

## БУДІВНИЦТВО

form a system of horizontal ties, distributing the loads throughout the building frame. Disadvantages: low sound insulation properties, without special protection subject to the destructive effects of fungi and insects, combustible, without additional protective substances, sensitive to sudden temperature fluctuations. In connection with the indicated advantages and disadvantages of wooden construction from the point of view of sustainable development of construction, many authors conduct research, as well as implement projects to study the physical and mechanical characteristics and performance indicators of wood-ground concrete low-rise buildings. Purpose. Analyze and systematize data on modern developments in the field

of wood-concrete structures of low-rise buildings. The latest developments and research in the field of wood-soil concrete construction are systematized using the example of world experience in the design of such buildings, characteristic design solutions are identified and a brief overview of scientific works on the development and research of design solutions for low-rise wood-soil concrete floors is revealed. The given data will help to expand the possibilities of using wood-ground concrete structures in the national construction industry of Ukraine.

**Key words:** ground timber concrete, low-rise buildings, wooden frame, constructive solution

DOI: 10.29295/2311-7257-2020-100-2-132-137

УДК 69:624.05

**Мудрий І.Б.**

*Національний університет «Львівська політехніка»  
(вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79000, Україна; e-mail: [mudryj.igor@gmail.com](mailto:mudryj.igor@gmail.com);  
[orcid.org/0000-0003-1053-6071](https://orcid.org/0000-0003-1053-6071))*

### ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОЄКТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

У статті розглянуто питання стану технології інформаційного моделювання у частині організаційно-технологічної документації на вітчизняному ринку. Визначено причини низького рівня застосування ВІМ технологій для розробки проєктів організації будівництва та їх зальний вплив на створення інформаційних моделей. Запропоновано основні вимоги до формування організаційно-технологічної документації з врахуванням технології інформаційного моделювання, з розробкою нормативної бази та відповідним підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників, з можливістю їх навчання.

**Ключові слова:** проєкт організації будівництва; проєкт виконання робіт; технологія інформаційного моделювання; організаційно-технологічна документація.

**Постановка проблеми.** Практика розробки технологічної документації показує відсутність єдиної нормативної бази, яка б регламентувала порядок створення інформаційних моделей (ІМ), в частині організаційно-технологічної документації (ОТД). Значна частина такої документації (ПОБ, ПВР, ТК), для нашого ринку розробляється в системі 2D (не є виключенням і випадки коли для об'єкту створюється ІМ в архітектурно-конструктивній частині) і причини такої ситуації наступні:

- відсутність державної нормативної бази, яка б регламентувала роботу над технологією інформаційного моделювання (ТІМ) в частині ОТД;
- обмежений кадровий потенціал, який може вирішувати задачі створення інформаційного продукту в частині

ОТД (в Україні, середній вік фахівців в будівельному секторі зростає, що ускладнює впровадження змін, необхідних для підвищення продуктивності праці, стає більш складним завданням, особливо в питаннях автоматизації та використання новітніх технологій [13]);

- розірваність у етапності розробки проєктів організації будівництва та проєктів виконання робіт (ПВР), що передбачає різну ступінь деталювання інформаційної моделі;
- варіантність організаційно-технологічних схем зведення, що збільшує кількість можливих рішень в залежності від певних чинників;
- невідповідність частини проєктних технологічних рішень фактичному виконанню, через складність

- врахувати реальні можливості та досвід підрядних організацій;
- недосконалість існуючого програмного забезпечення, в частині організаційно-технологічної документації;
- низька вартість ОТД, яка в основному виконується малими компаніями за субпідрядними угодами, на останніх етапах загального проектування об'єкту, за фактично прийнятими рішеннями.

Практичний аналіз роботи з комплексами BIM (Building Information Modelling) показує, що компанії на нашому ринку, переважно працюють з BIM на рівні створення інформаційної моделі об'єкту без подальшої трансформації її у інформаційну модель проекту (Project Information Model - PIM). І основна причина цього в тому, що більшість проектних компаній це малі фірми, які в силу певних обставин, не можуть повністю використовувати високотехнологічні інновації в галузі будівництва, широке використання яких у розвинутих країнах здійснюються інжиніринговими компаніями та великими будівельними корпораціями [1]. Такі компанії здійснюють інжинірингові послуги в декількох областях одночасно, керуючи декількома проектами, залучаючи до виконання будівельних робіт різних підрядників та постачальників, забезпечуючи взаємодію суб'єктів будівельного виробництва з допомогою інформаційно-комунікаційних технологій та інформаційного моделювання, забезпечуючи повний інформаційний супровід проекту до його здачі в експлуатацію [2, 11, 15].

Для інжинірингових компаній, як правило, з початком будівництва IM, яка включає в себе структурні інженерні дані, трансформується в інформаційну модель проекту [16], для якої основними стають не конструктивні параметри, а календарний графік, логістика та кошторисні обмеження [3], тобто для трансформації проект вимагає дані які є складовою ОТД. Відповідно включення в інформаційну модель проекту організаційно-технологічної документації дозволяє здійснити перехід від використання 3D інформаційних моделей, до моделей наступного рівня. Так

включення у модель координат часу (календарний графік) дозволить отримати 4D моделі і відповідно наступний рівень 5D - включення кошторисної вартості.

**Мета статті** розглянути проблеми впровадження технології інформаційного моделювання в практику розробки проектів організації будівництва, які виникають через відсутність нормативної та методичної літератури, недостатню підготовленість спеціалістів в частині технології та організації будівництва, які можуть працювати з BIM технологіями.

**Виклад основного матеріалу.** В Україні основним організаційно-технологічним документом, відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 [10] є проект виконання робіт, який розробляється на основі ПОБ, та містить рішення з технології і організації будівельно-монтажних робіт, з врахуванням техніки безпеки [12]. Однак вимоги до його розробки не визначають та не регламентують порядок розробки BIM в частині ОТД. Попри декларування уряду про обов'язковість використання BIM технологій для об'єктів класу наслідків ССЗ починаючи з 2019 року [4], суттєвих змін у напрямку формування національних вимог, крім розробки проекту національної стратегії [13], не відбулось. Не зважаючи на ситуацію в нормативній сфері, постійно зростає інтерес до BIM технологій, як зі сторони проектувальних організацій так і девелоперських та підрядних компаній, оскільки провадження таких технологій у практику будівництва дозволить на [1]: 10% знизити вартість проектів; 7-15% скоротити термін реалізації проектів; 3% підвищити точність кошторисної документації та на 80% скоротити час на її розробку; 30% зменшити відходи та брак будівельного виробництва.

На вітчизняному ринку для створення інформаційних моделей в основному використовуються програмні комплекси Autodesk Revit, Tekla Structures, Allplan, Bentley Building Designer, Graphisoft Archicad. Ці комплекси складно визначити, як універсальні, наприклад, Graphisoft Archicad в основному використовується архітекторами для створення розділів AP, Tekla Structures – для

розробки розділів КМ, КМД, рідше КБ. Максимально універсальним є програмний комплекс Autodesk Revit, який дозволяє групову роботу над проектом для архітекторів, конструкторів та розробників інженерних систем. Але практичним результатом роботи над ІМ, в умовах нашого ринку, є видача класичних 2D рішень, які будуть використані в практиці зведення. Крім того розрахунок вартості проектування, як правило, прив'язується до трудомісткості - кількості створених листів певного формату, а не до побудови ІМ з відповідним ступенем деталювання. Варто зазначити, що перехід до ВІМ не завжди призводить до значного прискорення процесу проектування, радше до перерозподілу пріоритетів – зменшується частка зусиль, що витрачаються на рутинні операції, в той час як вивільнені ресурси можуть бути направлені на більш інтелектуальну та технологічну діяльність, зосереджуючись на якості проектних рішень, інформаційних моделей, аналітичних вишукувань, управлінні тощо [13].

При роботі з ПОБ на нашому ринку в основному використовують комплекс СПДС GraphiCS, який є основою для «СПДС СТРОЙПЛОЩАДКА», та застосовується для роботи з будівельними генеральними планами (БГП). Комплекс використовує базу інтелектуальних двовимірних параметричних елементів з заданими правилами їх поведінки на кресленні. Графічні види техніки автоматично перелаштовуються при зміні параметрів і є пов'язаними із зміною виду. Крім того програма автоматично формує та прив'язує розташування на БГП зон роботи машин, потенційно небезпечних зон навколо об'єкта зведення. Але вибір самих машин, за наявною в комплексі базою, є обмежений і не завжди дозволяє вибрати оптимальне організаційне рішення із зведення, особливо коли виникає необхідність застосування комплектів машин (кранів, екскаваторів та ін.). При роботі з двома та більше машинами виникає необхідність застосування окремих неінтегрованих у комплекс підпрограм [5, 6] для пошуку раціонального варіанту зведення.

Крім того, розділ ПОБ вимагає проведення розрахунків, пов'язаних з визначенням тривалості будівництва, затратами електро- та водопостачання, кількості задіяного персоналу та ін., дані які вимагають окремого введення. Особливо гостро ці питання виникають на етапі коли відсутня чи не затверджена кошторисна документація (а практика показує, що для більшості не державних об'єктів такий стан є типовим). В цьому випадку розрахунки ведуться за укрупненими показниками з використанням перевідних коефіцієнтів, які, як правило, дають суттєву розбіжність з реальною ситуацією [7]. Тому важливим стає питання створення ТІМ в частині організаційно-технологічної документації яка б виключила її розірваність на рівні проекту виконання робіт з ПОБ.

Для ПВР впровадження ТІМ більш складна задача оскільки, його розробка повинна ґрунтуватися на принципах «зворотного зв'язку» - від розробників технологічних карт з використанням новітніх технологій зведення [8]. Відповідно чим складніший об'єкт тим більше таких складових буде вимагати ПВР, що створює умови для розвитку, коли зовнішні спеціалізовані сервіси (спеціалізовані компанії) будуть надавати свої масштабовані інформаційні ресурси для загальної ІМ. Але задача створення таких масштабованих технологічних карт трудомістка, однак перспективна для субпідрядних компаній, в плані просування своїх послуг. Задача буде вимагати формування реалістичних образів моделей виконуваних видів робіт, використання баз даних (машин, механізмів, інструментів та ін.) [9].

Окремо слід виділити комплекси для побудови календарних планів, які в основному використовуються в програмах з управління проектами [14], зокрема Microsoft Project; PlanWIZARD; Spider Project; GanttProject. Комплекси такого типу дозволяють: створювати календарні плани; поєднувати окремі календарні плани в комплексні проекти; регулювати розподіл ресурсів; здійснювати облік фактично виконаних робіт; виконувати оцінку характеристик календарного плану з метою пошуку відхилень та прийняття

управлінських рішень. Сам комплекс для створення календарних планів в загальній ІМ, повинен подавати їх у вигляді інтерактивної моделі об'єкту, для можливості оцінки альтернативних варіантів розвитку процесів, послідовності виконання будівельно-монтажних робіт, проведення прогнозування та ін.. Це дозволить створити загальну інформаційну модель з актуальними даними інженерно-технічного та економічного стану в конкретний момент часу. ІМ при цьому може бути доступна в реальному режимі не лише для учасників проекту але і для органів будівельного контролю [7].

Роботи з розширення технології інформаційного моделювання з врахуванням технологічних та організаційних рішень зведення, викличе появу нових вимог до розробки проектів організації будівництва:

- будівельний генеральний план повинен розроблятися на основі трьох вимірної моделі навколишньої ситуації будівельного майданчика та інших чинників які впливають на зведення;
- ув'язка БГП з циклами будівництва, який може передбачати різну ситуацію на майданчику (наприклад нульовий та основний цикл зведення, через необхідність застосування різних засобів механізації та ситуацію на майданчику);
- формування БГП відповідно до черговості чи етапів зведення окремих частин (секцій) комплексів в певний момент часу (прив'язка до календарного плану зведення);
- прив'язка на БГП основних машин та динаміка зміни небезпечних зон будівельного майданчика при зміні поверховості (монтажного горизонту) та висотних характеристик машин;
- розташування складських майданчиків (їх площ), напрямку руху будівельної техніки та робітників в залежності від прийнятої організаційно-технологічної схеми зведення в певний момент часу;
- влаштування динамічних обмежень на виконання робіт, розташування захваток (зон проведення робіт) в

просторі та часі (особливо при організації зведення в зонах діючих підприємств);

- ув'язку необхідних інженерних ресурсів (електропостачання, водопостачання; площі тимчасових побутових та господарських споруд) відповідно до етапності зведення.

**Висновки.** Аналіз існуючого стану розробки організаційно-технологічної документації, на вітчизняному ринку, підтверджує необхідність створення методики розробки ПОБ з позиції використання технології інформаційного моделювання.

Необхідно проводити зміну вимог до роботи з ТІМ на державному рівні з розробкою нормативної бази та відповідним підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників, з можливістю їх навчання.

Нормативного спрощення вимог до оформлення робочих креслень з можливістю переходу до роботи з ІМ в практиці зведення.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Трофимов Л.А., Трофимов В.В, Информационное моделирование и инжиниринговые системы организации управления как основа инновационного развития строительной отрасли. *Вестник Омского университета. Серия «Экономика»*. 2016. №3 С.77-82.
2. Трофимова Л.А., Никольская Е.Г. *Управление инвестированием в реальные активы в условиях модернизации экономики*. СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006. 194 с.
3. Richard McPartland. *What is the Project Information Model (PIM)?* URL: <https://www.thends.com/knowledge/what-is-the-project-information-model-pim>
4. *Україна комунальна*. URL: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/z-2019-roku-pochnetsja-vprovadzhenja-vm-ehnologji-v-budvnictv-54271>
5. Мудрий І.Б. Порядок та реалізація принципів формування ефективного комплексу стрілових кранів. *Збірник наукових праць «Управління розвитком складних систем»*. Київ, 2017. № 30. С. 156-162.
6. Мудрий І.Б., Сиротюк Д.Ю. Область застосування міні кранів при зведенні підземної частини будівель. *Науковий вісник будівництва*. Харків; ХНУБА, 2016. № 84. С. 204-207.
7. Топчий Д.В., Токарский А.Я. Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования

- информационных технологий. *Вестник Евразийской науки*. 2019. №3. <https://esj-today/PDF/52SAV-N319.pdf>.
8. Киевский И.Л. Определение приоритетов в развитии транспортного каркаса города. *Промышленное и гражданское строительство*. 2011. №10. С. 3-6.
  9. Колесников Е.Б., Синенко С.А. Технологии виртуальной реальности в отображении строительного генерального плана при возведении объекта. *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 11. С. 44-46.
  10. ДБН А.3.1-5:2016 *Організація будівельного виробництва*. К.: Укراهбудінформ, 2016. 46 с.
  11. Талапов В.В. *Технология BIM: Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий*. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с
  12. ДБН А.3.2-2-2009 *Охорона праці і промислова безпека у будівництві*. К.: Укراهбудінформ, 2012. 116 с.
  13. Лист № 62-01-659 Київ, МОНУ № 1-9-197 *Концепція BIM – Будівельно Інформаційного Моделювання в Україні. Додаток*.
  14. Гончаренко Д. Ф., Менейлюк И. А. Определение показателей гражданского строительства в Одессе при вариантно-организационно-технологическом проектировании. *Научный вестник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2019 Т. 93. №2. С. 198-203.
  15. Lei Z., Weifang Y. BIM technology of computer aided architectural design and green architecture design. *Robotics and Applications (ISRA)*. IEEE Symposium. 2012. P. 797-800.
  16. Ding L., Zhou Y., Akinci B. Building Information Modeling (BIM) application framework: the process of expanding from 3D to computable. *Automation in construction*. 2014. Vol. 46. P. 82-93.
  17. Гусаков А.А., Чулков В.О., Ильин Н.И. *Системотехника*. М.: Новое тысячелетие, 2002. 768 с.
- REFERENCES:
1. Trofymov L.A., Trofymov V.V. Information modeling and engineering systems of management organization as the basis of innovative development of the construction industry. *Bulletin of Omsk University. Series "Economy"*. 2016. No. 3. pp. 77-82.
  2. Trofymova L.A., Nikolskaya E.H. *Managing investment in real assets in the context of economic modernization*. Saint Petersburg: Publishing Office of Severo-Zapadnyi Gosudarstvennyi Zaochnyi Tekhnicheskii Universitet (SZTU), 2006.
  3. Richard McPartland/What is the Project Information Model (PIM)? URL: <https://www.thends.com/knowledge/what-is-the-project-information-model-pim>
  4. *Україна комунальна*. URL: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/z-2019-roku-pochnetsja-vprovadzhenja-vm-ehnologii-v-budvniectv-54271>.
  5. Mudryi I.B. Procedure and implementation of the principles of forming an effective set of jib cranes. *Collection of scientific papers "Managing the development of complex systems"*. 2007. No. 30. pp. 156-162.
  6. Mudryi I.B., Sirotiuk D.Y. Scope of mini-cranes employment in the construction of underground buildings. *Scientific Bulletin of Civil Engineering*. 2016. № 84. pp. 204-207.
  7. Topchiy D.V., Tokarsky A.Y. The concept of quality control of the organization of construction processes during construction supervision based on the use of information technologies. *Bulletin of Eurasian science*. 2019. No. 3.
  8. Kievsky I.L. Defining priorities in the development of the city's transport framework. *Industrial and civil construction*. 2011. No. 10. pp. 3-6.
  9. Kolesnikov E.B., Sinenko S.A. Virtual reality technologies in displaying the construction master plan during the construction of an object. *Industrial and civil construction*. 2012. №11. pp. 44-46.
  10. ДБН А. 3.1-5: 2016. *Organization of construction production*. 2016.
  11. Talapov V.V. *BIM technology: The essence and features of building information modeling implementation*. 2015.
  12. ДБН А.3.2-2-2009 *Okhorona pratsi i promyslova bezpeka u budivnytstvi*. К.: Ukrakhbudinform, 2012. 116 s.
  13. Letter no. 62-01-659 Kyiv, MONU No.1-9-197 *Concept of BIM - Construction Information Modeling in Ukraine. Appendix*.
  14. Goncharenko D.F., Maneiluk I.A. Determination of indicators of civil construction in Odessa at variant organizational and technological design. *Scientific Bulletin of Civil Engineering*. 2019. vol. 93. No. 2. pp. 198-203.
  15. Lei Z., Weifang Y. BIM technology of computer aided architectural design and green architecture design. *Robotics and Applications (ISRA)*. IEEE Symposium. 2012. pp. 797-800.
  16. Ding L., Zhou Y., Akinci B. Building Information Modeling (BIM) application framework: the process of expanding from 3D to computable. *Automation in construction*. 2014. Vol. 46, pp 82-93.
  17. Gusakov A.A., Chulkov V.O., Ilyin N.I. *Systems Engineering*. 2002.

**Мудрый И.Б. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА.** В статье рассмотрены вопросы состояния технологии информационного моделирования в части организационно-технологической документации на отечественном рынке. Определены причины низкого уровня применения BIM технологий для разработки проектов организации строительства и их общие влияние на создание информационных моделей. Предложены основные требования к формированию организационно-

технологической документации с учетом технологии информационного моделирования, с разработкой нормативной базы и соответствующим повышением квалификации инженерно-технических работников, с возможностью их обучения.

**Ключевые слова:** проект организации строительства; проект производства работ; технология информационного моделирования; организационно-технологическая документация.

**Mudryy I.B. PROSPECTS FOR USING INFORMATION MODELING TECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION ORGANIZATION PROJECTS.** The article deals with the state of information modeling technology in terms of organizational and technological documentation in the domestic market, and the problems of implementing information technologies in the practice of

developing construction projects, which arise due to the lack of normative and methodological literature, insufficient training of specialists in the technology and organization of construction, who can work with BIM technologies. The analysis of the current state of information modeling technologies in terms of organizational and technological documentation, identified common reasons for the low level of use of BIM technologies for the development of construction organization projects and their negative impact on the creation of information models of the project. The main requirements for the formation of organizational and technological documentation with regard to information modeling technology are proposed.

**Keywords:** construction organization project; work production project; information modeling technology; organizational and technological documentation.

DOI: 10.29295/2311-7257-2020-100-2-137-142

УДК 624.159.2

**Самченко Р.В., Юхименко А.І.**

*Запорізький національний університет*

*(пр. Соборний, 226, Запоріжжя, 69006, Україна; e-mail: [sektor3@ukr.net](mailto:sektor3@ukr.net), [winner.wcar@gmail.com](mailto:winner.wcar@gmail.com); [orcid.org/0000-0003-1013-0047](https://orcid.org/0000-0003-1013-0047), [orcid.org/0000-0003-4231-9602](https://orcid.org/0000-0003-4231-9602))*

## ПРО ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ ДЕФОРМОВАНИХ БУДІВЕЛЬ

Існує велика кількість деформованих об'єктів із різними видами деформацій – крени, вигини, прогини, зіткнення будівель при зустрічних кренах та ін. Для їх усунення розроблені різні способи та технології. В зв'язку із значною розповсюдженістю різних видів деформацій необхідно розробити уніфікований метод їх ліквідації, який був би придатний для їх усунення. При цьому важливо щоб таким методом можна було б ліквідувати деформації різних форм будівель, споруд. З цією метою нами розроблений уніфікований метод, який базується на управлінні жорсткістю основ бурінням горизонтальних свердловин перемінних параметрів. Для буріння горизонтальних свердловин розроблений малогабаритний, мобільний станок горизонтального буріння. Метод досліджений та перевірений при успішному впровадженні для ліквідації деформованого стану близько 60 об'єктів різного призначення в різних регіонах України.

**Ключові слова:** деформація будівель, крен, вигин, ліквідація деформацій, основи, фундамент, жорсткість, горизонтальна свердловина, стабілізація деформацій.

**Вступ.** Дане питання лежить в площині вирішення важливої проблеми – забезпечення будівельного фонду України в належному стані, яке пов'язане з двома обставинами. По-перше, капітальне будівництво в більшості регіонів України звелось до мінімальних обсягів, по-друге – наявністю великої кількості деформованих будівель та споруд. Тому відновлення деформованих будівельних об'єктів і забезпечення їх подальшої нормальної експлуатації є важливим актуальним питанням.

**Постановка проблеми.** Деформації будівель відбуваються по різним

причинам і мають досить розгалужену сферу видів деформування – вигини, прогини, крени, кручення, зіткнення будівель або їх блок-секцій внаслідок зустрічних кренів та ін. Кожен основний вид деформування провокує похідні деформації конструкцій – тріщиноутворення, зсуви із опорних поверхонь і т.п. Тому при появі будь-якого виду деформацій необхідно визначатись та негайно усувати власне деформування, а перед усім – причину її виникнення, адже люба деформація без ліквідації причини може розвиватися впритул до виникнення аварійного стану. Оскільки, як зазначалося вище, деформації