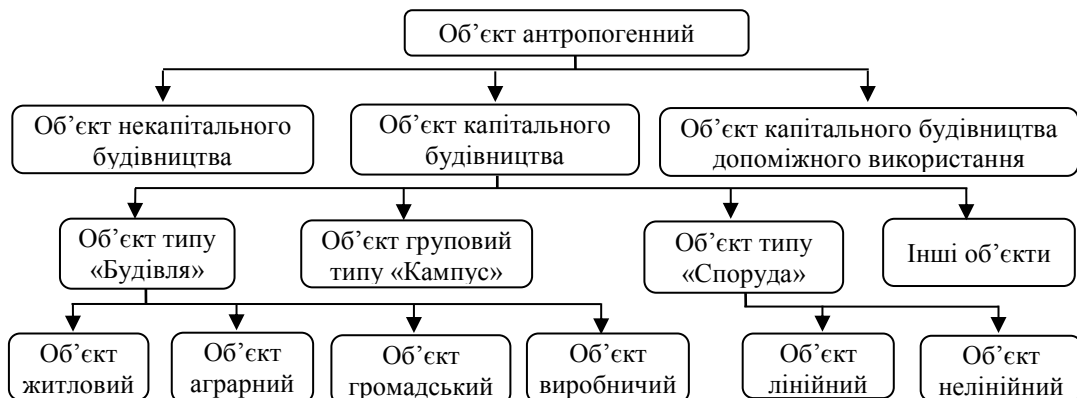


Рисунок 2 – Класифікація антропогенних об'єктів

Такий підхід дає змогу виокремити кілька рівнів ієрархії. До першого рівня належить «об'єкт антропогенний». До другого рівня – «об'єкт некапітального будівництва», «об'єкт капітального будівництва», «об'єкт капітального будівництва допоміжного призначення»; до третього – «об'єкт типу «будівля», «об'єкт типу «споруди» і «об'єкт груповий типу «кампус», які є підгрупами групи «об'єкт капітального будівництва».

Після визначення типу об'єкта необхідно визначити для якої стадії інвестиційно-будівельного проекту підготовлена інформаційна модель.

Водночас необхідно визначити вимоги до рівня деталізації (англ. Level Of Detail, LOD) інформаційної моделі [5]. Такі вимоги до рівня деталізації і опрацювання інформаційної моделі повинні бути уточнені додатково. На основі наведених вище параметрів, а також параметрів, які можуть бути визначені користувачем додатково, формується список правил, відповідно до яких буде проводитися перевірка якості інформаційної моделі. Узагальнений алгоритм перевірки якості інформаційної моделі представлено на рис. 3.

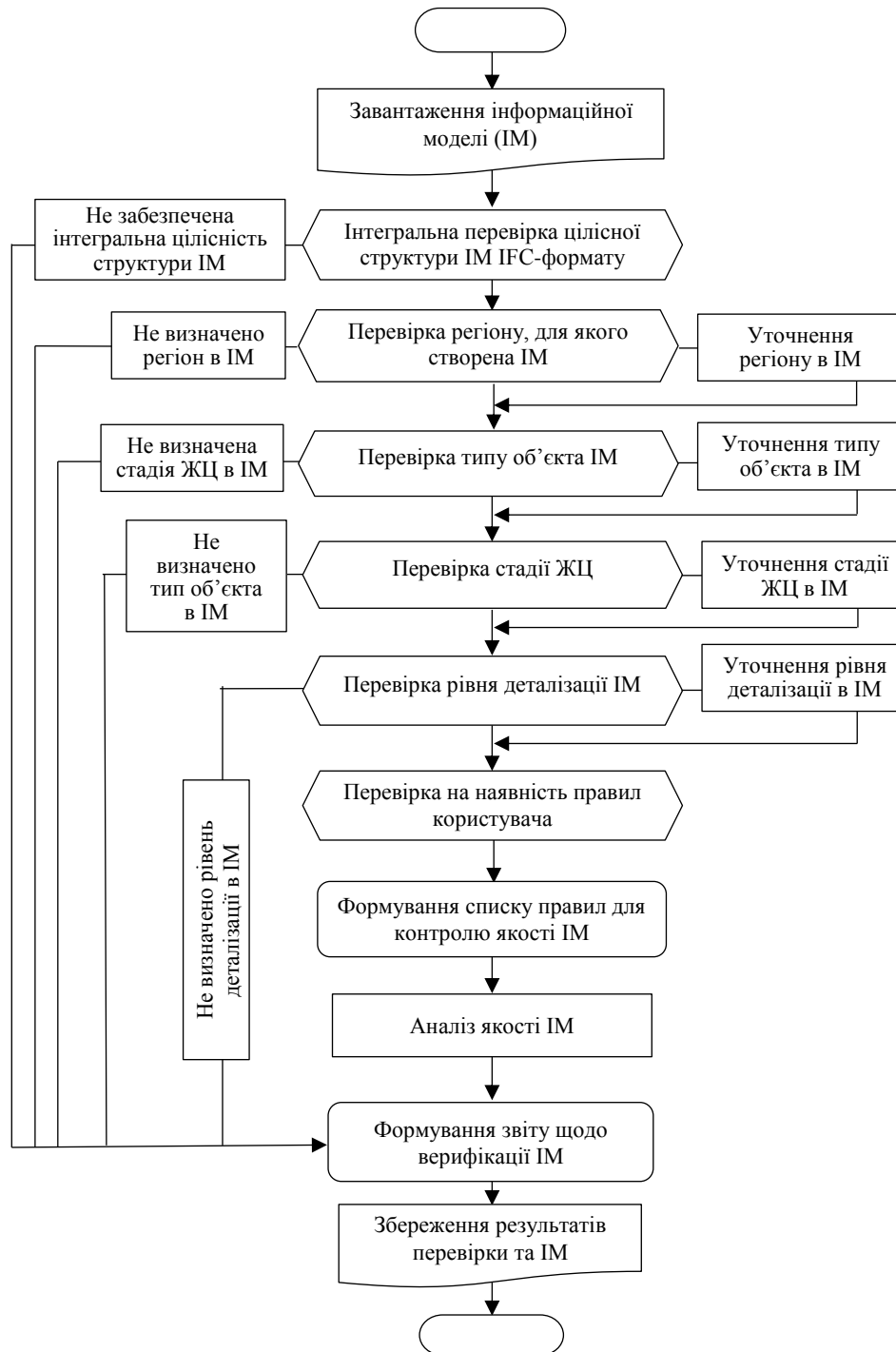


Рисунок 3 – Узагальнений алгоритм перевірки якості інформаційної моделі

Висновки

У статті визначена необхідність формування універсального підходу до верифікації інформаційних моделей об'єктів будівництва. В результаті запропоновано загальний алгоритм перевірки якості інформаційної моделі, який визначає ключові параметри для формування списків правил верифікації конкретної моделі: інформацію про регіон будівництва, тип об'єкта, етап ЖЦ, рівень деталізації і наявність правил користувача. Запропоновано класифікацію антропогенних об'єктів, на якій буде засновано угруповання списків правил перевірки на відповідність вимогам нормативно-технічної документації залежно від типу об'єкта.

Для подальших досліджень передбачається вирішення таких завдань:

- формування списків правил перевірки моделі на відповідність нормативно-технічної документації залежно від типу об'єкта;
- формування списків правил перевірки на відповідність вимогам до інформаційної моделі на етапі ЖЦ.

Таким чином, впровадження інформаційного моделювання в інвестиційно-будівельну діяльність значно прискорить всі процеси реалізації об'єкта, а формування списків правил скоротить кількість перевірок моделі, тим самим додатково впливаючи на терміни та якість будівництва об'єкта.

Список літератури

1. Cloake T., Siu K.L., Eng P. *Standardized Classification System To Assess the State and Condition of Infrastructure in Edmonton* // INFRA, 2002. URL: edmonton.ca/city_government/documents/InfraPlan/Infra%202002%20Report%20FINAL.pdf (date of access: 15.07.2019).
2. Giustolisi O., Simone A., Ridolfi L. *Classification of infrastructure networks by neighborhood degree distribution* // arxiv.org URL: arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1609/1609.07580.pdf (date of access: 18.07.2019).
3. *Subchapter 3: Occupancy and Construction Classification, NYC 1968 Code (Vol 1) | UpCodes // NYC Building Code, 2014* URL: up.codes/viewer/new_york_city/nyc-building-code-1968v1/chapter/3/occupancy-and-construction-classification#3 (date of access: 20.07.2019)
4. Eastman C., Lee J.-M., Jeong Y.-S., Lee J.-K. *Automatic rule-based checking of building designs* // *Automation in Construction*. 2009. №18. pp. 1011-1013.
5. Koo B., Shin B. *Applying novelty detection to identify model element to IFC class misclassifications on architectural and infrastructure Building Information Models* // *Journal of Computational Design and Engineering*. 2018. № 4 (5). pp. 391-400.
6. Volkov A., Chulkov V., Kazaryan R., Gazaryan R. *Cycle reorganization as model of dynamics change and development norm in every living and artificial beings*. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, vol. 584-586, pp. 2685-2688.
7. Wang X. *A review of cloud-based BIM technology in the construction sector [Text]* / Johnny Wong, Xiangyu Wang, Heng Li, Greg Chan, Haijiang Li // *Journal of Information Technology in Construction, ITcon Vol. 19, 2014*, pp. 281-291.
8. *The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State*; http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_bim.pdf
9. Петров К.С., Кузьмина В.А., Федорова К.В. *Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии)* // *Инженерный вестник Дона*, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057.
10. Гончаренко Т.А. *Застосування BIM-технології для створення інформаційної моделі території під забудову // Управління розвитком складних систем.* – 2018. – № 33. – С. 138 – 145. [Видання включено до НБД: BASE; Index Copernicus].
11. Гончаренко Т.А. *Об'єктно-орієнтоване моделювання просторових об'єктів генерального планування // Управління розвитком складних систем.* – 2019. – № 38. – С. 64 – 70. [Видання включено до НБД: BASE; Index Copernicus].
12. Honcharenko T.A. *Bim-technology for creation information model of the construction site, in Management of the development of technologies: Fifth international scientific-practical conference, Kyiv, 2018.* – P.11.
13. Viktor Mihaylenko, Tetyana Honcharenko, Khrystyna Chupryna, Yurii Andrashko, Svitlana Budnik, *Modeling of Spatial Data on the Construction Site Based on Multidimensional Information Objects in 'International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)', ISSN: 2249-8958 (Online), Volume-8 Issue-6, August 2019, Page No. 3934-3940.* URL: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v8i6/F9057088619.pdf>.
14. Oleksandr Terentyev, Svitlana Tsiutsiura, Tetyana Honcharenko, Tamara Lyashchenko, *Multidimensional Space Structure for Adaptable in 'International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)', ISSN: 2277-3878 (Online), Volume-8 Issue-3, September 2019, Page No. 7753-7758.* URL: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i3/C6318098319.pdf>.
15. Yuliia Riabchun, Tetyana Honcharenko, Victoria Honta, Khrystyna Chupryna, Olena Fedusenko, *Methods and Means of Evaluation and Development for Prospective Students' Spatial Awareness in 'International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)', ISSN: 2278-3075 (Online), Volume-8 Issue-11, September 2019, Page No. 4050-4058.*

Стаття надійшла до редколегії 20.08.2019

Гончаренко Татьяна Андреевна

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0003-2577-6916
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

ВЕРИФИКАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. Определена актуальность изменения подходов к работе с проектной документацией в строительной отрасли. Доказана необходимость применения информационных технологий, которые изменят подход к проектированию объектов строительства путем перехода от двухмерной проектной документации к объектно-ориентированной многомерной информационной модели. Определена приоритетность задачи проверки качества информационной модели в соответствии с нормативно-технической документацией и соответствия ее требованиям заказчика. Предложен общий алгоритм верификации информационной модели антропогенного объекта. Рассмотрена типология антропогенных объектов. Определены подходы к формированию списков правил соответствия нормативно-технической документации в зависимости от типа антропогенного объекта.

Ключевые слова: информационное моделирование в строительстве; верификация качества информационной модели; нормативно-техническая документация; антропогенный объект; уровень детализации; жизненный цикл объекта строительства; автоматизированная проверка информационной модели; IFC стандарт

Noncharenko Tetyana

PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Information Technology, orcid.org/0000-0003-2577-6916
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

VERIFICATION OF INFORMATION MODELS CONSTRUCTION OBJECTS

Abstract. The relevance of revising approaches to working with design documentation in the construction industry is determined. The necessity of application of information technologies that will change the approach to the design of construction objects by transition from two-dimensional design documentation to object-oriented multidimensional information model is proved. The priority of the task of checking the quality of the information model in accordance with regulatory and technical documentation and compliance with the requirements of the customer is determined. The general algorithm of verification of the information model of anthropogenic object is offered. The typology of anthropogenic objects is considered. Approaches to formation of lists of rules of conformity of normative and technical documentation depending on the type of anthropogenic object are determined. Separately, the question of forming lists of information model validation rules according to the life cycle stage of the construction object is discussed.

Keywords: information modeling in construction; verification of information model quality; regulatory and technical documentation; anthropogenic object; level of detail; life cycle of the construction object; automated verification of the information model; IFC standard

References

1. Cloake T., Siu K.L., & Eng P., (2002). Standardized Classification System To Assess the State and Condition of Infrastructure in Edmonton // *INFRA*. Retrieved from: edmonton.ca/city_government/documents/InfraPlan/Infra%202002%20Report%20FINAL.pdf (date of access: 15.07.2019).
2. Giustolisi O., Simone A., & Ridolfi L. Classification of infrastructure networks by neighborhood degree distribution // *arxiv.org*. Retrieved from: arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1609/1609.07580.pdf (date of access: 18.07.2019).
3. Subchapter 3: Occupancy and Construction Classification, NYC 1968 Code (Vol I) | UpCodes // *NYC Building Code, 2014*. Retrieved from: up.codes/viewer/new_york_city/nyc-building-code-1968v1/chapter/3/occupancy-and-construction-classification#3 (date of access: 20.07.2019)
4. Eastman C., Lee J.-M., Jeong Y.-S., & Lee J.-K., (2009). Automatic rule-based checking of building designs // *Automation in Construction*. – №18, 1011-1013.
5. Koo, B., & Shin, B., (2018). Applying novelty detection to identify model element to IFC class misclassifications on architectural and infrastructure Building Information Models // *Journal of Computational Design and Engineering*. № 4 (5), 391 – 400.
6. Volkov A., Chulkov V., Kazaryan R., & Gazaryan R., (2014). Cycle reorganization as model of dynamics change and development norm in every living and artificial beings . *Applied Mechanics and Materials*, vol. 584-586, 2685 – 2688.
7. Wang, X., Johnny, Wong, Xiangyu, Wang, Heng, Li, Greg, Chan, & Haijiang, Li, (2014). A review of cloud-based BIM technology in the construction sector [Text] // *Journal of Information Technology in Construction, ITcon Vol. 19*, 281 – 291.
8. *The BIM Project Execution Planning Guide and Templates – Version 2.1, Penn State*; Retrieved from: http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_bim.pdf
9. Petrov, K.S., Kuzmina, V.A., & Fedorova, K.V. (2017). Problems of implementing software systems based on information modeling technologies (BIM-technologies) // *Engineering Bulletin of the Don*, No. 2. Retrieved from: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4057.

-
10. Honcharenko, T.A., (2018). "Bim-technology for creation information model of the construction site", in *Management of the development of technologies: Fifth international scientific-practical conference*, Kyiv, 11.
11. Honcharenko, T.A., (2018). *The use of BIM-technology to create an information model territories for development. Management of Development of Complex Systems*, 33, 131 – 138. [The publication is included in the NDS: BASE; Index Copernicus].
12. Honcharenko, T.A., (2019). *The object-oriented modeling of spatial objects of general planning. Management of Development of Complex Systems*, 38, 64 – 70. [The publication is included in the NDS: BASE; Index Copernicus].
13. Mihaylenko, Viktor, Honcharenko, Tetyana, Chupryna, Khrystyna, Andrashko, Yurii, & Budnik, Svitlana, (2019). *Modeling of Spatial Data on the Construction Site Based on Multidimensional Information Objects in 'International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)'*, ISSN: 2249-8958 (Online), Volume-8 Issue-6, 3934-3940. Retrieved from: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v8i6/F9057088619.pdf>.
14. Terentyev, Oleksandr, Tsiutsiura, Svitlana, Honcharenko, Tetyana, & Lyashchenko, Tamara, (2019). *Multidimensional Space Structure for Adaptable in 'International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)'*, ISSN: 2277-3878 (Online), Volume-8 Issue-3, 7753-7758. Retrieved from: <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i3/C6318098319.pdf>.
15. Riabchun, Yuliia, Honcharenko, Tetyana, Honta, Victoria, Chupryna, Khrystyna, & Fedusenko, Olena, (2019). *Methods and Means of Evaluation and Development for Prospective Students' Spatial Awareness in 'International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)'*, ISSN: 2278-3075 (Online), Volume-8 Issue-11, 4050-4058.
-

Посилання на публікацію

- APA Honcharenko, Tetyana, (2019). *Structural analysis of the territory for construction as a complex spatially distributed system. Management of Development of Complex Systems*, 39, 69 – 74; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11340656](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11340656).
- ДСТУ Гончаренко Т.А. Верифікація інформаційних моделей об'єктів будівництва [Текст] / Т.А. Гончаренко // *Управління розвитком складних систем*. – 2019. – № 39. – С. 69 – 74; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11340656](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11340656).