

**Тугай Олексій Анатолійович**Завідувач кафедри організації та управління будівництвом, *orcid.org/0000-0001-6255-3119**Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ***Малихін Михайло Олександрович**Асистент кафедри організації та управління будівництвом, *orcid.org/0000-0002-9721-2733**Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ***Грабчак Дмитро Володимирович**

Аспірант кафедри організації та управління будівництвом

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ***РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЇ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТЕРИТОРІЇ ЗОСЕРЕДЖЕНОГО БУДІВНИЦТВА НА ОСНОВІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ**

***Анотація.** Виявлено можливості ГІС-технології для комплексної організаційної підготовки зосередженого будівництва, які дають змогу за допомогою геоінформаційних методів виконувати просторовий аналіз урахуванням можливості оцінки придатності даних при їх спільному використанні. Розглянуто особливості використання інформації геоінформаційного рівня з прив'язкою до автоматизованих, управлінських та організаційних рішень при зосередженому будівництві. Виявлено закономірність у змінах параметрів часу виконання різних етапів підготовки і інтенсивності виконання БМР, а також проаналізовано методичку оцінки надійності організаційної підготовки зосередженого будівництва з урахуванням імовірнісних факторів. Розроблено модель прив'язки ГІС до організаційної підготовки зосередженого будівництва та модель етапів виконання ОТП для підвищення надійності та зниження імовірнісних відмов.*

***Ключові слова:** комплексна організаційна підготовка зосередженого будівництва; КОПЗБ; ГІС; ОТП; ПОБ; просторові дані; територія під забудову*

**Актуальність та аналіз проблеми**

Інфраструктура тривимірних просторових даних включає в себе механізм доступності, стандартизації, накопичення обміну інформацією, з урахуванням насамперед геоданих про досліджувану територію за рельєфом, гідрологією, інженерно-транспортних мереж і адміністративних кордонів [1].

ГІС-технології дають змогу за допомогою геоінформаційних методів виконувати просторовий аналіз, з урахуванням можливості оцінки придатності даних при їх спільному використанні. Інтеграція інформації формується таким чином, щоб якість даних визначалося під час їх отримання, а не застосування. Отже, ГІС-технології при їх використанні в системі організаційної підготовки будівництва полегшують рішення і коригування поставлених завдань. Домінуючими є ГІС-технології моделювання як основи для вирішення прогностичних завдань і головним чином тривимірні і картографоматематичні. Окремі параметри функціонування систем визначаються мінливістю простору в часі при фотофіксації.

Зміст і структуру баз геоданих утворюють цифрові дані про просторові об'єкти. Інформаційне забезпечення баз даних ГІС формують як первинні, так і вторинні дані. Точність первинних даних визначає параметр дозволу при проведенні фотофіксації, зондування, сканування та інших видів вимірювань [2].

Аналіз наукових публікацій [3 – 6] дав змогу виявити основні підходи ГІС, які застосовуються при КОПЗБ. Експертні системи за своєю спеціалізацією дозволяють інтегрувати різнотипні дані з довільних інформаційних джерел. Вони здійснюють і оцінку придатності і якості даних, спираючись на метадані і логічні процедури ГІС-технологій. Районовані, ключові і випадкові вибірки є основними методами дослідження геоданих. Районована вибірка включає різні підмножини, домагаючись адекватності параметрів. Наприклад, якщо характер території досить складний з географічної точки зору, то система дає більш детальне уявлення цієї території. Випадкова вибірка вибирає будь-які точки в будь-які моменти часу. Ключова вибірка підтримує певні системні правила без впливу на результат при аналізі.

Просторова і атрибутивна інформація, яка надається в режимі реального часу, дає можливість виробляти за допомогою ГІС, інтегрованих в автоматизовані управлінські технології, найбільш оптимальні і адекватні рішення, що, в кінцевому підсумку, дозволяє учасникам підготовки діяти більш ефективно, підвищуючи якість організаційної підготовки і мінімізуючи витрати.

Особливостями використання інформації геоінформаційного рівня з прив'язкою до автоматизованих, управлінських та організаційних рішень при зосередженому будівництві є вирішення таких завдань:

- обґрунтування вибору території під зосереджене будівництво з урахуванням усіх необхідних специфічних факторів:

- облік комплексної віддаленості від різномірних промислових зон;

- комплексний облік різних характеристик ґрунтових і гідрогеологічних умов, які перебувають в межах території, що розглядається;

- аналіз меж розглянутої території на основі кадастру розглянутого суб'єкта;

- комплексна оцінка стану і параметрів прилеглих територій;

- організаційна підготовка в частині розміщення об'єктів розподіленої соціальної інфраструктури на території зосередженого будівництва з урахуванням вже наявної інфраструктури прилеглих територій;

- проектування інженерних та енергетичних мереж території зосередженого будівництва з урахуванням екологічних особливостей рельєфу місцевості і характеристик ґрунту в різних частинах території;

- укрупнений розрахунок і оптимізація основних виробничих фондів, задіяних при комплексній підготовці території;

- формування схем матеріального постачання і забезпечення будівельними потужностями.

Дослідження впливу численних і різноманітних випадкових організаційних і організаційно-технологічних факторів на процес комплексної організаційної підготовки зосередженого будівництва дало підставу стверджувати, що можливий облік цих випадкових факторів, що дестабілізують проведення робіт тільки на основі застосування ймовірно-статистичних методів і використання статичних та динамічних геоінформаційних моделей.

### Мета статті

З метою комплексного підходу до вирішення організаційних завдань за циклами комплексної організаційної підготовки актуальною є задача

розроблення моделей КОПЗБ з урахуванням геоінформаційного моделювання.

### Виклад основного матеріалу

Для досягнення мети дослідження необхідно виявити закономірність зміни параметрів часу виконання різних етапів підготовки і інтенсивності виконання БМР, а також розробити методикою оцінювання надійності організаційної підготовки зосередженого будівництва з урахуванням ймовірнісних факторів. До випадкових факторів належать технічні, соціальні та природно-кліматичні чинники [7 – 10], які, як правило, проявляються не кожен окремо, а в сукупності. Облік впливу всіх випадкових факторів на виробництво спеціалізованих інжинірингових робіт дозволяє усунути причини відмов і підвищити надійність підготовки. Пропонується комплексну організаційну підготовку території зосередженого будівництва розглядати як умовно-замкнуту систему з такими компонентами (підсистемами):

- промислова зона;
- зона соціального обслуговування;
- зона житлово-експлуатаційного господарства;
- зона підземного комунального господарства.

Надійність організаційної підготовки являє собою здатність її етапів зберігати свої параметри в заданих межах при конкретних умовах виробництва; це здатність організаційних рішень з підготовки із заданою вірогідністю забезпечити отримання запланованого результату функціонування підсистем і системи комплексної організаційної підготовки. У дослідженні пропонується надійність організаційної підготовки оцінювати ентропійним станом системи з умовним поданням стану вищезазначених підсистем на основі умовної моделі, яка представлена на рис. 1.

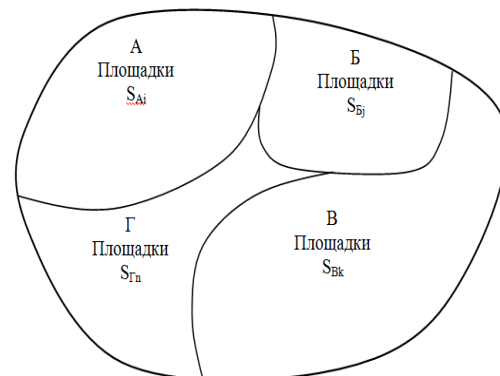


Рисунок 1 – Умовна модель подання стану підсистем (А, Б, В, Г) і системи в цілому імовірнісним показниками ентропії

Ентропія стану системи підготовки адекватна, тобто аналогічна стохастичному впливу сукупності факторів підсистем. Як організаційні чинники

виступають умови відведення земельної ділянки (або ділянок), набором масивів умовно-постійної і умовно-змінної інформації, наявністю планів інвестування і постачання ресурсами, правил їх взаємодії і необхідними обмеженнями [11 – 14]. В основу оцінки організаційної надійності закладена здатність організаційних рішень пов'язувати виконання будівельних процесів, щоб в разі виникнення відхилень було забезпечено їх повноцінне функціонування.

Оцінка організаційної надійності задається формулою:

$$P(\Pi_i) = P(\Pi_{icp} \geq P_{xi}), \quad (1)$$

де  $\Pi_{icp}$  – математичне сподівання величини будь-якого оцінювального показника підготовки будівельного майданчика;  $P_{xi} = \frac{n}{N}$  – ймовірність забезпечення кожного оцінювального показника із об'єму вибірки (N).

Надійність, оцінена ентропією виконання кожного етапу підготовки будівельного майданчика, визначається за формулою:

$$H_j = \sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i). \quad (2)$$

При цьому загальний термін виконання робіт не повинен перевищувати розрахункових значень. Організаційна надійність базується на інформаційній. Організаційна надійність базується на інформаційній надійності, яка повинна забезпечувати безперебійне функціонування етапів підготовки і не виходити за певні межі при впливі випадкових факторів. Функціонування процесів підготовки територій під зосереджене будівництво можна відзначити відхиленням фактичних параметрів від детермінованих, встановлених технологічною картою та календарним графіком виконання робіт, або іншим документом проекту виконання робіт. Це відхилення являє собою організаційну відмову. Виключити її – це значить своєчасно отримати відомості про можливий зрив і вжити заходів щодо усунення відхилень. За характеристику організаційної відмови взято тривалість простоїв етапів або відхилення інтенсивності будівельних процесів від запланованих, при цьому обсяг інформації щодо заходів, що запобігають простоям, включається в умовно-змінний масив штрафів і неустойок.

В елементи геоінформаційної системи підготовки території під зосереджене будівництво закладається просторова та атрибутивна інформація параметрів об'єктів власне території під забудову і

прилеглих територій. На рис. 2 запропонована модель прив'язки ГІС до організаційної підготовки зосередженого будівництва.

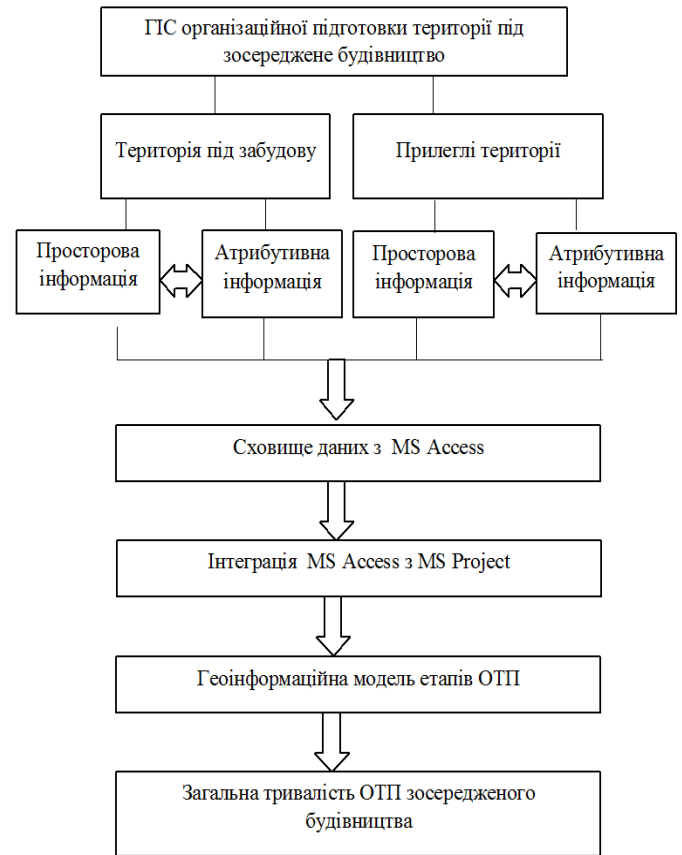


Рисунок 2 – Модель прив'язки ГІС до організаційної підготовки зосередженого будівництва

Особливе місце слід виділити організації виконання окремих етапів підготовки:

- інженерні вишукування;
- розроблення проектів і схем комунікацій;
- відведення та погодження майданчика під забудову;
- виконання робіт щодо облаштування майданчика.

Задача отримання результатів на кожному етапі є комплексним рішенням по всьому комплексу проектно-вишукувальних робіт, при цьому використовується загальна база інформаційного забезпечення. Такий підхід дає можливість проводити оптимізаційні розрахунки щодо зниження імовірнісних відмов.

На рис. 3 розроблена і представлена модель вищезазначених етапів виконання організаційної підготовки для підвищення надійності та зниження імовірнісних відмов.

На рис. 3: варіант 1 –  $\sum t_{ni} = t_{n1} + t_{n2} + t_{n3} = 6m$   
 при  $T_{заг} = \sum t_n + \sum t_i = 6m + 15m = 21m;$

варіант 2 – за рахунок зниження відмов, тобто підвищення надійності системи підготовки

$$T_{заг} = \sum t_i + \sum t_n = 15M + 2M = 17M.$$

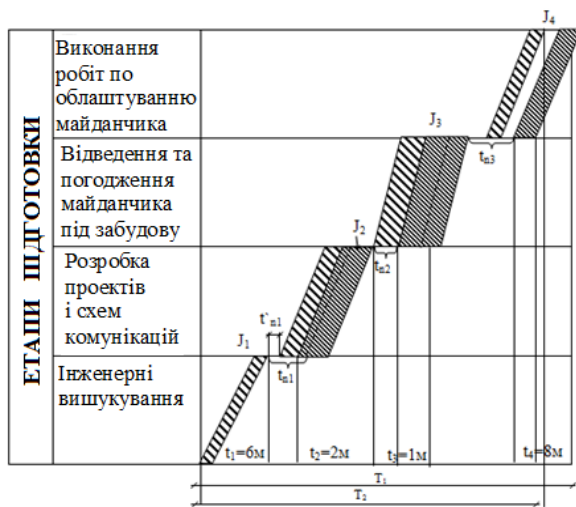


Рисунок 3 – Модель етапів виконання ОТП

Скороченню порушень встановлених термінів і максимальному врахуванню основних виробничих факторів організаційної підготовки сприяють інформаційні бази даних ГІС. В елементи таких баз даних закладаються повна (необхідна та достатня)

просторова та атрибутивна інформація про параметри об'єктів, які плануються під зосереджене будівництво територій, так і об'єктів прилеглих територій. З метою комплексного підходу до вирішення організаційних завдань по циклах розроблені моделі пропонується використовувати в структурі комплексної організаційної підготовки з урахуванням геоінформаційного моделювання.

## Висновки

Науковою новизною дослідження є представлення моделі комплексної організаційної підготовки території зосередженого будівництва як умовно-замкнутої системи. З метою забезпечення контролінгу за умовами підготовки територій під забудову розроблена умовна модель для методики оцінки надійності, яка заснована на використанні ентропійного стану системи на етапах коригування та зміни інформаційного забезпечення. Показано, що показник надійності підготовки можна підвищити за рахунок впровадження геоінформаційного моделювання. Розроблено модель прив'язки ГІС до організаційної підготовки зосередженого будівництва та модель етапів виконання ОТП для підвищення надійності та зниження імовірнісних відмов.

## Список літератури

1. Карпінський Ю.О. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні [Текст] / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко // Державна служба геодезії, картографії та кадастру, НДІ геодезії і картографії. – К. : НДІГК, 2006. – 108с.
2. Карпінський Ю.О. Сучасна інфраструктура просторових даних для геоінформаційного забезпечення містобудування [Текст] / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко. – Інженерна геодезія : наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2000. – Вип.44. – С. 126 – 132.
3. Introduction to PostGIS [Electronic resource]. – Boundless. – 2017. – Available at: <http://workshops.boundlessgeo.com/postgis-intro/index.html#top>
4. Лященко А.А. Методологічні основи та інформаційно-технологічні моделі інфраструктури геопросторових даних міських кадастрових систем [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.24.04 / Анатолій Антонович Лященко. – К., 2004. – 36 с.
5. Лященко А.А. Системні вимоги до сучасного містобудівного кадастру та містобудівної документації [Текст] / А.А. Лященко // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – Вип. 47. – С. 397-405.
6. Лященко А.А. Системотехнічний аналіз інформаційної діяльності та інформаційних ресурсів міських кадастрових систем [Текст] // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2004. – Вип. 17. – С. 157 – 166.
7. Организация строительного производства [Текст]: учебное пособие / С.А.Болотин, А.Н. Выхров. – М.: Академия, 2007. – 208 с.
8. Оптимизация управления процессом деятельности строительного предприятия : Монография / Под общей ред. Проф. Торкатюка В.И. – Харьков : ХНАГХ, 2004. – 552 с.
9. Пронченко Л.Л. Развитие методов формирования и оптимизации комплексных потоков, составленных из объектных: Дисс.канд. техн. наук. СПбГАСУ. СПб., 1993. 273 с.
10. Павлов И.Д. Обобщение теоретических положений и методов оценки моделей планирования развития и подготовки реализации проектов сложных восстановлений в заданный срок / И.Д. Павлов, А.В. Радкевич, Ф.И. Павлов // Вісник ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во ДНУЗТ ім. ак. Лазаряна, 2004. – Вип. 4. – С. 206 – 213.
11. Петраковська О.С., Михальова М.Ю. Фактори, що впливають на обґрунтованість прийняття рішень щодо відчуження земельних ділянок для суспільних потреб // Містобудування та територіальне планування. – 2016. – Вип. 60. – С. 281 – 286.

12. Петриченко Г.С. Методика оценки компетентности экспертов / Г.С. Петриченко, В.Г. Петриченко // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №109(05). Режим доступа до ресурсу: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/04.pdf>

13. Самаха Бассам. Формирование и оптимизация календарных моделей на основе нечетких критериев как фактор снижения рисков реального инвестирования в условиях смешанной экономики / Самаха Бассам // Збірник наукових праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – К.: КНУБА, 2005. – Вип. 14. – С. 42 – 55.

14. Севастьянов П.В. Методика многокритериальной иерархической оценки качества в условиях неопределенности / П.В. Севастьянов, Л.Г. Дымова, М. Каптур, А.В. Зенькова // Информационные технологии. – 2010. – №9. – с. 10-19.

15. ДБН 360-92\*\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Текст]. – [Чинні від 01.09.2018]. – К. : НИПИ градостроительства, 2018. – 100 с. – (Государственные строительные нормы Украины).

Стаття надійшла до редколегії 20.11.2019

**Тугай Алексей Анатольевич**

Заведующий кафедрой организации и управления строительством, [orcid.org/0000-0001-6255-3119](http://orcid.org/0000-0001-6255-3119)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**Малыхин Михаил Александрович**

Ассистент кафедры организации и управления строительством, [orcid.org/0000-0002-9721-2733](http://orcid.org/0000-0002-9721-2733)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**Грбчак Дмитрий Владимирович**

Аспирантка феды организации и управления строительством,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ТЕРРИТОРИИ  
СОСРЕДОТОЧЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ**

**Аннотация.** Выявлены возможности ГИС-технологии для комплексной организационной подготовки сосредоточенного строительства, которые позволяют с помощью геоинформационных методов выполнять пространственный анализ с учетом возможности оценки пригодности данных при их совместном использовании. Рассмотрены особенности использования информации геоинформационного уровня с привязкой к автоматизированным, управленческим и организационным решениям при сосредоточенном строительстве. Выявлена закономерность в изменениях параметров времени выполнения различных этапов подготовки, интенсивности выполнения СМР и проанализирована методика оценки надежности организационной подготовки сосредоточенного строительства с учетом вероятностных факторов. Разработана модель привязки ГИС к организационной подготовке сосредоточенного строительства и модель этапов выполнения ОТП для повышения надежности и снижения вероятностных отказов.

**Ключевые слова:** комплексная организационная подготовка сосредоточенного строительства; КОПЗБ; ГИС; ОТП; ПОС; пространственные данные; территория под застройку

**Tugay Oleksiy**

Head of Department of Construction Organization and Management, [orcid.org/0000-0001-6255-3119](http://orcid.org/0000-0001-6255-3119)

National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv

**Malikhin Mikhail**

Assistant Professor, Department of Construction Organization and Management, [orcid.org/0000-0002-9721-2733](http://orcid.org/0000-0002-9721-2733)

National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv

**Grabchak Dmitry**

Postgraduate student of the Department of Construction Organization and Management

National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv

**DEVELOPMENT OF MODELS OF COMPREHENSIVE ORGANIZATIONAL PREPARATION  
OF TERRITORY OF CONCENTRATED CONSTRUCTION BASED ON GIS-TECHNOLOGY**

**Abstract.** Possibilities of GIS-technology for complex organizational preparation of concentrated construction have been identified, which allow using geoinformation methods to perform spatial analysis taking into account the possibility of assessing the suitability of data when shared. The peculiarities of the use of geoinformation level information with reference to automated, managerial and organizational decisions in the concentrated construction are considered. The model of binding GIS to the organizational preparation of the concentrated construction and model of stages in OTP design to improve reliability and reduce probability of failure.

**Keywords:** complex organizational preparation of concentrated construction; GIS; OTP; POB; spatial data; building area

## References

1. Karpinskiy Yu.O. & Liashchenko A.A. (2006). *Strategy for the formation of national geospatial data infrastructure in Ukraine. State Service of Geodesy, Cartography and Cadastre, Research Institute of Geodesy and Cartography*. – Kyiv : NDIHK, 108 p.
2. Karpinskiy Yu.O. & Liashchenko A.A. (2000). *Modern spatial data infrastructure for geoinformation support for urban planning. Engineering geodesy: scientific and technical collection*. – Kyiv: KNUBA, 44, 126 – 132.
3. *Introduction to PostGIS [Electronic resource]*. – Boundless. – 2017. – Available at: <http://workshops.boundlessgeo.com/postgis-intro/index.html#top>
4. Liashchenko A.A. (2004). *Methodological bases and information-technological models of geospatial data infrastructure of urban cadastral systems [Text]: abstract. diss. ... Dr. of sciences: 05.24.04 / Anatolii Antonovych Liashchenko*. – Kyiv, 2004. – 36 c.
5. Liashchenko, A.A., (2013). *System requirements for up-to-date urban cadastre and town planning documentation. Urban planning and territorial planning*, 47, 397-405.
6. Liashchenko, A.A., (2004). *Systematic analysis of information activity and information resources of urban cadastral systems. Urban planning and territorial planning: a scientific and technical collection*. – Kyiv : KNUBA, 2004, 17, 157 – 166.
7. Bolotin, S.A., & Vikhrov, A.N., (2007). *Organization of construction production: a textbook*. – Moskva: Akademiya, 208 p.
8. *Optimization of management of process of activity of construction enterprise: Monograph // Under the general editorship of Professor Torkatyuk V.I. – Kharkov: KHNAH, 2004. – 552 p.*
9. Pronchenko, L.L. (1993). *Development of methods of formation and optimization of complex flows composed of object: the Dissertation of the candidate of technical sciences. SPbGASU, St. Petersburg, 273 p.*
10. Pavlo, I.D., Radkevich, A.V., Pavlov, F.I., (2004). *A generalization of theoretical principles and methods for evaluating development planning models and preparing the implementation of complex restoration projects in a given time frame. Herald DNUZT im. ak. Lazariana. – Dnipro: Publisher DNUZT im. ak. Lazariana, 4, 206 – 213.*
11. Petrakovska, O.S., Mykhalova, M.Iu., (2016). *Factors that influence the validity of decision making regarding alienation of land for public use. Urban planning and territorial planning*, 60, 281 – 286.
12. Petrychenko, H.S., & Petrychenko, V.H., (2015). *Methodology for assessing the competence of experts. Scientific journal KubGAU*, 109 (05). *Resource Access Mode: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/04.pdf>*
13. Samakha, Bassam, (2005). *The formation and optimization of calendar models based on fuzzy criteria as a factor in reducing the risks of real investment in a mixed economy. Collection of scientific works "Ways of improving the efficiency of construction in the conditions of formation of market relations"*. – Kyiv: KNUBA, 14, 42 – 55.
14. Sevast'yanov, P.V., Dy'mova, L.G., Kaptur, M., Zen'kova, A.V., (2010). *The methodology of multicriteria hierarchical quality assessment in the face of uncertainty. Information Technology*, 10, 9, 10-19.
15. DBN 360-92 \*\*. *Town-planning. Planning and development of urban and rural settlements [Text]*. – [Chinni vid 09/01/2018]. – Kiev: NIPI urban planning, 2018. – 100 p. – (State building standards of Ukraine).

## Посилання на публікацію

- APA Tugay, Oleksiy, Malikhin, Mikhail, & Grabchak, Dmitry, (2019). *Development of models of comprehensive organizational preparation of territory of concentrated construction based on Gis-technology. Management of Development of Complex Systems*, 40, 134 – 139; [dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.11969073](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11969073).
- ДСТУ Тугай О.А. Розроблення моделей комплексної організаційної підготовки території зосередженого будівництва на основі ГІС-технології [Текст] / О.А. Тугай, М.О. Малихін, Д.В. Грабчак // Управління розвитком складних систем. – 2019. – № 40. – С. 134 – 139; [dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.11969073](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11969073).