

УДК 004.35

**Темиргалиев Т.К.\* , Есмаханова Л.Н., Темиргалиев А.Т.**

Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЛАДОЧНЫХ ПЛАТ ME-AVRPLC16 V6 PLC SYSTEM  
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

***Аннотация.** Рассмотрена и подробно описана исследовательская отладочная система ME-AVRPLC16 V6 PLC System с установленным микроконтроллером ATmega32, на основании чего изучена возможность использования отладочной платы при проектировании систем автоматизации химико-технологических процессов.*

***Ключевые слова:** автоматизация, химическая промышленность, технологические процессы, микропроцессорные системы управления, отладочная система и плата, микроконтроллер ATmega32.*

**Введение**

Наибольшим многообразием технологических процессов и производств отличается химическая промышленность.

Развитие автоматизации химической промышленности связано с возрастающей интенсификацией технологических процессов и ростом химических производств в Республике Казахстан, использованием агрегатов большой единичной мощности, усложнением технологических схем, предъявлением повышенных требований к получаемым продуктам.

Особое значение придается вопросам автоматизации процессов химической технологии в связи с взрыво- и пожароопасностью перерабатываемых веществ, их агрессивностью и токсичностью, с необходимостью предотвращения вредных выбросов в окружающую среду [1]. Указанные особенности, высокая чувствительность к нарушениям заданного режима, наличие большого числа точек контроля и управления процессом, а также необходимость своевременного и соответствующего сложившейся в данный момент обстановке воздействия на процесс в случае отклонения от заданных по регламенту условий протекания не позволяют даже опытному оператору обеспечить качественное ведение процесса вручную.

Человек обладает конечной скоростью восприятия ограниченного объема информации; ему требуется некоторое время на ее обдумывание, принятие решения и выполнение соответствующих мероприятий. Действия человека отличаются субъективностью. Оператор должен непрерывно следить за процессом, с максимальной быстротой оценивать текущую обстановку и в случае необходимости принимать решения с целью поддержания заданного режима, что чрезвычайно сложно, а иногда и невозможно. Поэтому в настоящее время эксплуатация процессов химической технологии без автоматизации практически немыслима [2].

Современная автоматизация построена на микропроцессорных системах управления [3], а архитектура системы управления химико-технологическими устройствами и агрегатами реализуется на мощных микроконтроллерных комплексах. Разработка и отладка прикладных программ осуществляется на специализированных макетных стендах с установленными аппаратным и программным обеспечением.

### Основная концепция разработки

Рассмотрим исследовательский отладочный комплекс для разработки систем автоматизации химической промышленности на базе микроконтроллера ATmega32 [4]. Отладочная система ME-AVRPLC16 V6 PLC System (рисунок 1) – это лабораторный стенд с установленным микроконтроллером ATmega32, который может быть использован в качестве макетирования программируемого логического контроллера, предназначенного для систем промышленной автоматики [5], а также дистанционного управления реле с током коммутации до 16А.



Рис. 1 - Отладочная система ME-AVRPLC16 V6 PLC System

На плате имеются: встроенный USB 2.0 AVR-программатор, позволяющий без применения дополнительных внешних устройств, запрограммировать установленный микроконтроллер ATmega32; 8 оптоизолированных выводов и 16 реле, рассчитанных на токи до 16А. Реализована возможность подключения стенда к Ethernet сети с помощью встроенного на плате Ethernet-контроллера ENC28J60 с SPI-интерфейсом. Подключение внешнего GSM/GPRS модуля GM862 позволяет использовать протокол связи GSM/GPRS.

Отладочная система ME-AVRPLC16 V6 PLC System обладает следующими особенностями:



- Полнофункциональная и удобная в использовании система разработки для устройств на основе AVR микроконтроллеров (МК).



- USB 2.0 встроенный программатор.



- Возможность подключения графического дисплея с сенсорной панелью, что повышает функциональность системы развития.



- Возможность чтения MMC / SD карт памяти.



- Графический ЖК-дисплей с подсветкой.



- Программа AVRflash для программирования обеспечивает полный список всех поддерживаемых микроконтроллеров. Последняя версия этой программы с обновленным списком поддерживаемых микроконтроллеров можно скачать с сайта [www.mikroe.com](http://www.mikroe.com).

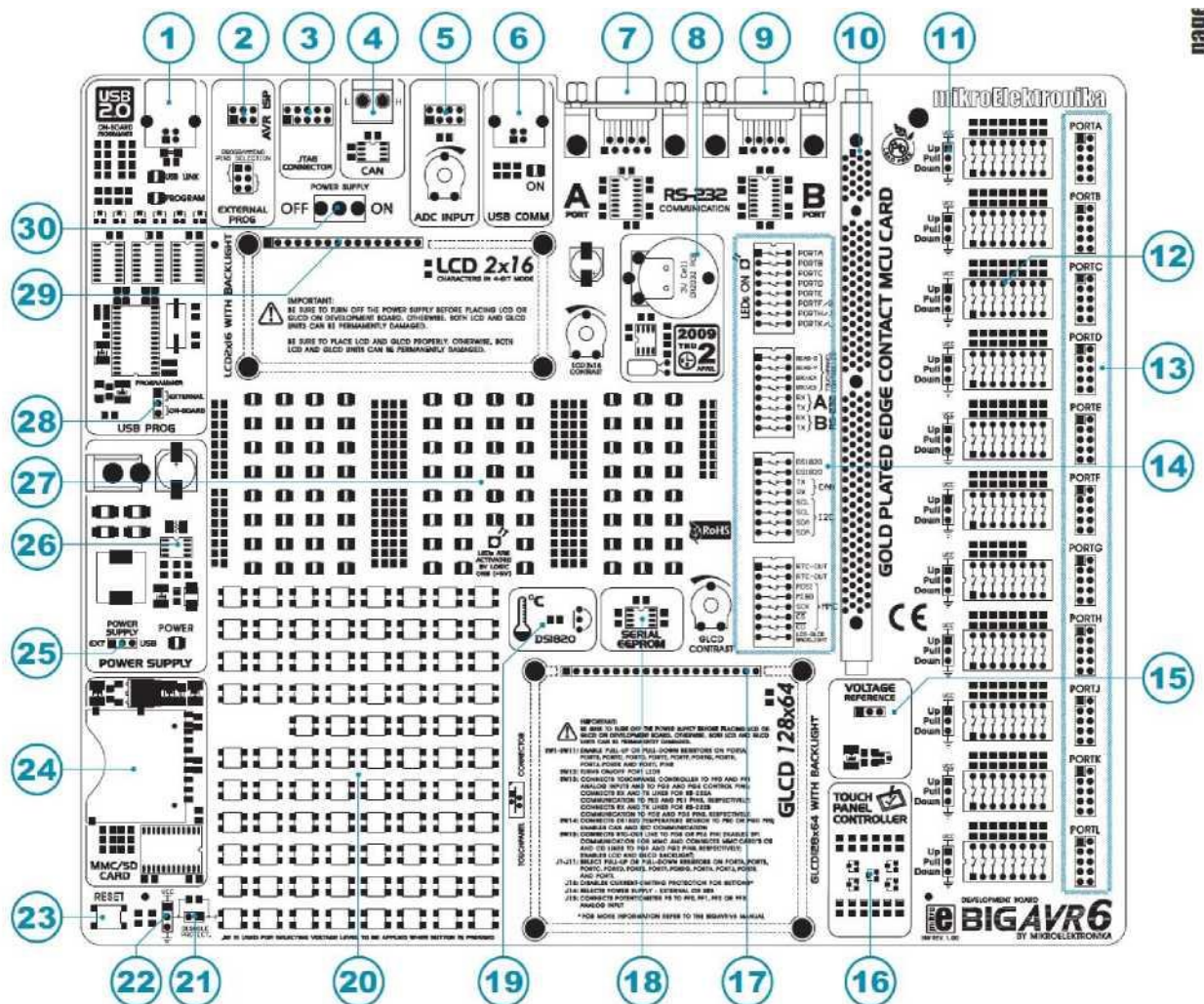


Рис. 2 - Схематический внешний вид отладочной системы ME-AVRPLC16 V6 PLC System

На рисунке 2 приведен схематический внешний вид отладочной системы ME-AVRPLC16 V6 PLC System и краткое описание всех её компонентов.

На Рисунке 2 цифрами обозначены следующие модули и компоненты.

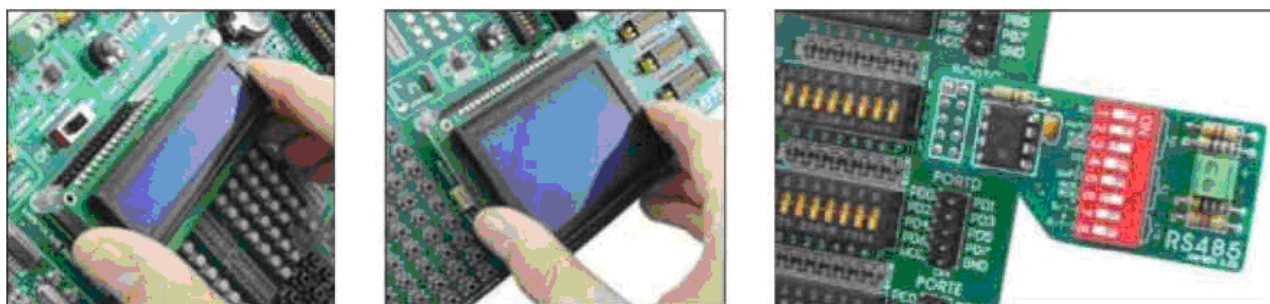
1. Встроенный разъем USB для программатора.
2. Разъем для AVR ISP внешнего программатора.
3. Разъем JTAG.
4. Интерфейс CAN связи.
5. Входы для А/Ц конвертера.
6. Разъем USB связи.
7. Разъем RS-232A последовательной связи.
8. Часы в режиме реального времени.



9. Разъем RS-232В последовательной связи.
10. Гнездо для карты микроконтроллера.
11. Перемычка для выбора, подтягивающего/стягивающего резисторов.
12. DIP переключатель для подтягивающего/стягивающего резисторов.
13. Разъемы портов ввода / вывода.
14. DIP переключатель для включения/выключения встроенных модулей.
15. Источник опорного напряжения.
16. Контроллер сенсорной панели.
17. Разъем для графического ЖК-дисплея.
18. Последовательная память EEPROM.
19. Разъем для температурного датчика.
20. Кнопки нажатия для цифровых входов микроконтроллеров.
21. Перемычка для сокращения защитного резистора.
22. Перемычка для выбора логического состояния кнопок нажатия.
23. Кнопка Сброса.
24. Разъем для MMC / SD карты.
25. Выбор источника питания.
26. Регулятор напряжения источника питания.
27. 86 светодиодов показывают логическое состояние выводов.
28. Выбор программатора.
29. Разъем буквенно-цифрового ЖК-дисплея.
30. Выключатель питания.

Плата ME-AVRPLC16 V6 PLC System получает электропитание: через соединитель постоянного тока (7-23V AC или 9-32V DC) или по кабелю USB для программирования (5V DC). Потребляемая мощность: 50 мА в состоянии покоя, когда все дополнительные и внешние модули на плате выключены или отсутствуют.

Дополнительные и внешние модули (рисунок 3) размещаются должным образом на системе ME-AVRPLC16 V6 PLC System, когда она выключена.



*Рис. 3 - Внешние и дополнительные модули отладочной системы ME-AVRPLC16 V6 PLC System*

Отладочная система обеспечена DIMM-168P разъемом для размещения карты микроконтроллера. Эта отладочная система поставляется с картой МК и ATmega128 микроконтроллером 64-выводном TQFP корпусе (рисунок 4). Кроме того карта содержит генератор и 80 площадок для пайки, которые подключены к контактам микроконтроллера. Каждая площадка промаркирована, какой вывод подключен. Паяльные площадки устанавливают соединение между картой микроконтроллера и модулем целевого устройства.



*Рис. 4 - Разъем DIMM-168P с МК картой, на которой припаян 64-контактный микроконтроллер в TQFP корпусе*

### **Тестирование пользовательского интерфейса**

Как уже отмечалось, отладочная система BIGAVR6 является мощным отладочным инструментом и подходит для программирования и экспериментирования с AVR микроконтроллерами от фирмы Atmel. Отладочная система имеет развитый интерфейс между микроконтроллером и головным компьютером, который обеспечивает встроенный программатор. Запись программы осуществляется на одном из AVR компиляторов, после чего создается файл .hex расширением, и программируется микроконтроллер с помощью встроенного программатора AVRprog. Многочисленные встроенные модули, такие как 128x64 графический ЖК-дисплей, буквенно-цифровой дисплей 2x16 ЖК-дисплей, часы реального времени, последовательный EEPROM и т.д., представлены на плате и позволяют легко имитировать работу целевого устройства. В качестве целевого устройства могут быть использованы практически любые агрегаты и аппараты химического производства.

Встроенный USB 2.0 AVRprog программатор – крайне необходимый инструмент при работе с микроконтроллерами [6]. Отладочная плата BIGAVR6 имеет встроенный AVRprog программатор, который обеспечивает интерфейс между микроконтроллером и ПК. Мультиплексор является частью встроенного программатора. Программа AVRflash используется для загрузки файла .hex в микроконтроллер.

В дополнение к встроенному программатору, AVR микроконтроллеры программируются с помощью SPI последовательного канала связи, который использует следующие выводы микроконтроллера MISO, MOSI и SCK.

Для расширения возможностей отладочной системы BIGAVR6 может также применяться внешний программатор AVR ISP mkII от фирмы Atmel для программирования микроконтроллеров. Это соединение устанавливается с помощью разъема AVR ISP. Перед подключением и использованием внешнего программатора необходимо поместить переключатель J21 в EXTERNAL положении.

Интерфейс JTAG (Joint Test Action Group) - специализированный аппаратный интерфейс на базе стандарта IEEE 1149.1. Интерфейс предназначен для подключения сложных цифровых микросхем или устройств уровня печатной платы к стандартной аппаратуре тестирования и отладки. Программатор/Отладчик JTAG ICEmkII используется как программатор и отладчик для AVR микроконтроллеров, снабженных встроенным интерфейсом JTAG. JTAG Программатор ICEmkII в первую очередь предназначен для использования с программой AVR Studio. Интерфейс JTAG встроен в AVR микроконтроллера модифицированной версии оригинального интерфейса JTAG, который позволяет изменять содержимое внутренней памяти EEPROM и флэш-памяти (программирование микроконтроллеров). Разъем JTAG непосредственно соединен с

выводами микроконтроллеров так, что не нужно выполнять настройки переключателя так, как это бывает с AVRProg и AVR ISPMkII программаторами.

### **Заключение**

Из приведенного описания отладочной системы ME-AVRPLC16 V6 PLC System следует заключение о целесообразности использования отладочной платы при разработке устройств автоматизации химической промышленности.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Карпов К.А. Основы автоматизации химических производств. Учебное пособие. – СПб.: СПбГИЭУ, 2004. – 92 с. – ISBN 5-88996-434-8.
2. Фёдоров А.Ф., Кузьменко Е.А. Системы управления химико-технологическими процессами: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 218 с.
3. Иванов Ю.И., Югай ВЛ. Микропроцессорные устройства систем управления: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 133 с.
4. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega фирмы Atmel. Руководство пользователя. – М.:Додэка-XXI, 2007. – 592 с.
5. Гончаровский О.В. Встроенные микропроцессорные системы. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 198 с.

### **REFERENCES**

1. Karpov K.A. *Osnovy avtomatizatsii khimicheskikh proizvodstv* [Fundamentals of chemical automation Uchebnoye posobiye] – SPb.: SPbGIEU, 2004. – 92 s. – ISBN 5-88996-434-8.
2. Fodorov A.F., Kuz'menko Ye.A. *Sistemy upravleniya khimiko-tekhnologicheskimi protsessami: uchebnoye posobiye* [Chemical technology management systems: training manual]– Tomsk: Izd-vo TPU, 2009. – 218 s.
3. Ivanov YU.I., Yugay VL. *Mikroprotsessornyye ustroystva sistem upravleniya: Uchebnoye posobiye* [Microprocessor control devices: Training manual.]– Taganrog: Izd-vo TRTU, 2005. – 133 s.
4. Yevstifeyev A.V. *Mikrokontrollery AVR semeystva Mega firmy Atmel. Rukovodstvo pol'zovatelya* [Atmel Mega Family Microcontrollers. User Guide]–M.Dodeka -XXI, 2007. – 592 s.
5. Goncharovskiy O.V. *Vstroyennyye mikroprotsessornyye sistemy* [Embedded microprocessor systems]– Perm': Izd-vo Perm. nats. issled. politekhn. un-ta, 2012. – 198 s. – ISBN 978-5-398-00934-7.

**Темиргалиев Т.К., Есмаханова Л.Н., Темиргалиев А.Т.**

### **Химия өнеркәсібінде автоматтандыру жүйелерін жасауға арналған ME-AVRPLC16 V6 PLC SYSTEM түзету тақталарын пайдалану**

**Аңдатпа.** Мақалада химия өнеркәсібінде автоматиканы қолдану мәселелері қарастырылған. Химия өнеркәсібіндегі технологиялық процестерді пайдалану кезінде автоматтандырылған басқару жүйелерін қолдану қажеттілігі көрсетілген. Қазіргі уақытта автоматтандыру тек микропроцессорлық басқару архитектураларына негізделген, ал химиялық-технологиялық қондырғыларды басқару жүйелері қуатты микроконтроллер кешендерінде жүзеге асырылады. Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу және күйге келтіру кезінде арнайы аппараттық және бағдарламалық модульдер орнатылған арнайы түзету тақталары пайдаланылады. ATmega32 микроконтроллерінің негізінде химия өнеркәсібіне арналған автоматтандыру жүйелерін әзірлеуге лайықталған ME-AVRPLC16 V6 PLC жүйесінің зерттеу күйін келтіру кешені толық сипатталған.

**Түйінді сөздер:** автоматика, химия өнеркәсібі, технологиялық процестер, микропроцессорлық басқару жүйелері, күйге келтіру жүйесі мен борт, ATmega32 микроконтроллері

**Temirgaliev T.K., Yesmakhanova L.N., Temirgaliev A. T.  
Using ME-AVRPLC16 V6 PLC SYSTEM debugging boards to develop  
chemical industry automation**

**Abstract.** The issues of the use of automation in the chemical industry are considered, the need for the use of automated control systems during the operation of chemical technology processes is shown. Currently, automation is built solely on microprocessor control architectures, and the control systems for chemical process units are implemented on powerful microcontroller complexes. During the development and debugging of software, specialized debug boards are used, on which there are built-in hardware and software modules. The research debugging complex ME-AVRPLC16 V6 PLC System for developing automation systems for the chemical industry based on the ATmega32 microcontroller is described in detail.

**Key words:** automation, chemical industry, technological processes, microprocessor control systems, debugging system and board, microcontroller ATmega32

**Сведения об авторах:**

**Темиргалиев Тимур Куспанович**, кандидат технических наук, профессор кафедры «Автоматика и телекоммуникации» Таразского регионального университета им. М.Х. Дулати; г. Тараз, Республика Казахстан

**Есмаханова Лаура Нурлановна**, PhD, и.о. доцента кафедры «Автоматика и телекоммуникации» Таразского регионального университета им. М.Х. Дулати; г. Тараз, Республика Казахстан

**Темиргалиев Арыстан Тимурович**, магистрант кафедры Информационные системы Казахского университета экономики, финансов и международной торговли, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

**Авторлар туралы ақпарат:**

**Теміргалиев Т.Қ.** – М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің «Автоматика және телекоммуникация» кафедрасының профессоры, техника ғылымдарының кандидаты; Тараз қ., Қазақстан

**Есмаханова Л.Н.** – М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің «Автоматика және телекоммуникация» кафедрасының PhD докторы, доцент м.а., Тараз қ., Қазақстан

**Теміргалиев А.Т.** Магистрант, Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, ақпараттық жүйелер кафедрасы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

**About authors:**

**Temirgaliev Timur Kuspanovich**, candidate of technical Sciences, Professor of the Department of Automation and telecommunications of Taraz regional University named after M. H. Dulati; Taraz, Kazakhstan

**Yesmakhanova Laura Nurlanovna**, Doctor of Philosophy, acting associate Professor of the Department of Automation and telecommunications of Taraz regional University named after M. H. Dulati; Taraz, Kazakhstan

**Temirgaliev Arystan Timurovich**, master's Student of the Department of Information systems of the Kazakh University of Economics, Finance and international trade, Nur-Sultan, Kazakhstan.