

УДК 658.5.011.56

В. І. ШЕХОВЦОВА, канд. пед. наук, доц., УПА, Харків

ПРОБЛЕМА ВИБОРУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗАСОБУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Приведена градація систем автоматизованого проектування та особливості кожного рівня. Представлена класифікація критеріїв щодо вибору засобу автоматизованого проектування при розробці САПР, приведені основні характеристики кожного критерія та їх ознаки. Визначені головні підходи до вирішення проблеми вибору засобу автоматизованого проектування.

Ключові слова: проектне середовище, життєвий цикл, функціональність, ефективність, реалізованість.

© В. І. ШЕХОВЦОВА, 2014

Вступ. Актуальним питанням сьогодення стає інтеграція широкого спектру можливостей засобів автоматизованого проектування (ЗАП), що дозволяє автоматизувати не окремі елементи, а весь процес проектування, конструювання та виробництва. Акцент робиться на зростання потужності та ефективності окремих фаз проектування з використанням методів генетичних алгоритмів, нейронних мереж та систем баз даних. Зростання функціональності САПР з одночасним ускладненням низки функцій привело до проблеми вибору оптимального засобу автоматизації з урахуванням людського фактору та інтерфейсу користувача [1].

Оскільки об'єкти автоматизації відрізняються за своїм розміром, ЗАП також мають бути різними. На ринку CAD/CAM/CAE систем існує велика різноманітність пропозицій, що відрізняються вартістю, функціональністю, ступеню охоплення проектно-технологічної та виробничої сфер підприємства. Отже, в [2] запропонована така градація систем:

1) Креслено – орієнтовані системи. До них відносяться AutoCad, ArchiCad, GraphicsCad, IsiCad, CadKey, тощо.

2) Системи середнього рівня, що вимагають ПК високого класу зі спеціальним графічним оснащенням, або молодші моделі робочих станцій, чи PISE-процесори. Такі системи дозволяють створювати електронну модель об'єкта в 3D просторі, та вирішувати задачі моделювання майже до моменту його виготовлення (Mechanical Desktop (Autodesk), PTI Modeler (Parametric Technology), Personal Designer (ComputerVision)).

3) Системи старшого рівня. Зазвичай працюють на робочих станціях чи графічних серверах RISC/UNIX/NT Windows. Підтримують повний електронний опис об'єкту, тобто розробку і підтримку електронної інформаційної моделі протягом усього життєвого циклу об'єкта. До них відносяться I/EMS (Intergraph), CATIA(IBM), Pro/Engineer (Parametric Technology), CADD5 (Computer Vision), Euclid, тощо.

Ціль роботи: розібратися в усьому різноманітті засобів автоматизованого проектування (ЗАП) та обрати саме той, який задовольнить всім вимогам розробника – складна задача, що потребує систематизації знань щодо пропозицій ринку та вимог користувача. Метою даної статті є класифікація критеріїв вибору ЗАП.

Результати дослідження. Для вибору ЗАП можна застосовувати різні шкали оцінки, які відповідають широкому спектру критеріїв. Такими шкалами можуть бути:

- числові шкали в широкому діапазоні значень, наприклад, обсяг потрібної пам'яті;
- числові шкали в обмеженому діапазоні значень, наприклад, зручність опанування, яка може оцінюватись в балах від 1 до 5;
- двійкові шкали (істина/кривда, так/ні), наприклад, спроможність генерації документації в форматі Postscript;
- шкали, які можуть приймати одне чи більше із кінцевої множини значень [3].

Отже, при оцінці і виборі засобів автоматизації найзначущими є такі

критерії, що приведені на рис. 1.

Після обрання, кожний критерій треба пристосувати з урахуванням особливостей конкретного процесу [4]. У більшості випадків тільки деякі із усієї множини критеріїв стають придатними для застосування, при цьому також додаються додаткові критерії. Вибір та уточнення набору критеріїв для



Рис. 1 – Структурований перелік критеріїв

застосування – критичне питання в процесі оцінки і/чи вибору засобів автоматизації. Розглянемо кожний з критеріїв детальніше.

Функціональні характеристики призначені для визначення функціональних характеристик ЗАП та поділяються на групи та підгрупи.

1. Середовище функціонування:

Проектне середовище: підтримка процесів життєвого циклу – визначає набір процесів ЖЦ, які підтримують ЗАП, а саме аналіз вимог, проектування, реалізація, тестування та оцінка, супровід, забезпечення якості, управління конфігурацією та управління проектом; **область застосування** – прикладами є системи обробки транзакцій, системи реального часу, інформаційні системи і т.д.; **розмір додатків, що підтримуються** – визначає обмеження на такі показники, як кількість рядків коду, рівнів вкладеності, розмір бази даних, кількість елементів даних, кількість об'єктів конфігураційного керування.

ПЗ/технічні засоби: необхідні технічні засоби – обладнання, що необхідне для функціонування ЗАП (тип процесора, обсяг оперативної і дискової пам'яті, тощо); **технічні засоби, що підтримуються** – елементи обладнання, які можуть використовуватись ЗАП, наприклад, пристрої вводу/виведення; **потрібне ПЗ** – операційні системи і графічні оболонки; **ПЗ, що підтримується** – програмні продукти, які можуть бути застосовані в автоматизованому проектуванні.

Технологічне середовище: відповідність стандартам технологічного середовища – такі стандарти стосуються мови, бази даних, репозиторію, комунікацій, графічного інтерфейсу користувача, документації, проекту, управління конфігурацією, безпеки, стандартів обміну інформацією та інтеграції за даними, за керуванням та за інтерфейсом користувача; **сумісність з іншими засобами** – спроможність до взаємодії з іншими засобами та безпосередній обмін даними. Можливість перетворення репозиторія чи його частини в стандартний формат для обробки іншими засобами; **методологія** – набір методів і методик, що підтримується ЗАП (структурний чи об'єктно-орієнтований аналіз і

проектування); мови: програмування, баз даних та запитів, графічні, специфікації проектних вимог та інтерфейси ОС [5].

2. Функції, які орієнтовані на фази життєвого циклу:

Моделювання. За цими критеріями визначають спроможність виконання функцій, що необхідні для специфікації вимог до ПЗ та перетворенню їх в проект: побудова діаграм – можливість створення та редагування діаграм різних типів за потребою користувача; графічний аналіз – можливість аналізу графічних об'єктів, а також зберігання і подання проектної інформації в графічному вигляді. У більшості випадків графічні аналізатори інтегровані із засобами побудови діаграм; увід і редагування специфікацій вимог і проектних специфікацій – до специфікацій такого роду відносяться опис функцій, даних, інтерфейсів, структури, якості, продуктивності, технічних засобів, середовища, витрат і графіків; мова специфікації вимог і проектних специфікацій – можливість імпорту, експорту і редагування специфікацій з використанням формальної мови; моделювання даних – можливість введення і редагування інформації, що описує елементи даних системи та їх відношення; моделювання процесів – можливість введення і редагування інформації, що описує процеси системи та їх відношення; проектування архітектури ПЗ – проектування логічної структури ПЗ – структури модулів, інтерфейсів та інш.; *імітаційне моделювання* – можливість динамічного моделювання різних аспектів функціонування системи на основі специфікацій вимог і/або проектних специфікацій, включаючи зовнішній інтерфейс і продуктивність (наприклад, час відгуку, коефіцієнт використання ресурсів і пропускну здатність); *прототипування* – можливість проектування та генерації попереднього варіанта всієї системи чи її окремих компонент на основі специфікацій вимог і/або проектних специфікацій; *генерація екранних форм* – можливість генерації екранних форм на основі специфікацій вимог і/або проектних специфікацій; *можливість відстеження* – можливість наскрізного аналізу функціонування системи від специфікації вимог до кінцевих результатів. Пряме відстеження (перевірка обліку всіх вимог) та зворотне відстеження (пошук проектних рішень, що не пов'язані з жодними зовнішніми вимогами); *синтаксичний і семантичний контроль проектних специфікацій* – контроль синтаксису діаграм і типів їх елементів, контроль декомпозиції функцій, перевірка специфікацій на повноту і несуперечливість; *інші види аналізу* – конкретні додаткові види аналізу можуть включати алгоритми, потоки даних, нормалізацію даних, використання даних, інтерфейс користувача; *автоматизоване проектування звітів* [6].

Реалізація: стосується функцій, що пов'язані із створенням виконуючих елементів системи (програмних кодів) або модифікацією існуючої системи. Такі критерії залежать від конкретних мов та включають наступне: синтаксично кероване редагування – можливість вводу і редагування початкових кодів на одній чи декількох мовах з одночасним синтаксичним контролем; генерація коду – можливість генерації кодів на одній чи декількох мовах на основі проектних специфікацій. Типи генерованого коду можуть містити звичайний програмний код, схему бази даних, запити, екрани/меню; компіляція коду; конвертування початкового коду – можливість перетворення коду із однієї мови в іншу; аналіз

надійності – можливість кількісно оцінювати параметри надійності ПЗ, такі, як кількість помилок та інші; реверсний інжиніринг – можливість аналізу існуючих початкових кодів і формування на їх основі проектних специфікацій; реструктуризація початкового коду – можливість модифікації формату і/або структури існуючого початкового коду; аналіз початкового коду – наприклад, визначення розміру коду, обчислення показників складності, генерація перехресних посилань і перевірка на відповідність стандартам; відлагодження – типові функції відладки – трасування програм, визначення вузьких місць та найчастіше застосованих фрагментів коду і т.д.

Тестування: опис тестів – типові можливості містять генерацію тестових даних, алгоритмів тестування, потрібних результатів і т.д.; *фіксація і повторення дій оператора* – можливість фіксувати дані, що вводяться оператором за допомогою клавіатури, миші і т.д., редагувати їх та відтворювати в тестових прикладах; *автоматичний запуск тестових прикладів; регресійне тестування* – можливість повтору і модифікації раніше виконаних тестів для визначення відмінностей в системі і/або середовищі; *автоматизований аналіз результатів тестування* – типові можливості мають порівнювати очікувані та реальні результати, порівняння файлів, статистичний аналіз результатів та інш.; *аналіз тестового покриття* – оснащеність засобами контролю вихідного коду і аналіз тестового покриття; *аналіз продуктивності* – можливість аналізу продуктивності програм. Аналізовані параметри продуктивності можуть включати використання центрального процесора, пам'яті, звернення до певних елементів даних і/або сегментів коду, часові характеристики і т. д.; *аналіз виключних ситуацій в процесі тестування; динамічне моделювання середовища* – зокрема, можливість автоматично генерувати вхідні дані системи, що моделюються.

3. Загальні функції - охоплюють всю сукупність фаз ЖЦ проекту. Підтримка всіх цих функцій здійснюється через репозиторій.

Документування: *редагування текстів і графіків* – можливість вводити та редагувати дані в текстовому і графічному форматах; *редагування за допомогою форм* – можливість підтримувати форми, які визначить користувач, вводити і редагувати дані у відповідності до форм; *можливості видавничих систем; підтримка функцій і форматів гіпертексту; відповідність стандартам документування; автоматичне отримання даних із репозиторія і генерація документації по специфікаціям користувача;*

Управління конфігурацією: *контроль доступу і змін* – можливість контролю доступу на фізичному рівні до елементів даних і контролю змін. Контроль доступу включає можливість визначення прав доступу до компонент, а також отримання елементів даних для модифікації, блокування доступу до них під час модифікації і повернення назад у репозиторій; *відстеження модифікацій* – фіксація та ведення журналу всіх модифікацій, що внесені в систему в процесі розробки чи супроводження; *управління версіями* – ведення і контроль даних щодо версій системи та всіх її колективно застосованих компонент; *облік стану об'єктів конфігураційного управління* – можливість одержання звітів про всі послідовні версії, зміст і стан різних об'єктів конфігураційного управління; *генерація версій і модифікацій* – підтримка опису користувача послідовності дій,

що потрібні для формування версій і модифікацій, та автоматичне їх виконання; *архівування* – можливість автоматичного архівування елементів даних для наступного використання.

Управління проектом: *управління роботами і ресурсами* – контроль та управління процесом проектування інформаційної системи в термінах структури завдань і призначення виконавців, послідовності їх виконання, завершеності окремих етапів проектування і проекту в цілому. Можливість підтримки планових даних, фактичних даних та їх аналізу. Типові дані містять графіки, комп'ютерні ресурси, розподіл персоналу, бюджет і т.д.; *оцінка* – можливість оцінювати витрати, графік та інші проектні параметри, що вводяться користувачами; *управління процедурою тестування* – підтримка управління процедурами і програмою тестування, наприклад, управління розкладом запланованих процедур, фіксація і запис результатів тестування, генерація звітів і т.д.; *управління якістю* – увід відповідних даних, їх аналіз і генерація звітів.

Надійність: *адміністрування репозиторію* – контроль і забезпечення цілісності проектних даних; *автоматичне резервування*; *безпека* – захист від несанкціонованого доступу; *обробка помилок* – виявлення помилок в роботі системи, сповіщення користувача, коректне завершення роботи чи зберігання стану до моменту переривання; *аналіз відмов в критичних додатках* [7].

Простота використання: *зручність інтерфейсу користувача* – зручність розташування і подання тих елементів екрану, що найчастіше використовуються, способів вводу даних та інш.; *локалізація* (у відповідності до вимог діючого законодавства); *простота опанування* – трудові та часові витрати; *адаптованість* до конкретних вимог користувача – до різних шрифтів, режимів текстового і графічного подання, різних форматів дати, способам вводу/виводу, змінам в методології та інш.; *якість документації* (повнота, зрозумілість, зручність читання, корисність та інш.); *доступність та якість навчальних матеріалів* – вони можуть включати електронні навчальні матеріали, навчальні посібники, курси; *вимоги до рівня знань* – кваліфікація та досвід, що необхідні для ефективного використання ЗАП; *простота роботи із ЗАП*; *уніфікованість інтерфейсу користувача*; *онлайнві підказки*; *якість діагностики*; *допустимий час реакції на дії користувача*; *простота установки і оновлення версій*.

Ефективність: *вимоги до технічних засобів* – вимоги до оптимального розміру зовнішньої та оперативної пам'яті, типу і продуктивності процесора; *ефективність робочого навантаження* – ефективність виконання ЗАП своїх функцій в залежності від інтенсивності роботи користувача; *продуктивність* – час, що витрачається ЗАП для виконання конкретних задач [8]. У деяких випадках дані оцінки продуктивності можна одержати із зовнішніх джерел.

Супроводжуваність: *рівень підтримки з боку постачальника*; *трасованість оновлень*; *сумісність оновлень*; *супроводжуваність кінцевого продукту* (простота внесення змін в ПЗ та документацію).

Переносимість: *сумісність з версіями ОС*; *переносимість даних між різними версіями ЗАП*; *відповідність стандартам переносимості*. Такі стандарти містять документацію, комунікації і інтерфейс користувача, віконний йнтерфейс, мови програмування, мови запитів та інш.

Загальні критерії - загальні за своєю природою та не належать до сукупності показників якості, що приводяться в стандарті ISO/IEC 9126: 1991. Включають вартість придбання, встановлення, початкового супроводу та навчання. Слід враховувати ціну для всіх необхідних конфігурацій; оціночний ефект від впровадження ЗАП. Така оцінка може вимагати економічного аналізу; профіль дистриб'ютора - включає розмір його організації, стаж в бізнесі, фінансове положення, список будь-яких додаткових продуктів, ділові зв'язки, планова стратегія розвитку; сертифікація постачальника. Сертифікати, що отримані від спеціалізованих організацій в області створення ПЗ (наприклад, SEI і ISO), які посвідчують, що кваліфікація постачальника в області створення і супроводження ПЗ задовольняє деяким мінімально необхідним або цілком певним вимогам. Сертифікація може бути неформальною, наприклад, на основі аналізу якості роботи постачальника; ліцензійна політика. Доступні можливості ліцензування, право копіювання, будь-які обмеження і/або штрафні санкції за повторне використання; експортні обмеження; профіль продукту. Загальна інформація про продукт, що включає термін його існування, кількість проданих копій, наявність, розмір і рівень діяльності групи користувачів, система звітів щодо проблем, програма розвитку продукту, сукупність застосування, наявність помилок та інш.; підтримка постачальника. Доступність, реактивність та якість послуг, що надаються постачальником для користувача ЗАП; адаптація, що потрібна для впровадження ЗАП в організації користувача.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Представлена класифікація критеріїв щодо вибору засобів автоматизованого проектування дозволяє всебічно розглянути пропоновані ринком продукти та знайти оптимальний варіант, який задовольнить вимогам розробника. Надалі необхідно розглянути показники, які дозволять точно оцінити представлені критерії та зробити об'єктивний вибір.

Список літератури: 1. Боровков, А. И. [Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор](#) - [Текст] / А. И. Боровков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с. 2. Латышев, П. Н. Каталог САПР. Программы и производители: Каталогное издание [Текст] / П. Н. Латышев. – М.: ИД СОЛОН-ПРЕСС, 2011. – 736 с. 3. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций [Текст] / В. Н. Малюх. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с. 4. Березкина, Г. Л. Автоматизированная разработка АСОИУ: уч.-методич. комплекс [Текст] / Г. Л. Березкина. – ДГТУ. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 212 с. 5. Муромцев, Ю. Л. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств [Текст] / Ю. Л. Муромцев, Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин и др. – М.: Издательский центр "Академия", 2010. – 384 с. 6. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования. [Текст] / И. П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 430 с. 7. Шеховцова, В. И. Проектное мышление как компонент проектной культуры специалиста [Текст] / В. И. Шеховцова // Вісник НТУУ „КПІ”. Філософія, психологія, педагогіка. – 2010. – № 3. – С. 204–207. 8. Макконнелл, С. Сколько стоит программный проект [Текст] / С. Макконнелл. – М.: Русская редакция, СПб.: Питер, 2007. – 297 с.

Bibliography (transliterated): 1. Borovkov, A. I. (2012). Computer engineering. Analytical review - Tutorial. St. Petersburg. Univ Polytechnic. University Press, 93. 2. Latyshev, P. N. (2011). CAD Catalog. Programs and producers: Catalog edition. ID SOLON-PRESS, 736. 3. Maljuh, V. N. (2010). Introduction to Modern CAD: Lectures. DMK Press, 192. 4. Berezkina, G. L. (2007). Automated

development ASOIC: educational-methodical. Complex. Eastern State Technical University. Vladivostok: Izd FESTU, 212.

5. *Muromtsev, L. J., Muromtsev, D. J., Tyurin, I. V.* (2010). Information technology in the design of electronic equipment: studies. allowance for stud. Moscow: Publishing Center "Academy", 384.

6. *Norenkov, I. P.* (2009). Fundamentals aided design: Textbook. for universities. Publishing House of the MSTU. Bauman, 430.

7. *Shekhovtsova, V. I.* (2010). Design thinking as a component of design culture specialist. News of NTU "KPI". *Filosofiya, psihologiya, pedagogika*, 3, 204-207.

8. *McConnell, C.* (2007). How much is a software project. Russian edition, St. Petersburg.: Peter, 297.

Надійшла (received) 25.05.2014