

8. Мацулевич О.Є., Вершков О.О. Вдосконалення методики контролю якості розробки управляючої програми із застосуванням симулятора роботи токарного верстата з ЧПУ. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: Наукове фахове видання / ТДАТУ; Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24, том. 2 (DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2-12).

9. Мацулевич О.Є., Вершков О.О., Михайленко О.Ю., Тетервак І.Р. Комп'ютерне моделювання функціональних поверхонь індивідуальних вітрогенераторних станцій малої та середньої потужності. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*: Наукове фахове видання / ТДАТУ; Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24, том. 3.

УДК 514.18

КОМП'ЮТЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЄКТУВАННЯ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Мацулевич О.Є., к.т.н.

e-mail: oleksandr.matsulevych@tsatu.edu.ua

Вершков О.О., к.т.н.

e-mail: oleksandr.vershkov@tsatu.edu.ua

Супрун М.В., асистент

e-mail: maksym.suprun@tsatu.edu.ua

Сидоренко І.О., здобувач вищої освіти

e-mail: sidorvania1223@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет Імені Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Застосування комплексної системи автоматизованого проектування (САПР) реконструкції сучасних підприємств неможливе без врахування питань блискавкозахисту будівель та споруд.

Сьогодні спостерігаються тенденції активного переходу до тривимірного моделювання та відповідної параметризації в машинобудівних САПР.

Результат діяльності, що підлягає автоматизації, – це переважно кресленики для будівельно-монтажних робіт. При цьому вкрай обмежені можливості наскрізного використання електронного проекту – аж до виготовлення виробів та підтримки їхнього життєвого циклу, наприклад, у машинобудуванні та електроніці. У даному випадку необґрунтованість прагнення до тривимірних моделей відзначається в багатьох джерелах.

Наприклад, фірма Autodesk та її партнери намагаються розробити систему оптимізації конструкції будівлі з інтергальним поєднанням тривимірного моделювання та систем підготовки та випуску звичайної «паперової» документації, яка досі, в основному, потрібна замовникам.

Для проектувальників дуже важливо, як все це позначається на вартості оснащення робочого місця. Простий розрахунок показує, що для оснащення 100 робочих місць (середня за нинішніми часами проектна організація) тільки мінімально необхідними програмними продуктами і тільки під AutoCAD потрібно не менше 1 700 тис. дол., тобто близько 17 тис. дол. одне робоче місце».

На наш погляд, застосування програмного забезпечення Autodesk Inventor дозволить вирішити поставлене завдання.

Придбання ліцензійного забезпечення Autodesk Inventor обійдеться, наразі, споживачу біля 4,5 тис дол. за одне робоче місце. Для порівняння, при створенні

власного двовимірного ядра для виконання більшості завдань машинобудівного проектування потребується 100 людино-років і витрати більш ніж 2 450 тис. дол., тобто близько 13,5 тис. дол. одне робоче місце.

Двовимірне ядро, яке застосовіється у Autodesk Inventor, на порядок менш вимогливе до ресурсів комп'ютера і на два порядки простіше у плані модифікації та розвитку. Не випадковим видається і той факт, що до кількості проданих ліцензій Autodesk Inventor втричі вища, ніж Autodesk AutoCAD і що багатьом замовникам, в силу їхніх виробничих завдань, 3D-моделювання поки що просто не потрібне.

Основні матеріали дослідження. Більшість проектної документації на ті підприємства, які побудовані до певного (зовсім недавнього) часу, існує лише у паперовій формі. Більшість проектів виконуються «поверх» колишніх креслеників, зі зміною однієї частини та збереженням іншої. Оскільки колишні кресленики зберігаються в архівах у паперовому вигляді, САПР реконструкції має забезпечувати роботу з сканованими креслениками одночасно з векторною частиною. А растрова графіка принципово відрізняється своєю двовірністю та неможливістю параметризації.

Відомо, що САПР забезпечують абсолютно різні ступені автоматизації у разі створення нового проекту та у разі зміни існуючого. Навіть для машинобудування в 2000 році ситуація характеризувалася так: «Вивчення та узагальнення досвіду роботи конструкторських підрозділів ряду промислових підприємств дозволяє зробити висновок про те, які проектні процедури є найбільш трудомісткими і відповідно до автоматизації в першу чергу. За нашими оцінками, до 80% робочого часу конструктора йде на модифікацію раніше розроблених проектних рішень, і лише 10-15% часу витрачається на розробку оригінальних деталей і вузлів... Тому, незважаючи на колосальний приріст продуктивності праці, що забезпечується, параметричні САПР поки не отримали належного поширення у промисловості».

Реконструкція характеризується малим обсягом кожного проекту при великому розмаїтті марок креслень, що входять до нього. Варіанти марок ТХ, ТК, ГСН, ГТ, ДП, АР, КЗ. КМ, КД, ОВ, ВК, НВК, ТЗ, ЕМ, ЕО, ЕН, ЕС системи проектної документації для будівництва (СПДЗ) зустрічаються в одному проекті в кількості кількох штук. За виконання проектів силами проектного підрозділу підприємства кожному робочому місці розробляються кресленики кількох марок і потрібні відповідні САПР.

У креслениках різних марок є такі загальні частини, як будівельна підоснова чи технологічна схема. Вони повинні передаватися від одного проектувальника до іншого та допускати доопрацювання на різних робочих місцях. Відомо, що експорт даних з інших систем пов'язаний із труднощами, тому в будь-якому разі повної точності досягти не вдається. Оптимальним рішенням тут є використання спільного ядра на робочих місцях, що обмінюються креслениками. У Autodesk Inventor такий підхід реалізований повністю, оскільки система включає загальний набір операцій креслення плюс спеціалізовані проблемно-орієнтовані розширення:

- підготовка схем автоматизації технологічних процесів;
- генерація креслеників будівельної підоснови у плані (поверх, фундамент, покриття/перекриття) та в розрізі;
- компоновання обладнання в плані та в розрізі у виробничих приміщеннях та на зовнішніх установках з автоматичним контролем відстаней від габаритів обладнання до стін, колон, іншого обладнання;
- підготовка аксонометричних схем трубопровідних систем (АСТС);

- підготовка специфікацій до АСТС за промисловими каталогами на тиск до 10 МПа та до 250 МПа;
- генерація креслеників трубопроводів, опор та перерізів, зображень теплоізоляції, позначень трубопроводів та арматури з вибором у каталогах; автоматизована прив'язка арматури до трубопроводів;
- генерація креслеників вузлів зварних з'єднань деталей газопроводів, паропроводів та трубопроводів високого тиску;
- підготовка робочих креслеників елементів обладнання та трубопроводів;
- генерація креслеників вузлів будівельних конструкцій;
- розробка креслеників профілів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації;
- специфікація в креслениках опалення, вентиляції та кондиціювання, внутрішніх та зовнішніх мереж водопостачання та каналізації, теплопостачання на основі електронних каталогів, включаючи підготовку таблиць колодязів та дощеприймачів;
- проектування блискавкозахисту будівель та споруд та ведення креслеників технологічних схем у складі регламентів виробництва.

За виконання проектів реконструкції силами підрозділи його власного, зазвичай нечисленного, проектного підприємства співробітники немає можливості спеціалізуватися на вузьких частинах проекту. Тому бажано, щоб системи проектування, що використовуються ними, були прості в освоєнні і вимагали мінімального обсягу налаштувань. Ці вимоги виконуються за умови налаштування системи на підтримку вітчизняних систем стандартів. Для цього не потрібні ні програмні надбудови, ні створення спеціальних бібліотек символів, ліній та ін.

У Autodesk Inventor, для створення проблемно-орієнтованих розширень, використовується модульна технологія реалізації спеціалізованих розширень та параметризація окремих тривимірних завдань, яка заснована на зберіганні всіх параметрів частини проекту, що автоматизується, в одному елементі кресленику – модулі, з генерацією зображення за цими параметрами. При цьому спеціальні структури зберігання параметрів дозволяють забезпечити високий рівень автоматизації робіт. Частини кресленика, що виділяються в модуль, характеризуються сильними внутрішніми зв'язками, які відображаються в параметричному поданні у формі, близькій до реляційних баз даних. У той самий час проектувальник працює у звичному йому графічному інтерфейсі, вибираючи елементи у кресленику, рухаючи їх і т.д. Окремі спеціалізовані розширення САПР, у яких автоматизація робіт значно підвищується під час використання тривимірних уявлень об'єктів проектування, вимагають відповідних тривимірних моделей. Зокрема, такі уявлення корисні в аксонометричних схемах трубопроводних систем, при побудові розрізів будівельної підоснови, у проектах блискавкозахисту будівель та споруд. Але результатом робіт тут теж залишаються кресленики, хоча їх створення потрібно задавати третю координату. Універсальне тривимірне геометричне ядро при цьому не потрібне - у кожному випадку приймаються спеціальні рішення, обмежені потребами конкретного завдання.

Пропонуємо варіант розрахунку блискавкозахисту звичайного об'єкта за стандартом Міжнародної електротехнічної комісії ІЕС 1024 в версії Autodesk Inventor, що описується, не реалізований у зв'язку з орієнтацією на хімічні виробництва.

Вибір типу зони захисту тепер здійснюється в меню із п'яти варіантів (рис. 1).

В ході інтерактивного переміщення блискавкоприймачів курсором миші їх зони захисту можуть зливатися, і при виборі розрахунку зона захисту пари блискавкоприймачів різної висоти вже не розраховується – у цьому випадку програма дає повідомлення. В іншому проєктування блискавкозахисту не відрізняється від описаного раніше. Автоматично генеруються: один вид зверху, нуль або більше вертикальних перерізів із розмірами та текстами, таблиця розрахунку.

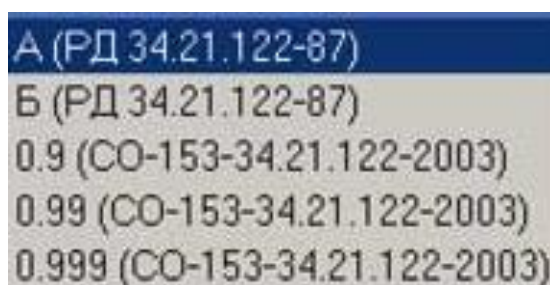


Рис. 1. Вибір типу зони захисту

При проєктуванні розміщення блискавкоприймачів, при переміщенні, за допомогою миші, одного з них синхронно перекреслюються всі горизонтальні та вертикальні перерізи зон захисту, числові значення у розмірах радіусів зон захисту та у розмірі відстані між осями блискавкоприймачів. Такий ступінь автоматизації досягається за рахунок модульної технології реалізації розширень з урахуванням висоти блискавкоприймачів.

Висновки. Насамперед проєктувальників турбують такі погрози інформації в САПР, як псування та втрата електронних документів (файлів із кресленнями), оскільки це призводить до необхідності повторно виконувати вже зроблену роботу. При експлуатації САПР можна назвати шість типів загроз, які у практиці і із якими можна боротися програмними засобами самої САПР.

- випадкове видалення, зміна елементів кресленника, наприклад, якщо натиснута клавіша чи кнопка;
- втрати результатів роботи з часу останнього збереження кресленника на диск внаслідок відмов мережі електропостачання, вузлів комп'ютера, операційної системи та самої САПР;
- випадкова заміна креслентка іншим з тим самим ім'ям файлу. Річ у тім, що з ідентифікації креслеників проєктувальники найчастіше використовують номер проєктованого корпусу. При цьому монтажний кресленик трубопроводу і схема автоматизації, створені на різних робочих місцях, можуть мати одне і те ж ім'я файлу. Під час передачі креслеників між робочими місцями виникає загроза ненавмисної заміни кресленника;
- сумніви у цілісності кресленника, що виникають за відсутності системи відповідального електронного архівування (зберігання) файлів креслеників. Кресленики можуть змінитися внаслідок необережних дій під час їх перегляду чи друку, під час використання їх як заготовки до створення іншого кресленника;
- зниження якості кресленника через наявність у ньому геометричних елементів, що повністю збігаються один з одним (накладених);
- неповна інформація про внесені до кресленника зміни при послідовному його доопрацюванні на різних робочих місцях або при багатосеансовому доопрацюванні на одному робочому місці.

У комплексній САПР, де у спеціалізованих розширеннях тривалий час ведеться робота з модифікації параметричних уявлень, відсутніх у самому кресленні, виникає у автозбереженні цих параметричних уявлень. Це відноситься до комплектів параметрів аксонометричних схем, профілів зовнішніх мереж, проекту блискавкозахисту, будівельної підоснови, табличних модулів, що специфікують. Під час роботи в розширеннях саме креслення використовується як сховище тимчасових робочих елементів, і створювати його копію досить важко. Тому в момент переходу від роботи безпосередньо з креслениками до роботи з параметричним поданням у спеціалізованому розширенні незалежно від встановленого періоду автозбереження створюється дискова копія поточного стану креслення. Автозбереження поточного комплекту параметрів здійснюється за встановленим періодом. У разі аварійного завершення роботи з комплектом параметрів під час наступного запуску програми буде запропоновано відновити як автоматично збережений кресленик, так і автоматично збережений комплект параметрів.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд / *Державні Будівельні Норми України* 2008
2. Войтюк Ю.П., Писаренко Д.Г. Монтаж пристроїв блискавкозахисту будівель та споруд : *навчальний посібник* / – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 94 с.
3. Alrefo, I.F., Rawashdeh, M.O., Matsulevych, O., Vershkov O., Halko, S., Suprun, O. Designing the functional surfaces of camshaft cams of internal combustion engines. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2024, (3), pp 72–78.
4. Alrefo, I.F., Matsulevych, O., Vershkov, O., Halko, S., Suprun, O., Miroshnyk, O. Designing the working surfaces of rotary planetary mechanisms. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2023, 4, 101 p. 82-88.
5. Мацулевич О.Є. Застосування спеціалізованої PLM-системи Technologi CS при розробці автоматизованої системи ведення конструкторсько-технологічних баз даних підприємства сільськогосподарського машинобудування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: Наукове фахове видання* / ТДАТУ; Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24, том. 1.
6. Паляничка Н.О., Вершков О.О., Антонова Г.В. Аналіз новітніх пристроїв для гомогенізації. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь: ТДАТУ, 2017. Вип. 17, т. 3. С. 194-200.
7. Мацулевич О.Є., Гавриленко Є.А., Мірошніченко М.Ю., Гешева Г.В. Набуття навичок комп'ютерної обробки аудіо сигналів з використанням програмного забезпечення Adobe Audition. *Розвиток сучасної науки та освіти : матеріали IV Міжнародної наук.-практ. Інтернет-конф.* (Запоріжжя, 29-31 травня 2023 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2023. С. 80-86.
8. Вершков О.О., Мацулевич О.Є., Дереза О.О. Загальні налаштування системи MASTERCAM для виконання завдань з розробки управляючих програм токарної обробки валів. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації : матеріали V Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф.* (м. Запоріжжя, 29-31 травня 2024 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. С. 100-105.