

Публікації, патенти, наукові заходи представлені в системі довільними постами, а відношення «автор-публікація» (також «багато-до-багатьох») описується за допомогою довільних полів, в яких зберігаються відповідні ідентифікатори термінів таксономії.

Графічний інтерфейс системи реалізований з використанням як вбудованих можливостей Wordpress, так і з використанням jS-бібліотек (Bootstrap, jQuery).

Безпека системи забезпечується переважно вбудованими засобами Wordpress з контролем прав доступу користувачів в шаблонах сторінок і записів.

### **Джерела**

1. Афонин С.А. Интеллектуальная система тематического исследования научно-технической информации (ИСТИНА) / С.А. Афонин и др. Под ред. академика В.А. Садовниченко. – М.: Издательство Московского университета, 2014. – 262 с.
2. Барашев К.С. Информационная система учета научной деятельности студентов / К.С. Барашев, В.А. Кирвас // Системи обробки інформації, 2013, випуск 9 (116). - С.221-224
3. Столяров Р.А. Автоматизированная система учета результатов интеллектуальной деятельности в научной организации /Р.А. Столяров , В.Л. Чугреев //Вопросы территориального развития.- вып. 6(26).-2015.- С.1-11
4. Иванченко Д.А. Информационно-аналитическая система учета результатов интеллектуальной деятельности в вузе /Д.А. Иванченко, В.Е. Туманов //Открытое образование. Выпуск № 2. - 2011 – С.214-217

## **Використання одно-платних мінікомп'ютерів та OPENSADA в ПТНЗ** **Чоповський С.С.**

*викладач ІТ, Державний навчальний заклад “Львівський професійний ліцей залізничного транспорту”, [auslemborg@meta.ua](mailto:auslemborg@meta.ua)*

### **А) програмовані логічні контролери (ПЛК)**

Сучасні системи автоматизованого управління технологічними процесами (АСУ ТП) є достатньо складним розділом вивчення предмету “Інформаційні технології” і вимагають знань та навичок основ моделювання технологічних процесів засобами SCADA систем з метою:

- створення тренажерів для операторів та іншого технологічного персоналу (практичне навчання студентів ВНЗ та учнів ПТНЗ);
- глибокого вивчення та опрацювання механізмів управління технологічним процесом (як у ПТНЗ так і у вищій школі);
- створення пристроїв тестування контролерів керування технологічним процесом і їх алгоритмів (нові зразки над сучасного обладнання АСУ).

Умовно ієрархію АСУ ТП поділяють на два рівні: нижній та верхній рівень. Верхній рівень це — SCADA-система оперативної візуалізації та контролю

за технологічним процесом. А нижній рівень це — польове обладнання (давачі та виконавчі механізми), а також програмовані логічні контролери (ПЛК), що становить відповідальну частину АСУ ТП, яка виконує функцію збору даних з польового обладнання, обчислення та видачу керівних, блокувальних та інших дій на керувальні органи польового обладнання. Архітектурно ПЛК поділені на три умовні групи:

- жорстко-програмовані ПЛК та модульні пристрої погодження з об'єктом (ППО) (будуються на основі однокристальних мікроЕОМ або мікросхемах програмованої логіки);
- високоінтелектуальні комерційні ПЛК (будуються на базі більш потужного обладнання з архітектурою, близькою до повноцінного ПК);
- ПК-сумісні ПЛК із відкритим доступом (починаючи від економічних рішень архітектури x86 та закінчуючи архітектурними рішеннями ARM та MIPS).

Програма жорстко-програмованих контролерів або прошивається одноразово, надаючи можливість програмного керування, або ж формується спеціалізованими засобами, які наділено функціями компіляції бінарної прошивки середовища виконання з програмою користувача (наприклад [ISaGRAF](#) або [LabView](#)). У якості представника такого ПЛК можна у приклад навести модулі розподіленого ППО фірми [Advantech](#).

У високоінтелектуальних комерційних ПЛК закриті програмні, а часто і апаратні архітектури. ПЗ таких контролерів базується на ОС реального часу (наприклад QNX Neutrino), яка планує декілька потоків користувача з поділом їх за пріоритетом, де користувацьке програмування здійснюється роботою виключно у фірмовому програмному оточенні. Представником такого обладнання є ПЛК серії S7 фірми [Siemens](#).

Усі згадані вище приклади є комерційними рішеннями, але звичайно, нас з точки зору open source проєктів, найбільш цікавлять ПК-сумісні ПЛК з відкритим доступом, які не містять інтегрованого середовища виконання і зазвичай постачаються без операційної системи. Середовище виконання таких ПЛК формують з ПЗ того ж класу, що і у випадку з жорстко програмованими ПЛК, у вигляді бінарного файлу для виконання під одну з розповсюджених, масштабованих або спеціалізованих ОС (DOS, QNX, Linux, WinCE, VxWorks). Також зустрічаються і спеціалізовані під окрему задачу рішення. Яскравим представником є ПЛК формфактору [PC/104](#).

Конструктивно, виконання ПЛК можна умовно поділити на моноблокові та модульні. Моноблокові ПЛК надають фіксовану конфігурацію, спеціалізовану під обмежене коло завдань. Модульні конструкції надають можливість легкого розширення конфігурації ППО під потрібне завдання. Існують також і гібридні конструкції— моноблоки, які спроможні розширювати свої функції шляхом використання зовнішніх блоків ППО, які під'єднуються по одному з стандартних інтерфейсів (наприклад RS-485).

## **Б) OpenSCADA**

Архітектура системи OpenSCADA дає змогу створювати кінцеві рішення під різні вимоги та ресурси шляхом модульного розширення, що дає змогу послідовно розширювати функціональність ПЛК, зберігаючи наступність зі старими рішеннями. Наприклад, на основі системи OpenSCADA можна будувати рішення з мінімальними вимогами на рівні: CPU 100 МГц, пам'ять та флеш-диск по 30 Мб. Як було зазначено вище ресурси сучасних ПЛК можуть змінюватися у достатньо великих межах, причому ПЛК фіксованого типу, побудовані на однокристальних мікроЕОМ, все більше витискаються у вузько-спеціалізовані галузі розвиненими ПК-архітектурами. Така тенденція робить все більш цікавою можливість створення уніфікованої відкритої платформи для реалізації середовища виконання ПЛК на основі уніфікованих ПК-платформ. Отже, OpenSCADA дає змогу реалізувати ідею створення відкритої платформи для реалізації середовища виконання ПЛК. Вже зараз можна реалізовувати оточення ПЛК, які нічим не поступаються комерційним інтелектуальним контролерам, а багато у чому і перевершують їх можливості внаслідок інтегрування функцій, характерних для SCADA-систем, у оточення ПЛК, розширюючи функціональні та користувацькі характеристики ПЛК та приводячи його на єдину зі SCADA кодову базу, а також дає змогу оптимізувати вартість кінцевого рішення. Зазначимо ті функції, які вирішуються OpenSCADA у межах оточення ПЛК:

- збір даних різного спектру обладнання у синхронному, асинхронному або блочному режимах;
- користувацькі процедури обробки даних та видача керуючої дії Java-схожою мовою високого рівня та формальною мовою блочних схем (Soft-logic);
- архівація даних, починаючи від тимчасових буферів у пам'яті та закінчуючи повноцінними архівами на файловій системі або у БД різної дискретизації та глибини;
- інтеграція у інфраструктуру АСУ ТП шляхом реалізації стандартних протоколів взаємодії (ModBus, SNMP, OPC UA );
- інтеграція зі СУБД для експорту даних, зберігання конфігурації або архівів;
- вільна конфігурація та адміністрування мережі ПЛК як за посередництвом оперативного інтерфейсу станції адміністрування, так і за посередництвом Web-інтерфейсу;
- можливість реалізації панелей оператора з інтерфейсом контролю та керування на вбудованій Touch-панелі;
- надання Web-інтерфейсів оперативного та диспетчерського контролю.

### **В) *одноплатні мінікомп'ютери***

Як бачимо, система OpenSCADA забезпечена дуже гнучким механізмом користувацького програмування, який дає змогу досить просто створювати динамічні моделі, поєднуючи гнучкість опису моделей апаратів мовою високого рівня і формалізацію при формуванні моделей цілих технологічних

процесів мовою блоків. Враховуючи ці завдання разом з обмеженим бюджетом, без відповідного обладнання досягти мети неможливо. Таким сучасним обладнанням є одноплатні мінікомп'ютери. Мінікомп'ютери стали неймовірно популярні. Вони мають мініатюрні розміри, низьке енергоспоживання, не мають рухомих частин і відповідно шуму, ризику засмічення вентиляторів та можуть працювати в запиленних приміщеннях, низьку ціну та наявність стандартних роз'ємів для комп'ютерної периферії. Мінікомп'ютер Raspberry Pi був першим і швидко став мегапопулярним, що створив по суті той стандарт, коли говорять про одноплатний комп'ютер для самостійних проєктів, то перше що приходить на думку це - Raspberry Pi. Одноплатні комп'ютери Raspberry Pi є не тільки сучасною платформою для вивчення мікроелектроніки та програмування, а також для створення безлічі цікавих проєктів. Сьогодні на ринку електроніки можна знайти різноманітні аксесуари, давачі, набори й плати розширення для Raspberry Pi. Цей мінікомп'ютер підтримується не тільки апаратно, але і програмно. Для нього вже було випущено велику кількість програм, що полегшують роботу з ним. Розглянемо деякі моделі:

Raspberry Pi це комп'ютер розміром з кредитну картку, доступний у світі й в Україні. Для роботи в якості настільного ПК потрібні тільки монітор або телевизор, клавіатура і миша, а для сервера достатньо тільки блока живлення. На Raspberry Pi можна працювати з електронними таблицями, текстовими процесорами, грати в ігри, дивитися HD-відео, але крім цього, він може те, чого не вміє наш звичайний домашній комп'ютер, а саме керувати іншими пристроями (давачами, моторами, відеокамерою та ін), виступати у вигляді «мозку» для складних роботів та багато іншого. Працює Raspberry Pi під різними версіями Linux, і дає змогу використовувати системи OpenSCADA.

Модель Raspberry Pi B+ є прямим продовженням лінійки, яка зупинилася на Raspberry Pi B, а також є попередником Raspberry Pi 2 model B. Плата оснащена процесором SoC Broadcom BCM2835 з частотою 700MHz яку можливо програмно розігнати до 1000MHz. Розмір оперативної пам'яті складає 512Mb, а кількість контактів GPIO збільшилася до 40, в порівнянні з Raspberry Pi B.

Для під'єднання мишки, клавіатури та інших пристроїв Raspberry Pi B+ має 4 USB-порти, для зберігання пам'яті є слот microSD. Розмір плати x 85mm 56mm x 1.4 mm. Вага — 42г.

Модель Raspberry Pi 2 B має чотириядерний процесор ARM Cortex-A7 з частотою 900 MHz та збільшену оперативну пам'ять - 1 Гб. Плата має 4 USB-порти, що дає змогу під'єднувати до Raspberry Pi ще більше пристроїв. Інтерфейс GPIO має 40 контактів, перші 26 контактів ідентичні моделі A, що забезпечує 100-відсоткову сумісність з іншими пристроями. Також є слот для карти пам'яті MicroSD для зберігання інформації та завантаження операційних систем, так само є з'єднувач HDMI і 2 діоди для виведення системної інформації. Raspberry Pi 2 B+ чудово підійде для вирішення

завдань з навчання та хобі. Крім того, до цієї моделі існує безліч периферії для різних цільових завдань, включно з використанням в АСУ.

Raspberry Pi 3 Model B оснащена VideoCore IV 3D графічним ядром та новим 64-х бітним процесором Broadcom Soc BCM2837 з 4 ядрами Cortex-A53 що працюють на частоті 1.2 GHz (900MHz у попередньої версії). Поєднання збільшення тактової частоти на 33% з різними архітектурними поліпшеннями забезпечить збільшення продуктивності на 50-60% в 32-бітному режимі в порівнянні з Raspberry Pi 2, або приблизно в десять разів більше в порівнянні з Raspberry Pi. Графічний процесор забезпечує підтримку Open GL ES 2.0, апаратного прискорення OpenVG і 1080p30 Н. 264 високого рівня декодування і здатний обробити до 1Gpixel/c, 1.5 Gtexel/c або 24 GFLOPS інших обчислювальних ресурсів. Отже, якщо ми під'єднуємо Raspberry Pi 3 до HDTV-телевізора, то зможемо переглядати з якістю BluRay відео, використовуючи H. 264 на 40МБіт/с. Для зв'язку на плату були додані Wi-Fi і Bluetooth 4.1 модулі. Поріг вхідного струму збільшений до 2.5 А, що дає змогу під'єднувати енергомісткі пристрої до 4 портів USB Raspberry. Також є з'єднувачі Full HDMI, Ethernet, CSI, DSI, Micro SD. та 3.5 mm jack для виводу звуку/відео. Форм-фактор Raspberry Pi 3 Model B практично ідентичний Raspberry B+/2B, що дає змогу використовувати корпус, аксесуари та іншу периферію від цих моделей. Єдина відмінність - зміна розташування світлодіодів, які перемістилися на бік слота SD карти. Додатково до всього є периферійні пристрої низького рівня, що робить Raspberry Pi відмінним інструментом для збору інформації і керування виконавчими пристроями. 40-контактний з'єднувач GPIO на Pi дає нам доступ до 27 GPIO, UART, I2C, SPI, а також 3,3 і 5V джерела живлення. Кожен контакт GPIO ідентичний своєму попереднику Model B+. Розміри: 85мм x 56мм x 17мм. Підтримка: Raspbian, Windows 10 IoT Core, OpenELEC, OSMC, Pidora, Arch Linux, RISC OS, OpenSCADA і багато іншого!

Крім Raspberry Pi існує багато інших різноманітних одноплатних комп'ютерів, які завдяки обчислювальній потужності та невеликій ціні можуть бути доброю альтернативою Raspberry Pi, перелічимо коротко їх основні характеристики:

- Orange Pi (ARM Cortex-A7, 4 ядра по 1,6ГГц, 1ГБ DDR3, 3x USB 2.0, ІЧ-приймач) - 15\$

- Orange Pi One (ARM Cortex-A7, 4 ядра по 1,2ГГц, 512МБ DDR3, 1x USB 2.0) - 10\$

- ODROID-C2 (x64 процесор ARM Cortex-A53, 4 ядра по 2ГГц, 2ГБ SDRAM, 4x USB 2.0) - 40\$

- Pine A64 Plus (x64 комп'ютер, Cortex-A53 4 ядра по 1,2ГГц, 1-2ГБ DDR3, 2x USB 2.0) - 19-29\$

- BeagleBone Black (ARM Cortex-A8, 4 ядра по 1ГГц, 512Мб DDR3-800, 2x USB 2.0) - 45\$

- Banana Pi (ARM Cortex-A7, 2 ядра по 1ГГц, 1ГБ DDR3, 2x USB 2.0, SATA)

- 50\$

-Intel Galileo Gen2 (процесор Quark SoC X1000, 400МГц, 256 Мб DDR3) - 45\$

-HummingBoard (Cortex-A9, два ядра по 1ГГц, 1ГБ ПЗП, 2x USB 2.0 ) - 75\$ - 100\$

-MinnowBoard Max (Intel Atom E3845, 1.46ГГц, 1ГБ DDR2, 2x USB 2.0, SATA-2) - 99\$

-Udoo Dual (ARM Cortex-A9, 4 ядра по 1ГГц, 1ГБ ПЗП, Wi-Fi, декількох портів USB) - 115\$

-PandaBoard ES (ARM Cortex-A9, 2 ядра по 1,2ГГц, 1ГБ DDR2, 2x USB 2.0, Wi-Fi, Bluetooth) — 184\$

Це далеко не повний список одноплатних комп'ютерів, більше інформації на сторінці у Вікіпедії: [10]

### **Висновок:**

Використання одно-платних комп'ютерів в якості програмованих логічних контролерів (ПЛК), що виконують функцію збору даних з польового обладнання, обчислення та видачу керівних, блокувальних та інших дій на керувальні органи польового обладнання АСУ ТП є не тільки можливим, а навіть у край найнеобхіднішою умовою підготовки сучасних висококваліфікованих фахівців з АСУ та робототехніки.

OpenSCADA забезпечена дуже гнучким механізмом користувацького програмування, який дає змогу досить просто створювати динамічні моделі, поєднуючи гнучкість опису моделей апаратів мовою високого рівня і формалізацію при формуванні моделей цілих технологічних процесів мовою блоків. Завдяки цьому можливе широке застосування OpenSCADA в одно-платних мінікомп'ютерах (починаючи від економічних рішень архітектури x86 та закінчуючи архітектурними рішеннями ARM та MIPS) для створення відкритої платформи реалізації середовища виконання ПЛК.

### **Література:**

1. АСУ-ТП -ресурс для спеціалістів, чия сфера діяльності пов'язана с АСУ, АСУТП, SCADA, контролерами, промисловими комп'ютерами, КИПиА (Електронний ресурс) [http://www.asu-tp.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=230&Itemid=79](http://www.asu-tp.org/index.php?option=com_content&task=view&id=230&Itemid=79)
2. Головний сайт проекту відкритої SCADA системи (Електронний ресурс) <http://oscada.org/ua/golovna/>
3. Використання OPENSCADA в ПТНЗ, Чоповський С.С. (Електронний ресурс) [Матеріали міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv 2014](#)
4. <https://www.raspberrypi.org/>
5. <https://www.isagraf.ru/>
6. <http://www.labview.ru/>
7. <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/advanced-controller/s7-400/Pages/Default.aspx>
8. <https://uk.wikipedia.org/wiki/PC/104>
9. <http://arduino-ua.com/prod1449-raspberry-pi-3-b>
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_single-board\\_computers](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_single-board_computers)