

**УДК 681.5**

**В.М.Онищук, М.В.Сліпенко**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОМПЛЕКСІВ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У СТАНДАРТІ ІЕС 61131-3**

**V. M. Onyshchuk, M. V. Slipenko**

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF SOFTWARE DESIGN COMPLEXES IN IEC 61131-3**

На сучасному етапі розвитку засобів проектування систем автоматизації процес розробки та відлагодження програмного забезпечення проводять з використанням спеціалізованих комплексів програм, які формують зручне середовище для роботи програміста. Традиційно усі провідні виробники програмованих логічних контролерів (ПЛК) мають власні фірмові напрацювання в області інструментального програмного забезпечення. Більшість з них є зручними інструментами, оптимізованими під конкретну апаратуру. Очевидно, що при розробці універсальних систем програмування, які були б прийнятні для ПЛК конкурентів, виробники не є зовсім зацікавленими. Крім того, розроблення універсальних комплексів для програмування є досить складним завданням. Системи програмування ПЛК невеликих маловідомих фірм у кращому випадку підтримують не усі з мов стандарту ІЕС з деякими розширеннями для збереження сумісності зі своїми системами попередніх версій.

У зв'язку з цим, для полегшення вибору оптимального програмного комплексу для конкретних задач, важливим є проведення порівняльного аналізу таких універсальних систем проектування, присутніх на ринку програмного забезпечення від різних розробників. Крім цього, порівняльний аналіз дасть можливість обрати одні з таких систем для використання у навчальному процесі при вивченні дисциплін, пов'язаних з проектуванням систем автоматизації.

Найвідомішими є комплекси CODESYS, ISaGRAF, MULTIPROG, OpenPCS.

CODESYS (скорочення від англійського COntroller DEvelopment SYStem) — інструментальний програмний комплекс промислової автоматизації від компанії «3S-Smart Software Solutions GmbH» (Німеччина). Станом на 2019 рік актуальною є версія 3.5. У CODESYS знайшла реалізацію також низка інших розширень специфікації стандарту ІЕС 61131-3. Найсуттєвішим з них є підтримання технологій об'єктно-орієнтованого програмування. Комплексом підтримуються 16- та 32-розрядні процесори архітектур: Infineon C166, TriCore, 80x86, ARM, PowerPC, SH, MIPS, Analog Devices Blackfin, TI C2000/28x тощо. Вбудовані компілятори CODESYS генерують машинний код, готовий до завантаження у контролер.

Середовище програмування при підключенні до контролера переходить у режим відлагодження, де є доступними моніторинг/змінювання/фіксація значень змінних, можливість задання точок зупинки, контроль потоку виконання, гаряче оновлення коду, графічне трасування у реальному часі та інші інструменти для відлагодження програм.

CODESYS версії 3.5 побудовано на базі CODESYS Automation Platform (платформи автоматизації). Вона дозволяє виробникам обладнання нарощувати комплекс шляхом підключення власних плагінів.

Професійна розширена версія середовища розробки під назвою CODESYS Professional Developer Edition, що поширюється за платною ліцензією, містить підтримку UML-діаграм класів і станів, систему керування версіями (Subversion),

статичний аналізатор та профілювальник коду.

Інструмент CODESYS Application Composer дозволяє перейти від програмування практичних додатків до їх швидкого складання. Користувач має можливість формувати власну базу об'єктів, що відповідають певним технічним засобам, механічним вузлам тощо. Кожен об'єкт включає програмну реалізацію й візуальне представлення. Створений додаток збирається з необхідних об'єктів, конфігурується й на його основі автоматично генерується програма однією з мов IEC 61131-3.

ISaGRAF — інструментальне графічне середовище розробки прикладних програм для ПЛК на мовах стандарту IEC 61131-3 та IEC 61499, що дозволяє створювати як локальні, так і розподілені системи керування. Основою технології є середовище розробки додатків (ISaGRAF Workbench) й адаптивна під різні апаратно-програмні платформи виконавча система (ISaGRAF Runtime). На сьогодні ISaGRAF розробляється компанією «Rockwell Automation». У версії ISaGRAF 5.0 зреалізована підтримка нового типу функціональних блоків, за стандартом IEC 61499. В ISaGRAF реалізовано низку розширень специфікації стандарту IEC 61131-3, зокрема мову Flow Chart. На основі обчислювального ядра розроблені розширення, які дозволяють розглядати ISaGRAF як універсальне середовище для створення інтегрованих вирішень у галузі АСУ ТП.

На основі ISaGRAF 6 розроблена Єдина платформа автоматизації (ACP, Automation Collaborative Platform) як середовище, яке керується за допомогою відкритих плагінів. Однак ACP – не є середовищем з відкритим кодом (opensource). ACP призначена для постачальників засобів автоматизації, OEM-виробників, системних інтеграторів, науково-дослідних інститутів.

MULTIPROG PRO (остання версія на 2019 рік - 5.35) компанії «Advantech» - середовище програмування ПЛК-додатків різного ступеня складності. Система надає професійну підтримку на усіх етапах розробки користувацького проекту. MULTIPROG PRO надає широкий вибір функцій з простим «інтуїтивним» інтерфейсом.

Комплекс має потужний графічний редактор з функцією автоматичного зв'язування об'єктів (Auto-router), редактором тексту з перевіркою синтаксису мови програмування. Система дозволяє вводити й редагувати змінні у табличному вигляді. MULTIPROG PRO підтримує усі 5 варіантів програмування стандарту IEC 61131. Середовище розробки дозволяє проводити симуляцію ПЛК-додатків на комп'ютері та відслідковування сигналів за допомогою логічного аналізатора. У режимі відлагодження MULTIPROG PRO дозволяє запустити програму для ПЛК у покроковому режимі й налаштувати/змінити значення змінних.

OpenPCS Automation Suite - повністю сумісне з IEC 61131-3 середовище з можливістю використання п'яти мов програмування в одному проекті від компанії SYS TEC. Забезпечує генерування оптимізованого за швидкістю виконання власного коду для цільової системи. Містить інтегрований офлайн симулятор для стандартних функцій ПЛК з можливістю підключення до пристрою по протоколу CANOpen. Доступ до ПЛК реалізовано через RS-232, CAN-bus або Ethernet. Відлагоджувальні функції передбачають: спостереження, зміну значень змінних, встановлення точок зупинки та покрокове виконання програми.

Унікальною особливістю комплексу OpenPCS є використання мови IL як проміжного коду. Елементи програми, виконані будь-якою з мов IEC, можна копіювати в буфер обміну операційної системи Windows й вставляти у програму іншою мовою з автоматичним перекодуванням. Для досягнення високої швидкодії у складі комплексу є компілятори машинного коду для низки поширених процесорів. Симулятор ПЛК SmartSIM дозволяє проводити відлагодження програми без зовнішньої апаратури.

Проведений аналіз показав, що у поєднанні ціни й функційних можливостей для навчальних потреб найкраще відповідає CODESYS, який дає можливість використання практично усього інструментарію середовища програмування та відлагодження.