

УДК 004.9:69

к.т.н., доцент В.М. Андрухов,
д.т.н., професор А.С. Моргун, М.Б. Атаманенко,
В.В. Матвійчик, Л.В. Мартинова, А.О. Колесник,
Вінницький національний технічний університет

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ — ВІД РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ДО УПРАВЛІННЯ ПРИ ЗВЕДЕННІ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

В статті наведено аналіз стану справ в будівельній галузі держави, розглянуто перспективи можливих позитивних змін на основі впровадження наскрізних інформаційних технологій, починаючи з етапу розробки проектної документації і до етапу організації та управління зведенням об'єкта. Проаналізовано сьогоденні підходи до автоматизації виконання проектних робіт. На основі досвіду розробки цифрової моделі житлової будівлі у м. Вінниці засобами автоматизації ПК «Building Manager» сформовано збалансований календарний графік будівництва. Ґрунтуючись на результатах виконаної роботи, висловлено думку про доцільність використання прогресивних технологій наскрізного автоматизованого проектування в контексті підвищення якісного рівня проектування та управління будівництвом. – Іл. 4. – Бібліогр. : 9 назв.

Ключові слова: *інформаційно-графічний супровід будівництва, уніфікована цифрова модель об'єкта, управління будівництвом*

ВСТУП

На сьогоднішній день в будівельному секторі України залишається невирішеною задача проведення комплексної реформи в сфері будівництва житла. Основними факторами, які викликають необхідність такого реформування, є: падіння платіжної спроможності населення, скорочення обсягів фінансування житлового будівництва, відсутність державної підтримки будівництва приватного житла та цивілізованих варіантів іпотечного кредитування. Ці причини призвели до зменшення об'ємів будівництва доступного житла.

Сучасне житло стало візитівкою заможного шару населення а також менш доступним широким верстам. Дороге житло є однією з соціальних проблем, тому державою створено декілька програм для пошуку вирішення та поліпшення даної ситуації.

Однією з таких програм стала «Державна цільова соціально-економічна програма будівництва (придбання) доступного житла на 2010-2017 рр.»,

схвалена Кабінетом Міністрів України. Ця програма була розроблена на виконання положень Закону України «Про фонд соціального призначення» та Указу Президента України «Про заходи щодо будівництва доступного житла в Україні та поліпшення забезпечення громадян житлом». Перед будівельною галуззю постало питання про максимальне здешевлення (максимальне зменшення витрат) будівництва 1-го м² житлової площі доступного житла.

Виходячи з Закону України «Про забезпечення громадян доступним житлом», - це житло, збудоване за державної підтримки, частину вартості будівлі покриває держава, а частину викупує майбутній власник. Власником такого житла може стати сім'я, яка не має права на соціальне житло, середньомісячний сукупний дохід на 1-го члена такої сім'ї не повинен перевищувати 4-кратного розміру середньомісячної заробітної плати в регіоні. Тому зараз гостро постає питання зниження собівартості 1 м² житла. Та, в свою чергу, будівельні компанії не зацікавлені зменшувати рентабельність свого виробництва.

Засобом збільшення прибутку будівельної компанії після оптимізації виробничої складової (машини, механізми, технології виконання робіт) залишається впровадження інформаційних технологій, починаючи від розробки проекту до реалізації в натурі, що дозволяє оптимізувати сам процес проектування, організацію роботи та керівництво підприємством, а також – зменшити затрати на виробництво [1].

Капітальне будівництво є однією з найбільш інформаційноємних галузей. Всі учасники інвестиційно-будівельного процесу (наукові, проектні, будівельні, транспортні організації) пов'язані численними функціонально-виробничими зв'язками, які можуть ефективно реалізуватись лише на основі їх чіткої взаємної координації та обробки великої кількості інформації в режимі реального часу.

Сьогодні підходи до виконання проектних робіт лише частково вирішують питання автоматизації й, за великим рахунком, нічим принципово не відрізняються від тих, що були в 70-80-х роках минулого століття.

Зниження рентабельності будівництва є наслідком недостатньо чіткого та завбачливого керування будівельною компанією, і навпаки - далекоглядне управління персоналом і оптимізація затрат по групах витрат значно підвищують ефективність управління в цілому.

Практичним інструментом для підвищення ефективності та якості управління є створення на підприємстві єдиної наскрізної інформаційної системи. Наскрізні автоматизовані технології дозволять забезпечити більш об'єктивну і динамічну обробку даних, створення документації на всіх етапах будівництва — від розробки проектної документації до реалізації процесу будівництва.

Актуальною задачею в комплексній автоматизації всіх процесів проектування і управління будівництвом є створення єдиного електронного інформаційного потоку – від обґрунтування доцільності створення будівельного проекту до введення його в експлуатацію.

Розроблена державним науково-дослідним інститутом автоматизованих систем в будівництві лінія інтегрованого проектування «КАЛИПСО» забезпечує інтеграцію програмних комплексів різного призначення в єдину повнофункціональну автоматизовану систему, яка дозволяє автоматизувати виконання інженерних і розрахункових завдань з проектування та супроводу об'єкта на етапі його експлуатації.

Робота «КАЛИПСО» базується на створенні єдиної уніфікованої цифрової моделі об'єкта, яка є своєрідною базою даних про об'єкт і дозволяє вносити зміни, за необхідності, в режимі реального часу. Основою базової цифрової моделі слугує архітектурно-будівельна частина проекту, розроблена за допомогою програмних комплексів (ПК) параметризованого моделювання об'єктів типу «ArchiCAD», «Autodesk Revit Architecture».

Цифрова модель об'єкта – це не лише структурований набір даних про об'єкт будівництва, це також і набір програмних засобів для організації роботи з базами даних та з інформацією, що зберігається в них. Уніфіковану цифрову модель об'єкта (УЦМО) можна інтерпретувати як «віртуальну будівлю» - модель, що відповідає реальній будівлі, але існує лише в пам'яті комп'ютера. Використовується цифрова модель об'єкта як інформаційний банк даних. З цієї віртуальної моделі можна отримати різноманітну інформацію про будь-який елемент проектування, сформувати креслення, підготувати вхідні дані для автоматизованих систем керування, які забезпечують формування документів сіткового чи календарного планування, моніторинг виконання проекту, оперативний, періодичний і бухгалтерський облік та контроль, а також можна визначити об'єм, площу, енергоспоживання, тепловий і повітряні баланси, освітленість, інсоляцію, навантаження. При цьому зовсім не обов'язково на перших етапах проектування визначити всі необхідні параметри об'єкта – віртуальна модель будівлі дозволяє це робити на будь-якому етапі проектування [2].

ПОГЛЯД НА ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА З ТОЧКИ ЗОРУ ПРОГРЕСИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНО-ГРАФІЧНОГО СУПРОВОДУ НА ВСІХ ЕТАПАХ ЙОГО ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Здебільшого замовник не вимагає від генпідрядника складання проекту виконаних робіт (ПВР), а там, де це вимагається, ПВР виконується не в повному обсязі, в загальних рисах, без обґрунтованих розрахунків. Це призводить до зменшення ефективності управління операціями, а інколи й до

порушення технології окремих процесів, простоювання, неефективного використання трудових і матеріальних ресурсів, що, в свою чергу, веде до невиправданих збитків. Використання генпідрядною організацією погодженого з замовником ПВР, календарних планів дає можливість уникнути вищезначених проблем та зменшити можливість виникнення необґрунтованих збитків, які, в окремих випадках, становлять до 5% кошторисної вартості об'єкта [2].

Перспективним є застосування в інформаційних технологіях сіткової моделі для аналізу та оптимізації терміну виконання. Формування сіткової моделі вимагає від користувача попереднього виявлення досить повного переліку робіт для практичної реалізації проекту та завбачливої схеми фінансування. Модель будь-якого складного об'єкта повинна бути максимально подібною до реальних умов. Інформаційні технології не відмінюють креслення, вони їм надають зовсім іншу якість. Постійне проектування в 3D форматі – основна передумова для наступної оптимізації процесу проектування та поліпшення його якості. В інтегрованій моделі будинку дані вводяться лише один раз, після чого стають доступними всім учасникам в будь-який момент часу. Завдяки цьому проектувальникам реальніше витримувати строки та бюджети на проектування. При традиційному на сьогодні 2D способі роботи для кожної деталі (конструкції) при проектуванні, компонуванні й розрахунку доводиться вводити дані до шести разів.

В залежності від виробничої потужності будівельної компанії, часу перебування на ринку вона, з умов власного досвіду, прогнозує графік виконання робіт. В компаніях такого типу за час існування сформувалися стійкі організаційні риси. Такі будівельні організації покладаються на досвід з попередніх об'єктів при розробці умовного календарного плану будівництва. Кожна бригада виконує роботу з певною продуктивністю, якщо склад бригади постійний – то і відомий, більш-менш, об'єм роботи, який виконується за розрахункову одиницю часу. Знаючи наближені темпи виконання поставленої задачі (зведення нульового циклу, мурування стін з цегли) складають наближений календарний план (з точністю до місяця), на основі цього плану розробляють орієнтовний термін зведення даного об'єкта.

Будівельна організація, отримавши від замовника (проектувальника) робочі креслення і проектно-кошторисну документацію (або і без останньої) визначає на основі отриманої інформації реальний рівень затрат та вартість об'єкта (кошторис підрядника). В процесі ведення будівництва взаєморозрахунки за виконані об'єми робіт проводять за кошторисними нормами, з формуванням «процентовок» (актів приймання виконаних робіт за

формою КБ-2В), накопичувальної відомості за виконаними об'ємами робіт (форма КБ-6), довідки за формою КБ-3.

У той час як виконується планування, а тим більше здійснюється реалізація схваленого варіанта рішення, змінюється і система, для якої він розроблявся, і зовнішнє середовище. Досвід свідчить - врахувати при розробці плану всі такі можливі зміни неможливо. Це зумовлює необхідність постійного корегування плану.

До того ж на виробництві можуть виникнути форс-мажорні ситуації, пов'язані з неналагодженою системою постачання матеріалів (якщо немає місця для складування) чи виходом з ладу основних машин (кранів та ін.). Як показує практика, далеко не завжди матеріальні ресурси надходять на будівельний майданчик у відповідності до заявлених паспортів, сертифікатів, а також у повному обсязі замовлення. Внаслідок реалізації комплектацій з різних споріднених підприємств, з різним ступенем контролю дотримання технологій виробництва, меж допусків і посадок на один і той же виріб виникають ситуації нестикування елементів конструкцій. Існує проблема невідповідності тари нормам транспортування та складування. При таких ситуаціях виникає порушення термінів передбачених календарним планом будівництва. В даній ситуації керівник будівельної організації розглядає можливі об'єкти чи місця використання робітників на час простою і вирішує питання щодо машин. Це все зумовлює непродуктивну трату часу, затрати на передислокацію і, в подальшому, призведе до необхідності надолужувати відставання додаванням персоналу чи додатковою технікою. Крім того, будівельна компанія несе збитки, пов'язані з призупиненням робіт на даному об'єкті, перевезенням робітників на інший об'єкт та організацією робіт на новому об'єкті. Отже, як правило, все це вирішується інтуїтивно, з досвіду, без всестороннього аналізу. Виникає запитання: що може запропонувати технологія інформаційно-графічного супроводу на базі УЦМО для вирішення окреслених проблемних ситуацій?

На основі використання цифрової моделі об'єкта будівництва можливі такі переваги.

- Формування в автоматизованому режимі з ЦМО переліку та обсягів робіт по окремих об'єктах одночасно з передачею даних в ПК для розрахунку кошторисів згідно з ДБН «Будівельні технології – КОШТОРИС».

- Автоматизація формування сіткових моделей будівництва з використанням підходів, характерних для експертних систем (тобто систем з елементами штучного інтелекту).

- Формування ресурсних та витратних характеристик робіт (на підставі нормативної бази, виробничих нормативів користувача або розрахованих згідно з ДБН ПК «Будівельні технології – КОШТОРИС»).
- Формування організаційно-технологічних характеристик робіт (виконавці, склад ланки, машини, оснащення та ін.).
- Розрахунки календарних планів виконання робіт з окремими або зведеними (необмежену кількість об'єктів в плані) моделями з урахуванням факту виконання у порівнянні з планом-еталоном і формуванням на їх основі уточненого плану:
 - 3D відображення об'єктів будівництва на будь-який день календарного плану з вказанням робіт, що мають відставання від плану;
 - визначення завдань на постачання специфікованих і неспецифікованих матеріалів і устаткування зі щоденним моніторингом їх виконання;
 - визначення нарядів на виконання робіт зі щоденним моніторингом факту їх виконання та відповідним перерахуванням календарних планів;
 - побудова графіків фінансування з моніторингом фактичних витрат за об'єктами і фінансових результатів будівництва з урахуванням фактичних і планованих витрат, а також планованих ризиків (інфляція, кредити та ін.);
 - формування актів виконаних робіт (періодичний облік) з експортом факту виконання в ПК «Будівельні технології – КОШТОРИС»;
 - формування форми М-29 «Звіт про списання матеріалів узгоджено з виробничими нормами» з пристосуванням до ПК бухгалтерського обліку «1С» з внесенням фактично витрачених матеріалів в акт виконаних робіт.

**ДОСВІД РОЗРОБКИ УЦМО ТА ПОБУДОВА В
АВТОМАТИЗОВАНОМУ РЕЖИМІ ГРАФІКА ВИКОНАННЯ РОБІТ НА
ПРИКЛАДІ БУДИНКУ № 2 В 7-МУ КВАРТАЛІ МІКРОРАЙОНУ
«ПОДІЛЛЯ» М. ВІННИЦЯ**

Як вже зазначалося, в основу концепції наскрізних ліній проектування покладено побудову повноцінної (віртуальної) архітектурної моделі об'єкта будівництва. Даний етап роботи був вирішений за допомогою можливостей «ArchiCAD» - програми для архітектурно-будівельного 3D проектування (рис. 1). Створюючи ЦМО у вищезазначеному ПК, об'єкт наповнювався необхідними конструктивно-архітектурними елементами. Для кожного з елементів призначались відповідні прив'язки, приналежність до шарів середовища ПК, пріоритет конструкцій, геометричні характеристики та фізичні властивості матеріалів. Всі частини та конструкції були побудовані шляхом використання окремих стандартних бібліотечних елементів «ArchiCAD» з максимально можливим рівнем відповідності об'єкту проектування та спираючись на відомі підходи та рекомендації зі створення ЦМО [3].

Такий підхід дозволив вже на ранніх етапах проектування виявити і усунути більшість проблем, які можуть виникати на пізніших етапах проектування або, що ще гірше – на будівельному майданчику. Крім того, концепція «віртуальної будівлі» [4] гарантує, що всі креслення точно відповідають один одному, оскільки є різними способами відображення однієї і тієї ж моделі, а не окремими не зв'язаними один з одним зображеннями.



Рис. 1. 3D зображення секції будівлі, створеної в «ArchiCAD»

Наступний етап роботи пов'язаний з експортуванням ЦМО, розробленої в ПК «ArchiCAD», до наступного модуля інтегрованої технологічної лінії автоматизованого проектування «КАЛИПСО», який призначений для автоматизованого розрахунку фізичних об'ємів будівельних робіт з прив'язкою до позицій кошторисів [4]. Об'єми і ресурси, розраховані для кожного конструктивного елемента, об'єднуються в однотипні роботи (технологічні процеси) і потім можуть бути подані у вигляді окремих або укрупнених видів робіт локальних кошторисів.

На цьому рівні проводилось корегування деяких характеристик матеріалів, конструкцій та шарів проекту відповідно до стандартних налаштувань модуля «КАЛИПСО» \Leftrightarrow «Конструктор» (затрати часу на ці роботи можуть бути зведені до мінімуму шляхом напрацювання власної бази та особистого налаштування системи). Також встановлювався зв'язок з кошторисною документацією автоматичним шляхом та вручну для конкретних елементів будівлі (так, наприклад, відбувався перехід від загальної площі збірного перекриття до кількості окремих збірних плит з типорозмірами згідно

з проектом).

На цьому етапі розробки проекту в модулі «КАЛИПСО»⇔«Навігатор» є можливість: отримання детальної інформації про елементи будівлі; підрахунку матеріалів, виробів та робіт; візуалізації процесу перевірки, підрахунку, призначення контролю.

Після проведення перевірок, збалансування та прив'язки УЦМО до чинних норм розробка проектної документації продовжувалась за допомогою програми управління будівництвом «Building Manager». Доопрацювання ЦМО в даному ПК дає можливість розробити комплексний календарний план зведення об'єкта [4]. Таким чином, враховуючи реальні ресурси та можливості для будівництва (кількість робочих кадрів, наявний парк машин та механізмів, сировинна база та особливості постачання), в автоматичному режимі розробляється та надалі оптимізується графік виконання робіт (рис. 2).

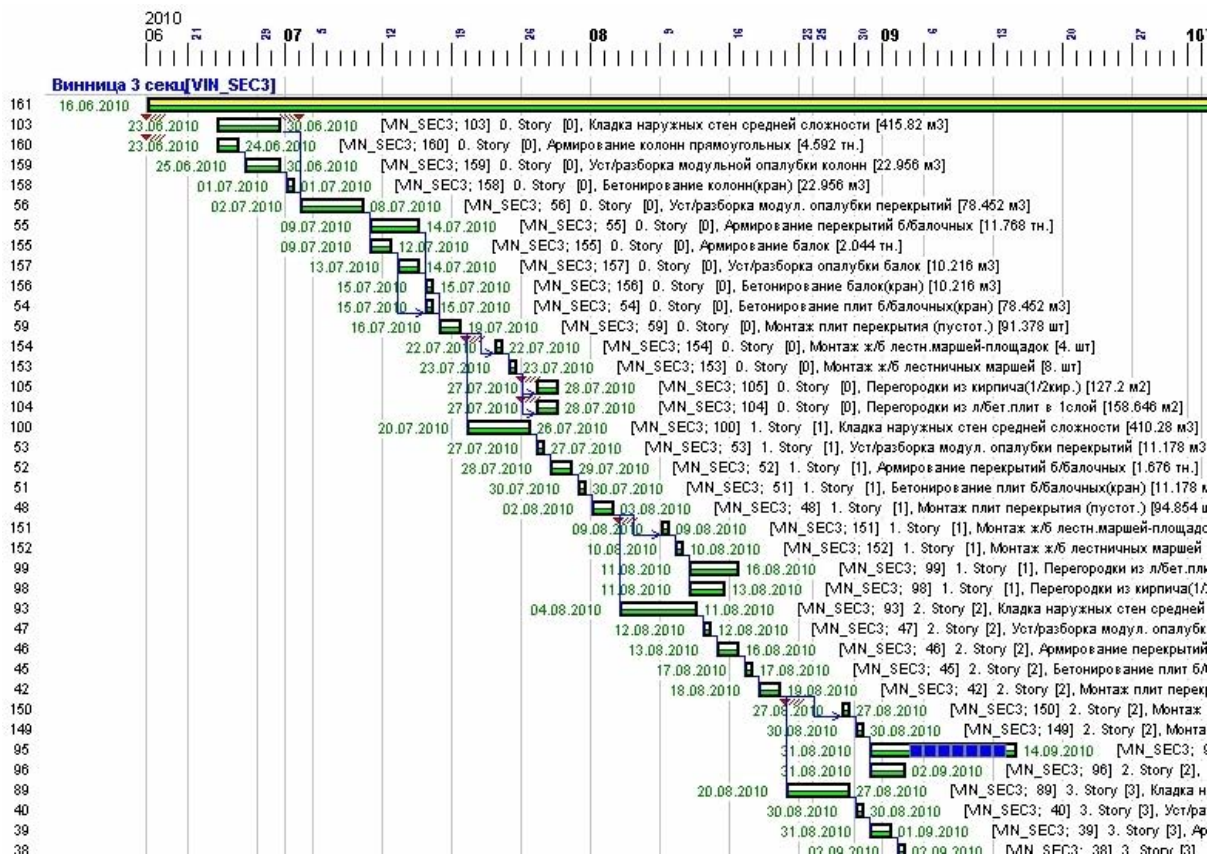


Рис. 2. Графік виконання робіт, побудований в автоматизованому режимі за допомогою «Building Manager»

Отриманий графік збалансований за тривалістю будівництва, плавністю руху кадрів, роботою кранів. Відповідно до схваленого графіка будівництва є можливим отримання: графіка руху робітників (рис. 3), графіка потреби в машинах і механізмах, графіка фінансування та постачання матеріалів, відомостей та характеристик робіт.

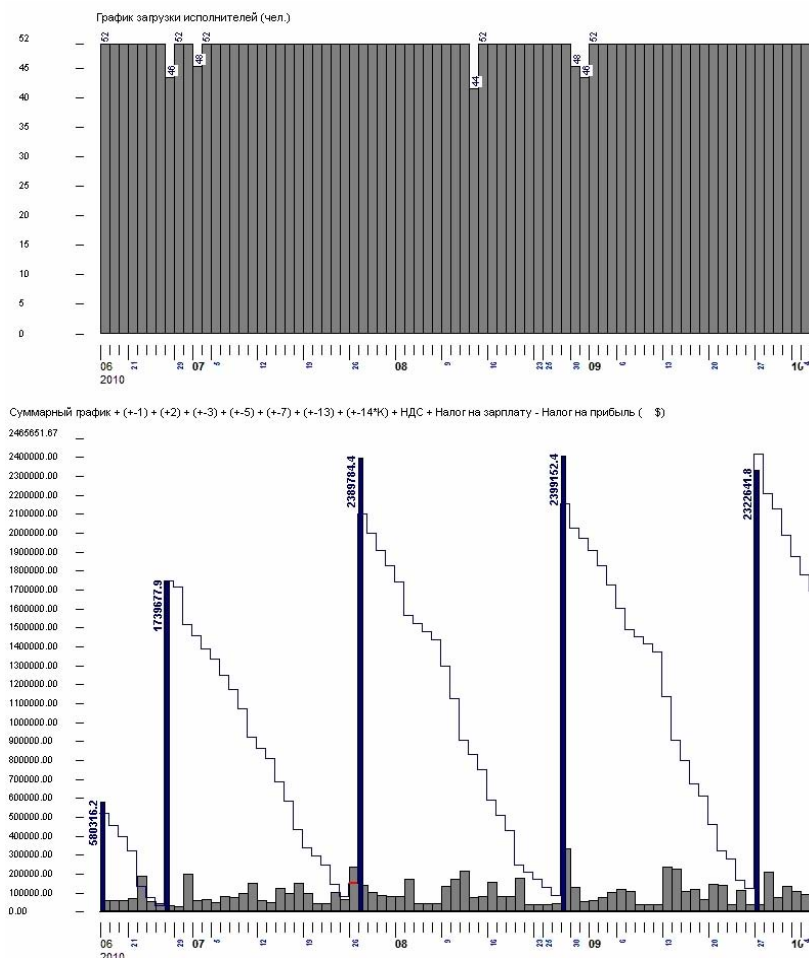


Рис. 3. Графік руху робочих кадрів та фінансування, побудований в автоматизованому режимі в середовищі ПК «Building Manager»

Крім цього, за допомогою можливостей «Building Manager» можна сформувати календарний графік фінансування за окремими видами робіт; оперативно (щоденно) вводити факт виконання об'ємів робіт, постачання матеріалів, фінансування з автоматичним перерахунком плану; виконати експорт-імпорт даних в задачах бухгалтерського обліку; отримати 3D-візуалізацію календарного плану.

При розрахунку основним розподільчим ресурсом є потужність виконавців. Інші характеристики робіт у порівнянні з можливостями будівельної організації та зовнішніми чинниками відіграють роль відповідних обмежень.

ВИСНОВОК

Інформаційно-графічний супровід будівельних об'єктів, який ґрунтується на уніфікованій цифровій моделі об'єкта, виступає рушійною силою оптимізації процесу проектування. Такий підхід дозволить зменшити час та матеріальні затрати на розробку проектної документації в комплексі з розробкою проекту організації будівництва за допомогою технологічних ліній інтегрованого

проектування. Середовище УЦМО створює умови для роботи проєктувальників з єдиною параметричною моделлю, що є відображенням майбутнього натурного об'єкта, а програми управління будівництвом моделюють роботу виконавця БМР на будівельному майданчику. Іншими словами, програма, враховуючи планове виконання робіт до поточного дня, умови відкриття фронту робіт відповідно до сіткової моделі, аналізуючи можливості матеріально-технічного забезпечення будівельного процесу, формує в автоматизованому режимі щоденний план будівництва.

Дане формування переліку робіт і об'ємів за допомогою ПК «Building Manager» чи «TS-pros» складає 15 хв., формування календарного графіка 10-30 хв. Завдяки оперативності моніторингу ситуації на виробництві не буде простою, програма оперативно запропонує рішення з раціонального використання потенціалу наявних трудових ресурсів.

Такі можливості сучасних ПК формують новий погляд на весь процес та якісні характеристики проєктування. Принципи застосування УЦМО закладають передумови для реорганізації будівельного комплексу, реалізації державної програми будівництва соціально доступного житла без зниження рентабельності виробництва.

Література

1. Лабунець О.В. Оцінка ефективності застосування інформаційних технологій у будівельних організаціях / Лабунець О. В. // Будівництво України. – 2006. - № 1.
2. Андрухов В.М. Інноваційна технологія комп'ютерного проєктування, доку-ментування та управління проєктами об'єктів будівництва / Андрухов В.М., Мартинова Л.В. // Бетон и железобетон в Украине. - 2010. - № 4.- С. 29-34.
3. Матвійчук В.В. Особливості створення цифрових моделей будівельних об'єктів для автоматизації виконання проєктних робіт / Матвійчук В. В., Міщенко Д. В. // Матеріали науково-технічної конференції (2010р.). – Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2010.
4. Андрухов В. М. Наскрізні автоматизовані технології в проєктуванні багатопверхових житлових будівель / Андрухов В.М., Матвійчук В.В., Колесник А.О. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2010. - № 2. - С. 104-109.
5. Яременко Д.С. Автоматизация строительных предприятий с применением технологий «Building Manager» / Яременко Д. С. // Рынок строительный. – К. : - 2002. - № 1(40).

6. Солдатенко В.В. Загальносвітові тенденції руху підприємницького капіталу / Солдатенко В. В. // Будівництво України. – 2006. - № 5.
7. Городецький О.С. Засоби підтримки процесу проектування будівель і споруд з використанням уніфікованої цифрової моделі об'єкта / Городецький О. С., Бородавка Є. В. // Будівництво України. – 2007. - № 4. - С. 36-39.
8. Барабаш М.С. Організація технології інтеграції систем автоматизованого проектування на базі КАЛІПСО / Барабаш М.С., Терещенко А.В. // Будівництво України. – 2007. - № 4. - С. 40-43.
9. ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва»

Аннотація

В статті приведено аналіз стану справ в будівельній галузі держави, розглянуті перспективи можливих позитивних змін на основі впровадження скрізних інформаційних технологій, починаючи з етапу розробки проектно-документаційної роботи і до етапу організації та управління будівельним об'єктом. Проаналізовані сучасні підходи до автоматизації виконання проектних робіт. На основі досвіду розробки цифрової моделі житлового будинку в м. Вінниця за допомогою автоматизації ПК «Building Manager» сформовано збалансований календарний графік будівництва. На основі результатів виконаної роботи, висловлено думку про доцільність використання прогресивних технологій скрізного автоматизованого проектування в контексті підвищення якості проектування та управління будівельним процесом. - Ил. 4. – Библиогр. :9 названий.

Annotation

The article shows the state of affairs in the construction industry of the state, the prospects of possible positive change through the introduction of cross-cutting information technology, starting with the design documentation and pre-organization and management of construction process. Analyzed the current approaches to automate the design work. Based on experience in developing a digital model of a residential building in Vinnitsa, automation tools, CP «Building Manager» create a balanced schedule of construction. Based on the results of the work, suggested the feasibility of using advanced technologies through-aided design in the context of improving the quality of design and construction management .- Il. 3. - Bibliogr.: 9