

**УДК 681.3:004.383.4**

**К.т.н., доцент Плахотний М.В., студент Черкас С.С.**

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

## **ЗАСТОСУВАННЯ ATMEL КОНТРОЛЕРІВ НА БАЗІ ПЛАТИ AT91EB42 В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

### **Abstract**

*Mykola V. Plahotnyi, assoc. prof., PhD; Sergiy Cherkas, student  
Atmel microcontrollers applications in educational process*

*This paper concerns the task of detection and research of ARM microcontroller AT91 system features, which would then form the basis for developing of guidelines for laboratory works on discipline "Development of embedded microprocessor systems."*

### **Вступ**

Відмінна особливість мікроконтролерів корпорації Atmel - наявність на кристалі великої кількості периферійних пристроїв. Фірмова риса - добре продумана технологія обміну даними між ядром і портами введення - виведення.

В даній статті розглядається використання мікроконтролерів фірми Atmel, а саме AT91M42800A, в навчальному процесі тому, що ця фірма пропонує досить широкий набір інструментів для вивчення мікроконтролерів та їх особливостей.

### **Постановка задачі**

Задача полягає у виявленні та дослідженні системних особливостей ARM мікроконтролерів сімейства AT91, які б далі послужили основою для розробки методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Розробка вбудованих мікропроцесорних систем». Методичні вказівки розробляються таким чином, щоб студенти змогли ознайомитись з основними функціями та можливостями мікроконтролерів, для подальшого використання в майбутньому при проектуванні систем керування.

## Опис пропонованого продукту

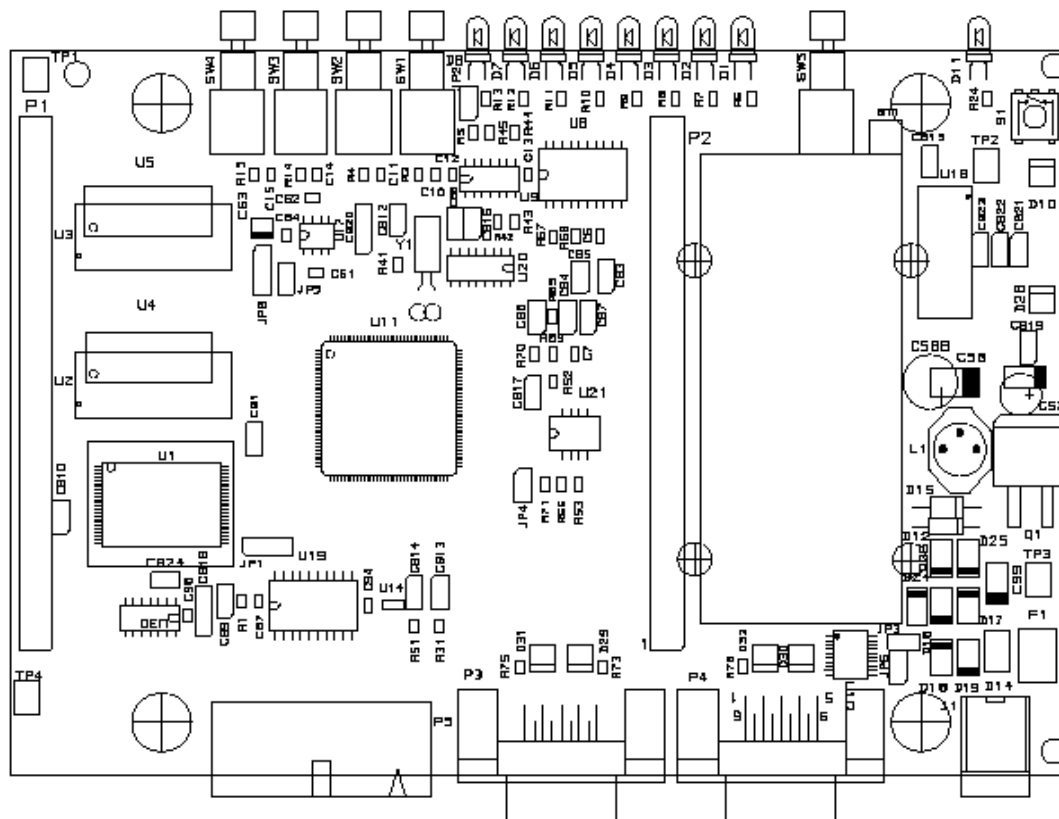


Рис. 1 Плата компанії Atmel AT91EB42

В демонстраційну плату компанії Atmel AT91EB42 (Рис. 1) входить мікроконтролер AT91M42800A (U11) на базі ядра ARM7TDMI та наступні периферійні пристрої:

- Два серійних порта (P3, P4)
- Кнопка перезапуску (SW5)
- Чотири кнопки для програмування (SW1-4)
- Вісім LED індикаторів (D1-8)
- 256 Kb SRAM (U4-5)
- 2 Mb флеш пам'яті (U1)
- 4 Mb Serial DataFlash (U18)
- 64 Kb EEPROM (U8)
- АЦП з SPI доступом (U20)

Мікроконтролер AT91M42800A – представник сімейства 16/32 - розрядних мікроконтролерів Atmel AT91, який виконаний на базі ядра процесора ARM7TDMI. Даний процесор має 32-розрядну RISC-архітектуру з великим набором 16-розрядних інструкцій та дуже малим енергоспоживанням. Крім того, велика кількість регістрів дозволяє

суттєво підвищити швидкість обробки даних, що робить цей пристрій зручним для вирішення задач у реальному часі. AT91M42800A можна безпосередньо підключити до зовнішньої пам'яті, у тому числі флеш - пам'ять, через інтерфейс зовнішньої шини. Контролер управління енергоспоживанням дозволяє користувачу керувати активністю мікроконтролера залежно від поточних вимог, а малопотужний генератор частотою 32,768 кГц дозволяє максимально знизити енергоспоживання[1].

AT91M42800A випускається по КМОН(комплементарний метал-оксидний-напівпровідник) - технології високої щільності фірми Atmel. Поєднання ядра процесора ARM7TDMI з вбудованим статичним ОЗУ, а також широким набором периферійних функцій, у тому числі таймери, послідовні комунікаційні контролери і універсальні тактові генератори на одному кристалі роблять AT91M42800A зручним і ефективним рішенням для багатьох додатків з інтенсивними обчисленнями[2].

В комплекті також представлена технічна документація на компакт-дисках та JTAG програматор ARM-USB-OSD.

ARM-USB-OSD – це апаратний засіб, який дозволяє повноцінно працювати з багатьма мікроконтролерами ARM, AVR, MSP430 та PIC. Даний пристрій дає можливість програмувати мікроконтролери фірми Atmel, а також повністю слідкувати за роботою мікроконтролера в реальному пристрої, шляхом використання наступних функцій:

- Слідкувати за виконанням програмного коду;
- Запускати програми в реальному часі;
- Встановлювати точку зупинки «Break Point»;
- Переглядати вміст робочих регістрів;
- Переглядати вміст оперативної пам'яті(ОЗП) мікроконтролера;
- Переглядати вміст постійної пам'яті(ПЗП, EEPROM).

В ході роботи були виявлені наступні системні особливості:

- додатком до дизайну ARM ядра є використання 4-бітного коду обставини на початку кожної інструкції, а це означає, що виконання кожної інструкції умовно не обов'язкове. Інші процесорні архітектури, як правило, мають код обставини як розгалуження інструкції. Це значно скорочує кодування біту, придатного для переміщення інструкції в доступну пам'ять; але з іншого боку, це дозволяє уникнути розгалуження інструкцій при генерації коду для не складних умовних операторів;
- для підвищення ефективності роботи з портами застосовується незвичайна для 8-розрядних мікроконтролерів структура порту. Кожний порт представлений у вигляді двох віртуальних регістрів, один з яких служить тільки для установки бітів, а інший - тільки для

їх скидання. В результаті відпадає необхідність в попередньому читанні порту та забороні переривань;

- ще однією унікальною особливістю є можливість згортання зсувів при "обробці даних" (арифметичних, логічних та регістрових переміщень) інструкції, для прикладу як у C-операторі  $a += (j \ll);$  окремий цикл інструкції для ARM може бути оформлено як одне слово ADD Ra, Ra, Rj, LSL #2. Це призводить до того, що типові ARM програми щільніші, ніж очікувалося, і з меншою кількістю звертань до пам'яті, тому конвеєр використовується більш ефективно.

Встановлені нами системні особливості покладені в основу створення методичних вказівок до наступних типів лабораторних робіт, з дисципліни «Розробка вбудованих мікропроцесорних систем» :

- Набуття основних навичок використання лабораторного комплексу;
- Робота з портами вводу- вивода;
- Робота з перериваннями;
- Робота з рідкокристалічним індикатором.

## **Висновки**

Перспективність застосування мікроконтролерів з ядром ARM обумовлена, насамперед, використання енергозберігаючих технологій. Низьке енергоспоживання та малі габарити дають можливість використання їх в системах управління, головною метою яких є мобільність. Потенційні проблеми ефективності виконання програм, пов'язані з особливостями RISC архітектури, можуть успішно розв'язуються за рахунок досконалого вивчення системних особливостей ядра ARM в циклі запропонованих лабораторних робіт [3].

## **Література**

1. AT91M42800A Мікроконтролер сімейства AT91 ARM Thumb // <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/arm/AT91M42800A.htm>
2. Embedded Trace Macrocell Specification. ARM Limited, 1999–2001.
3. *Плахотний М.В., Черкас С.С.* «Архітектура та особливості програмування систем управління на базі контролера типу ARM AT91M42800A». Збірник тез доповідей наукової конференції «Прикладна математика та комп'ютинг», 2010.