

УДК 621.38

В.Д. Володин, А.А. Шаронов, К.С. Мозжегоров

V.D. Volodin, A.A. Sharonov, K.S. Mozzhegorov

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА. ОТЛАДОЧНЫЕ КОМПЛЕКТЫ

RUSSIAN ELEMENT BASE. EVALUATION KITS

Обосновывается необходимость использования отладочных плат и отладочных комплектов для разработки радиоэлектронных средств. Приводятся примеры использования решений зарубежных фирм. Описываются стратегии внедрения отечественной элементной базы различными производителями. Приводится обзор отладочных комплектов с использованием отечественной элементной базы.

Ключевые слова: отечественная элементная база, отладочные платы, отладочные комплекты, разработка радиоэлектронного оборудования, «Миландр», «Интеграл», LDM-Helper.

Evaluation boards and evaluation kits application for electronic devices development is proved in paper. Successful examples of usage different world vendor's evaluation kits and evaluation boards reviewed in paper. Different ways of integration Russian element base by Russian vendors described in paper. Some evaluation kits for Russian elements reviewed in paper.

Keywords: Russian element base, evaluation boards, evaluation kits, electronic devices development, Milandr, Integral, LDM-Helper.

Одним из распространенных средств разработки является отладочный комплект, или отладочная плата. Такие платы позволяют за минимальное время ознакомиться с новым элементом – микроконтроллером, встраиваемым модулем, аналоговой микросхемой – и отработать программные решения. Принципиальная схема такой отладочной платы может служить основой при разработке готового устройства.

До начала 2000-х гг. отладочные, или, как тогда говорили, оценочные, платы не пользовались большой популярностью по ряду причин:

- сравнительная простота большинства компонентов;
- удобный для навесного монтажа и быстрого макетирования корпус класса DIP;
- приведенных в документации типовых схем включения было достаточно для создания макета необходимого узла (подборка параметров элементов обвязки происходила уже на этапе макетирования узла).

Переход к поверхностному монтажу, а также усложнение самих элементов, в первую очередь микроконтроллеров, сделало отладочные платы таким же стандартным инструментом разработчика, каким был до этого программатор или внутрисхемный отладчик.

Теперь отладочная плата выполняет следующие функции:

- средство начального ознакомления с новым элементом;
- средство отработки программных решений (у микроконтроллеров, DSP, ПЛИС);

- источник стандартных схемотехнических решений (например, платы серии Keil MCB; для них в составе Keil uVision поставляются различные демонстрационные проекты, адаптированные библиотечные компоненты, такие как стек TCP/IP, файловая система, стек USB, которые зачастую не работают без переделок на платах других производителей);

- основа прототипа готового устройства.

Кроме того, в учебном процессе на основе отладочных плат создаются лабораторные стенды для обучения студентов (рис. 1).



Рис. 1. Лабораторный стенд управления электродвигателем на основе отладочной платы от Atmel

Следующим шагом стал переход от отладочной платы к отладочному комплекту. Такой комплект обычно включает в себя не только саму отладочную плату, но и отладчик или программатор, необходимые кабели, блок питания и прочие средства, которые позволяют быстро развернуть рабочее место.

Кроме того, такой интегрированный комплект по минимальной цене способствует популяризации изделия. Наиболее ярким примером может служить серия отладочных комплектов Discovery компании STmicroelectronics (рис. 2). Недорогой комплект, содержащий на одной плате микроконтроллер с минимальными внешними элементами и внутрисхемный отладчик, периодически

рассылаемый фирмой абсолютно бесплатно в рамках акций или конкурсов, способствовал росту популярности продукции как в России, так и за рубежом.

Для расширения возможности отладочного комплекта производителем разработана дополнительная плата, обладающая большим количеством интерфейсов. Например, для платы STM32F4 Discovery существует подобная плата, содержащая интерфейс Ethernet, графический LCD, камеру и ряд других интерфейсов, отсутствующих на изначальной плате.

Кроме микроконтроллеров, ведущие производители, такие как Texas Instruments, разрабатывают отладочные платы для разрабатываемых интерфейсных микросхем, микросхем питания и даже ряда операционных усилителей, что потенциально позволяет создавать макет готового устройства, соединяя между собой отладочные платы различных компонентов.

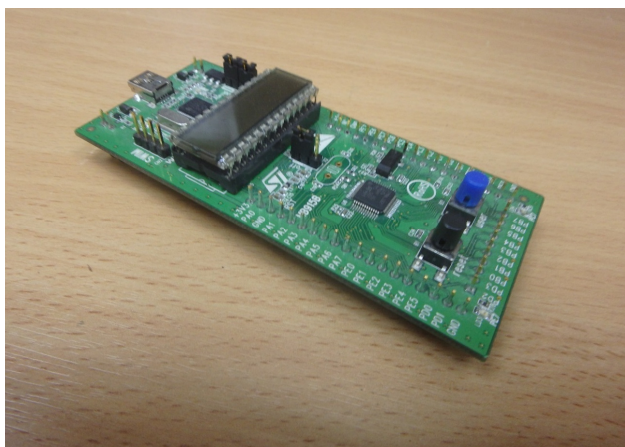


Рис. 2. STM8 Discovery: отладчик и микроконтроллер на одной плате

Наличие подобных плат реально ускоряет разработку нового изделия, поэтому в случае перехода на отечественную элементную базу также возникает необходимость в отладочных платах для компонентов отечественного производства. При этом наличие отладочной платы может стать существенным фактором в пользу использования того или иного элемента. Задача настоящей статьи – познакомить читателя с разработками, сделанными отечественными фирмами в данном направлении.

Одним из крупных игроков на рынке отечественной элементной базы было и остается минское ОАО «Интеграл». Изделия данного предприятия востребованы в оборонной промышленности, в частности микросхемы стандартной логики серий 1533, 1554, 1564. Попытки «Ангстрема» заменить данные микросхемы собственными решениями на основе БМК пока что не при-

вели к должному результату: в большинстве новых устройств все равно видны белорусские разработки.

Однако «Интеграл» разрабатывает не только микросхемы стандартной логики. Предприятием были освоены интерфейсные приемопередатчики, например для RS-232 и RS-485 с военной приемкой и без, микросхемы памяти – как оперативной, так и постоянной, включая микросхемы Flash-памяти с интерфейсом i2C, а также ряд других. Некоторые микросхемы выпускаются в корпусах с военной приемкой. С перечнем таких микросхем можно ознакомиться в работе [1], в разделе «Электронная компонентная база специального назначения».

Практически каждая микросхема, разработанная «Интегралом», является функциональным аналогом того или иного зарубежного продукта, причем совместимость с прототипом доходит до одинакового расположения выводов, в чем сумели убедиться авторы, работая с микросхемами серий 1315 [2] и 1369. Микросхемы обеих серий были полностью совместимы по назначению выводов с зарубежными прототипами: AD840x и AD780 соответственно.

Возможно, рассчитывая на такую совместимость и зная потребителем зарубежных аналогов, разработчики «Интеграла» не создают собственных отладочных средств, даже когда речь идет о собственных разработках предприятия, например о микроконтроллере 188BE2T [3] или ПЛИС 5577XC1T. Правда, по последней микросхеме на сайте присутствовал документ, но найти его на момент написания статьи не удалось. Возможно, поддержка, в том числе предоставление отладочных средств и оказание помощи по внедрению продукции предприятия, оказываются другим способом, но на сайте об этом не написано, хотя мы, задав по электронной почте вопрос по микросхеме 1369EC014, получили в кратчайшие сроки ответ и комплект технической документации.

Во многом аналогичная ситуация складывается и на брянском ЗАО «НТЦ СИТ». Однако здесь вопрос частично решается наличием в открытом доступе электронной документации на каждое изделие предприятия, где обычно приведена типовая схема включения с номиналами компонентов. Фактически большинство разработок «НТЦ СИТ» сопоставимы по сложности с элементной базой, распространенной в конце 1990-х гг.: линейные стабилизаторы, простые операционные усилители, силовые ключи. Любая такая микросхема доступна как в металлокерамическом, так и в пластиковом корпусе для навесного монтажа. Использовать его в конечном устройстве не всегда удобно, но такой корпус, как указывалось выше, удобен для макетирования, что позволяет быстро отладить схемотехническое решение.

Однако этого не всегда достаточно, особенно когда речь заходит об импульсных преобразователях напряжения. Например, авторам не удалось создать удовлетворяющий параметрам питаемого устройства понижающий пре-

образователь на 5 В, используя микросхему K1290ЕФ1Х, поэтому в таких случаях наличие демонстрационной платы было бы нелишним.

Абсолютно иной подход демонстрирует зеленоградская компания «Миландр»: каждая микросхема, выпускаемая компанией, снабжается описанием, чертежом корпуса, а также отладочной (для микроконтроллеров и DSP) или демонстрационной платой (для других микросхем). Фактически исключением являются только микросхемы конфигурационного ПЗУ для ПЛИС, так как отладочная плата, состоящая из российской ПЛИС 5576ХС1Т и ПЗУ 5576РС1У, будет иметь очень высокую стоимость.

Наличие таких плат, а также форума на сайте производителя позволяет достаточно эффективно внедрять разработки компании на предприятиях. Кроме плат, компания распространяет на форуме принципиальные схемы своих отладочных плат, схемотехнику которых возможно использовать в готовом изделии.

С появлением микроконтроллера MDR32F9Q2I (в настоящее время K1986BE92QI) в пластиковом корпусе, а также недорогой отладочной платы (рис. 3) отечественные микроконтроллеры стали доступны не только заводам, но и физическим лицам. Это также способствовало продвижению микроконтроллера в массы. В журнале «Современная электроника» появился цикл статей [3–6], описывающих начало работ с микроконтроллером. Кроме того, были приведены примеры некоторых проектов с использованием данного микроконтроллера [7, 8].



Рис. 3. Отладочная плата производства ПМК «Миландр» для микроконтроллера MDR32F9Q2I

Аналогичный подход демонстрирует и воронежское предприятие «НИИЭТ», занимающееся разработкой DSP и микроконтроллеров на основе ядер MCS-51, AVR, C166, а с недавних пор и на основе Cortex-M4. Практически для любого

микроконтроллера и DSP существуют отладочная плата, рекомендации по настройке популярных сред разработки, например Keil uVision (эта же среда является основной средой разработки и для микроконтроллеров ПМК «Миландр» с ядрами семейства Cortex-Mx). Кроме того, микроконтроллеры «НИИЭТ» поддерживаются и средами разработки CodeMaster компании «Фитон» [9].

Рынок отладочных средств для отечественной элементной базы практически не развит, что является определенным стимулом для появления того или иного разработчика и поставщика подобных средств. Платы, предлагаемые самими разработчиками микросхем, имеют достаточно высокую цену (например, отладочная плата с микроконтроллером MDR32F9Q2I производства ПМК «Миландр» поставлялась по цене 6000 руб., что ограничивало круг потенциальных потребителей не только отладочной платы, но микроконтроллера). Аналогично обстояли дела со средствами разработки для микроконтроллеров и DSP производства «НИИЭТ». В связи с этим легко образовалась ниша производителей более дешевых альтернативных отладочных плат – либо узко ориентированных на решение той или иной проблемы, либо просто имеющих более низкую стоимость.

Одним из пионеров в данной отрасли можно назвать зеленоградскую компанию LDM-Systems, которая уже имела опыт разработки отладочных плат на основе ПЛИС компании Altera, микроконтроллеров семейства AT91 компании Atmel и других изделий зарубежных производителей.

Первой платой на основе отечественного микроконтроллера стала LDM-K1986BE92QI [10]. В несколько видоизмененном виде данная плата поставляется и сегодня [11]. Основная ее особенность заключается в том, что заказчик сам может определить комплектацию, а следовательно, и стоимость приобретаемой платы. Другая особенность – достаточно широкое использование микросхем интерфейсов ПМК «Миландр»: приемопередатчиков CAN и RS-485 в пластиковых корпусах. Также была разработана отладочная плата для высокопроизводительного DSP MCp0411100101 екатеринбургской компании MultiClet.

В дальнейшем предполагалось создание отладочной платы для освоенного «Миландром» микроконтроллера K1986BE1QI (K1986BE1T в пластиковом корпусе), однако компания решила пересмотреть концепцию построения отладочных плат.

Новая концепция получила название Helper и позволила создавать модульные решения из больших блоков. Основой отладочного комплекта является материнская плата, располагающаяся в самом низу и содержащая следующие функциональные узлы:

- схемы питания;
- разъемы и приемопередатчики коммуникационных интерфейсов: RS-485, RS-232, CAN, Ethernet, USB-Host и Device, а также некоторые другие;

- кнопки и светодиодные индикаторы, которые дублируются на некоторых процессорных платах;
- держатель карты памяти;
- инкрементный энкодер;
- разъемы для крепления графических дисплеев и др.

Для монтажа плат присутствует разъем расширения, на который предполагается установка нескольких плат этажеркой. Это могут быть как процессорные платы, так и платы интерфейсных устройств, например разработанный недавно модуль интерфейса ARNIC-429 [12].

Одной из первых процессорных плат стала обещанная плата с микроконтроллером K1986BE1QI, ранний вариант которой показан на рис. 4. Плата состояла из микроконтроллера и микросхемы Flash-памяти, также были распаяны светодиоды и кнопки, которые дублировали установленные на материнской плате.



Рис. 4. Ранний вариант платы LDM-Helper с установленной процессорной платой с микроконтроллером K1986BE1QI

На сегодняшний день поставляется вариант платы с микроконтроллером как в пластиковом, так и металлокерамическом корпусе (с рабочим диапазоном 0–70 °С). Присутствовала также плата с DSP Multiclet. В дальнейшем появились платы с микроконтроллерами K1986BE92QI, содержащие, кроме всего прочего, микросхемы интерфейса Ethernet (ПКК «Миландр» поставляет только платы с интерфейсной микросхемой 5600BG1Y для отладочных плат с микроконтроллером K1986BE91T), микроконтроллерами K1986BE4YK, ПЛИС фирмы Altera. В составе комплекта поставляется также пустая макетная плата, что позволяет пользователю самостоятельно собирать внешние узлы, которые необходимо подключить к микроконтроллеру или ПЛИС.

Другим независимым разработчиком отладочных плат на отечественной элементной базе стала компания «Десктоплат». Данные платы больше ориентированы на построение систем управления различными силовыми нагрузками, поэтому, помимо микроконтроллера и интерфейсных микросхем (приемопередатчика RS-485), содержат силовые ключи K1128KT4 производства «НТЦ СИТ»; схемы питания микроконтроллеров также выполнены на линейных стабилизаторах этого предприятия [13].

Третьим производителем отладочных плат отечественных компонентов можно назвать томскую НПФ «Мехатроника-Про», создавшую отладочный набор для DSP 1867ВЦ5Т производства «НИИЭТ» [14], а также для нового микроконтроллера «НИИЭТ» K1921BK01T [15]. Последняя плата совместима по архитектуре с популярной отладочной платой eZdsp F2812, что позволяет использовать разработку «Мехатроники-Про» в комплекте с платами, разработанными компанией Spectrum Digital. Аналогичная плата была разработана НПФ «Вектор» также на микроконтроллере K1921BK01T [16]. Данная плата имеет совместимость с отладочными платами фирмы Texas Instruments, что также позволяет легче перейти от DSP серии C2000 на отечественный микроконтроллер.

Как видно из приведенного обзора, ситуация с отладочными платами хоть и не плачевная, но достаточно напряженная. Некоторые производители делают ставку на совместимость своих разработок с зарубежными прототипами, что не всегда оказывается верным, другие же стараются снабдить собственные разработки надлежащим не только программным, но и аппаратным обеспечением – отладочными и демонстрационными платами.

Однако за кадром остались такие отечественные предприятия, как «Ангстрем» и «Микрон». В советское время данные заводы являлись одними из ведущих поставщиков отечественной элементной базы. «Ангстрем» сохранял свои позиции и в 1990-е гг. Однако на сегодняшний день предприятие мало что делает для продвижения собственных разработок. Правда, нельзя не отметить обнародование каталогов на сайте предприятия [17], но для продвижения в массы таких специфичных устройств, как микросхем памяти, микроконтроллеров, конфигурационных ПЗУ для ПЛИС, силовых ключей и др., мало выкладывать документацию. Необходимы также отладочные комплекты, схемотехнические решения, образцы разводки, кроме того, нужен форум.

Однако, возможно, именно инертность предприятия-разработчика может оказаться неплохим стимулом для независимых разработчиков и производителей отладочных плат.

Список литературы

1. Интегральные микросхемы [Электронный ресурс]. – URL: <http://integral.by/ru/products/integrated-circuits> (дата обращения: 03.02.2016).
2. Шаронов А.А., Володин В.Д. Сопряжение микроконтроллера 1986BE91T с цифровыми потенциометрами серии 1315ПТ // Современная электроника. – 2016. – № 5. – С. 46–49.
3. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 1. Первое знакомство с микроконтроллером и средствами разработки для него // Современная электроника. – 2012. – № 3. – С. 18–21.
4. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 2. Работа с портами микроконтроллера // Современная электроника. – 2012. – № 4. – С. 24–27.
5. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 3. Системный таймер SysTick // Современная электроника. – 2012. – № 5. – С. 16–17.
6. Голубцов М. Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 4. Сигналы тактовой частоты МК // Современная электроника. – 2013. – № 3. – С. 30–33.
7. Комиссаров В. Микроконтроллеры компании «Миландр» – эффективное средство программирования ПЛИС // Электроника: наука, технологии, бизнес. – 2013. – № 2. – С. 70–75.
8. Шаронов А.А., Бикметов Р.Р. Портирование стека Keil RL-TCPNet на микроконтроллер MDR32F9Q2I // Современная электроника. – 2013. – № 7. – С. 30–33.
9. Средства разработки и отладки для микроконтроллеров 1874BE36, 1874BE 36A, Л1874BE36, Л1874BE36A и микроконтроллеров MCS-196 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.phyton.ru/development-tools/1874ve36> (дата обращения: 05.02.2016).
10. Отладочный комплект LDM-K1986BE92QI [Электронный ресурс]. – URL: <http://milandr.ru/index.php?mact=Products,cntnt01,details,0&cntnt01productid=264&cntnt01returnid=68> (дата обращения: 05.02.2016).
11. Отладочный комплект LDM-K1986BE92QI-H [Электронный ресурс]. – URL: <https://ldm-systems.ru/product/19002> (дата обращения: 05.02.2016).
12. Ануфриев В., Власов А., Ермошкин Н. Комплексный подход к освоению интерфейсов ARNIC-429 и МКИО // Современные технологии. – 2015. – № 8. – С. 18–21.
13. Платы на отечественных компонентах. Четыре платы с микроконтроллером «Миландр» MDR32F9Q [Электронный ресурс]. – URL: <http://we.easyelectronics.ru/ULHEDER/platy-na-otechestvennyh-komponentah-4-platy-s-mikrokontrollerom-milandr-mdr32f9q.html> (дата обращения: 05.02.2016).
14. Отладочный комплект MCB-01 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mechatronica-pro.com/ru/catalog/hardware/71> (дата обращения: 05.02.2016).

15. Модуль разработчика MBS-K1921BK01T [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mechatronica-pro.com/ru/catalog/hardware/43> (дата обращения: 05.02.2016).

16. Отладочная плата VectorCARD K1921BK01T (NT32M4F1) [Электронный ресурс]. – URL: http://motorcontrol.ru/production/controlcards/controlcard_nt32m4f1 (дата обращения: 05.02.2016).

17. «Ангстрем». Продукты [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.angstrom.ru/products> (дата обращения: 05.02.2016).

Получено 09.09.2016

Володин Валерий Дмитриевич – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: wwd777@mail.ru.

Шаронов Андрей Александрович – старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: stepper88@inbox.ru.

Мозжегоров Кирилл Станиславович – магистрант кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: kirill.mozzhegorov@yandex.ru.