

Современные учебные системы

В статье рассматривается учебное оборудование, предназначенное для практического изучения современных технологий, применяемых в таких отраслях, как микроэлектроника, цифровые технологии, IT, телекоммуникации и связь.

Сергей Карданец
kardanets@prist.ru

Применение при обучении лабораторных тренажеров и стендов, созданных с использованием современных технологий, — важная составляющая учебного процесса, особенно при подготовке специалистов для таких быстроразвивающихся отраслей, как IT-технологии, электроника, телекоммуникации и связь и т. п.

Конечно, в рамках этой статьи просто невозможно дать всеобъемлющий анализ рынка оборудования, которое может быть использовано в образовательной сфере при проведении практических занятий со студентами и в исследовательских целях. Именно

поэтому мы решили ограничиться учебными системами одного из мировых лидеров в их производстве — тайваньской компании K&N, а также в достаточно сжатой форме рассказать о технических возможностях обучающих радиокомплектов АКПП.

Учебные системы K&N

Компания K&N, более 30 лет специализирующаяся на разработках и производстве учебных систем, предлагает сегодня ряд решений, которые с успехом используются при подготовке инженеров в ведущих университетах мира, таких, как знаменитый Принстонский (США), испанский Национальный институт телекоммуникаций, Шведская военная академия, Британский технологический институт и др.

Наиболее интересны, на наш взгляд, учебные системы, применяемые при подготовке специалистов по следующим специальностям:

- микроэлектроника, IT, цифровые технологии;
- коммуникации и сети;
- телекоммуникации и связь.

Следует обратить внимание и на то, что практически все учебные системы компании K&N комплектуются подробнейшими руководствами по проведению экспериментов на русском языке.

Учебные системы для изучения микроэлектроники, IT и цифровых технологий

Учебный тренажер MTS-86C (рис. 1) предназначен для изучения архитектуры и системы команд микропроцессора INTEL 8086. Несмотря на то, что 8086-й был создан еще в 1978 г., система команд, использованная в нем, применяется и в современных процессорах. Именно от него берет свое начало популярная сейчас архитектура x86.

Система состоит из пяти основных компонентов: ЦПУ 8086, системной и пользо-

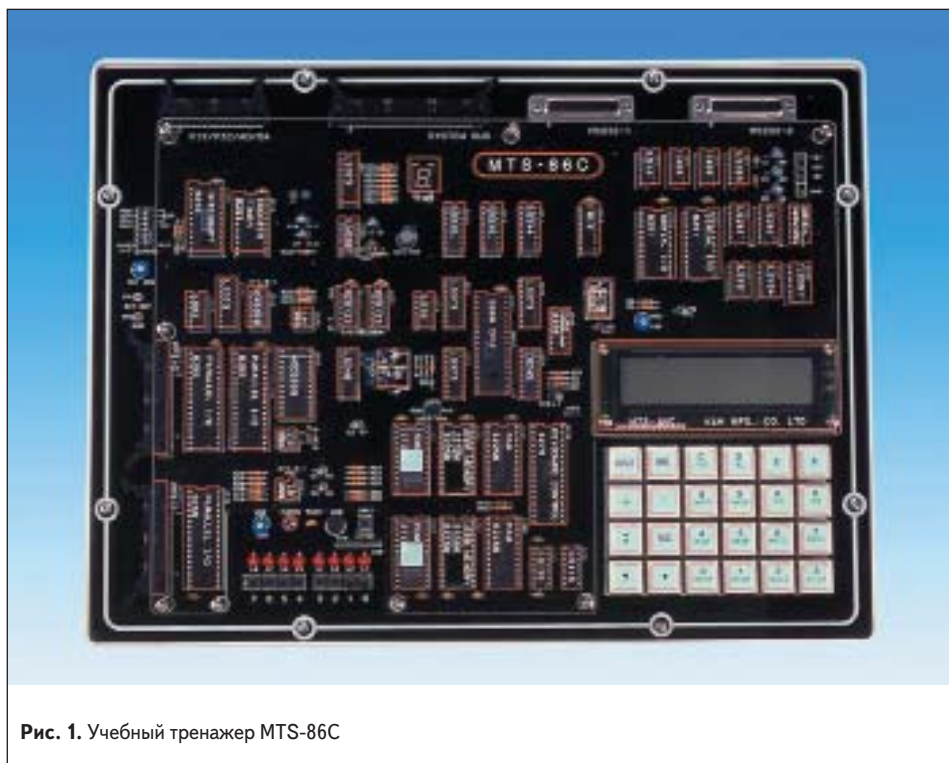


Рис. 1. Учебный тренажер MTS-86C

вательской памяти, комплекта популярных стандартных микросхем, устройств ввода/вывода и внешнего интерфейса. Она позволяет писать и редактировать программные коды с возможностью наблюдения результатов загрузки и выполнения программ из системной памяти. Функции отладки доступны с ПК или с клавиатуры системного интерфейса.

Источник питания и все экспериментальные периферийные устройства установлены в одном корпусе, для проведения экспериментов с 8086-м никакого дополнительного оборудования не требуется. Демонстрационные программы постоянно хранятся в системной памяти. Они позволяют быстро протестировать систему и продемонстрировать ее функциональность.

При изучении различного рода интерфейсов периферийных устройств может оказаться полезным учебный стенд CIC-800A (рис. 2). Он состоит из многофункциональных модулей интерфейсов: блока USB-ICE, модуля ввода/вывода, блока USB-интерфейса, модуля интерфейса RS-232C/Centronics и модулей для выполнения экспериментов. Изучаемые интерфейсы могут быть объединены с модулями расширения.

В комплект поставки входят исходные коды и исполняемые файлы, а также руководство по проведению 29 экспериментов.

Платформой для отработки навыков по созданию аппаратного и программного обеспечения служит лабораторный интерфейс ввода/вывода LabVIEW LV-200 (рис. 3). В комплекте предлагается широкий выбор модулей ввода/вывода и периферийных устройств. Для отображения данных используются светодиодные панели и 7-сегментный светодиодный дисплей. Передача данных между лабораторией LV-200 и компьютером осуществляется через интерфейс USB.

Стенд комплектуется обширным руководством по проведению экспериментов, в котором описана работа схем ввода/вывода и периферийных устройств.

В числе опытов следующие:

- управление цифровым входом/выходом;
- управление цифровым вводом/выводом;



Рис. 2. Учебный стенд CIC-800A

- управление аналого-цифровым и цифро-аналоговым преобразователями;
- управление шаговым двигателем и др.

Дополнительные приложения: счетчик, контроллер шагового двигателя, двухканальный осциллограф, цифровой вольтметр, сбор данных и хранение в EEPROM, двухканальный функциональный генератор.

Будущим специалистам по цифровым технологиям наверняка будет полезно познакомиться на практике с работой микропроцессора Intel 8051, используемого в приложениях контроля в реальном времени. Для изучения его архитектуры и команд компания K&H предлагает тренажер-микрокомпьютер MTS-51 (рис. 4).

Тренажер дает возможность, используя функции ISP и IAP микроконтроллера 89V51RD2BN, входящего в состав системы, загружать по последовательному каналу связи коды программ во флэш-память и оперативно просматривать результаты экспериментов.

С помощью многочисленных стандартных компонентов ввода/вывода MTS-51 дает возможность изучившим его специалистам стать опытными пользователями основных функций управления микроконтроллера 8051.

Безусловный интерес вызывает учебная система для разработки цифровых схем с программируемой логикой (вентильной матрицей)



Рис. 3. Лабораторный интерфейс ввода/вывода LabVIEW LV-200



Рис. 4. Тренажер-микрокомпьютер MTS-51



Рис. 5. Учебная система CIC-310

CIC-310 (рис. 5). В автономную систему разработки CPLD/FPGA входят стабилизированные источники питания постоянного тока, макетные и экспериментальные модули.

Одна из особенностей стенда — наличие программатора для программируемой вентиляющей матрицы (FLEX 8000, 84 контакта), содержащей более 2500 логических элементов. Для загрузки программ в микросхемы последовательных, электрически стираемых ПЗУ (EEPROM) или в программируемую вентиляющую матрицу (FPGA) используется интерфейс RS-232.

В перечень выполняемых экспериментов входят разработка схем комбинационной и последовательной логики, разработка триггерной схемы, разработка и применение счетчиков, разработка и применение арифметико-логических устройств, разработка кодера/декодера и умножителей/делителей, разработка синтезатора частот и сдвиговых регистров, создание и применение цифровых схем.

Учебная система CIC-560 (рис. 6) создана с использованием новейших цифровых тех-



Рис. 6. Учебная система CIC-560

нологий для более детального изучения программируемой вентиляющей матрицы.

CIC-560 состоит из микросхемы FPGA с логическими элементами высокой степени интеграции и большим числом выводов. Студенты могут составлять, реализовывать и проверять базовые и усложненные цифровые схемы, изучать цифровую обработку сигналов и ЦПУ/MCU на микросхемах ППВМ (программируемой пользователем вентиляющей матрицы) с большим количеством элементов и выводов.

Система оснащена аналоговым модулем АЦП/ЦАП, клавиатурой, жидкокристаллическим дисплеем, PS2, VGA, UART, интерфейсом SCI, светодиодами, восьмиразрядными 7-сегментными дисплеями, двигателем постоянного тока и шаговым двигателем. Это позволяет студентам разрабатывать схемы для обработки и цифрового контроля сложных составных сигналов.

Данную систему можно использовать в учебном курсе по электронике, электротехнике, информатике, связи и автоматизации. Она идеально подходит для разработчиков микросхем, инженеров НИОКР, студентов и аспирантов, занимающихся разработкой микросхем и программного обеспечения (ПО).

Учебные системы для изучения курса «Коммуникации и сети»

Особый интерес вызывает учебная система ITS-101A (рис. 7), предназначенная для изучения одной из ключевых составляющих межсетевого взаимодействия в Интернете — набора сетевых протоколов передачи данных TCP/IP.

Система опирается на эталонную семиуровневую модель взаимодействия открытых систем OSI (Open System Interconnection Reference Model), в которой второй (канальный), третий (сетевой) и четвертый (транспортный) уровни играют основную роль в ядрах таких операционных систем, как Linux и Windows, и являются весьма сложными для понимания.

Учебная система по изучению стека протоколов TCP/IP не только позволяет оценить внутренний механизм программного обеспечения, с помощью которого осуществляется межсетевое взаимодействие, но и предоставляет возможность для его модификации при проведении экспериментов.

Перечень лабораторных работ включает более 25 практических заданий, в частности следующие:

- передача и наблюдение за сетевыми пакетами;
- протокол определения адреса (ARP);
- передача информации и контрольные суммы протокола (ICMP);



Рис. 7. Учебная система ITS-101A



Рис. 8. Учебная система ITS-201A

- передача информации с использованием прямой доставки и маршрутизация с помощью шлюза по умолчанию;
- маршрутизация пакетов с использованием TTL;
- отслеживание маршрутизации пакетов по IP-адресам;
- сравнение протоколов TCP и UDP;
- доменная система имен (DNS).

В комплектацию учебной системы ITS-201A (рис. 8) входят HUBOX (хаб), шесть учебных модулей ITS-101A, различные руководства (по эксплуатации, по управлению потоком передачи данных (Flow Control), лабораторное и др.), CD-диск с программным обеспечением и набор необходимых кабелей.

Для изучения новой версии протокола IP — IPv6 — компания K&H разработала четыре учебные системы (серия ITS-200). Данная версия должна помочь решить проблему расширения адресного пространства, возникшую при использовании в Интернете предыдущей версии IPv4. В новой версии для ее решения была увеличена длина адреса — 128 бит вместо 32 бит.

Предназначение серии ITS-200 — помочь студентам получить ясные и всеобъемлющие знания о протоколе и рабочих характеристиках спецификации IPv6.

Самая функционально насыщенная система ITS-200-D включает в себя ITS-201 (хост-клиент), ITS-202 (хост-сервер) и ITS-203 (маршрутизатор). Имея эти три устройства, можно проводить 36 экспериментов, причем как групповых, так и отдельных.

В состав учебного комплекса ITS-200-A входят три устройства ITS-201 (хост-клиенты) и маршрутизатор Cisco 1905/K9. Опционально допустимо использовать маршрутизатор Cisco 1905-SEC/K9 с интеграцией сервисов. Лабораторные работы охватывают второй-седьмой уровни модели OSI. Перечень лабораторных работ включает более 30 практических заданий (на русском языке).

Учебный комплекс ITS-200-C состоит из трех маршрутизаторов ITS-203. Как опцию можно применять устройство ITS-201 (хост-клиент). Комплекс позволяет работать с протоколами статической и динамической маршрутизации (IGP, RIPng соответственно). Используется двухстековая система IPv4 и IPv6. Разрешается динамически изменять конфигурацию учебного комплекса и наблюдать за содержанием таблицы маршрутизации. В перечень практических заданий входят 20 лабораторных работ.

Самый простой комплекс — ITS-200-B. Он содержит хост-сервер ITS-202 и, опцио-



Рис. 9. Учебная система DGS-200

нально, устройство ITS-201 (хост-клиент). Он предназначен для проведения девяти лабораторных работ.

Для экспериментов с беспроводной связью предлагается мощная платформа на базе учебной системы DGS-200 (рис. 9). В состав комплекса входят два модуля — GPS и GSM/GPRS. Их можно использовать как индивидуально, так и совместно. Объединение модулей выполняется по протоколам FAX Class, TCP/IP, NMEA0183, 3GPPTS 27.005 и 3GPP TS 27.007.

В модуле GPS приемник декодирует строки NMEAdata, получаемые со спутника, и выводит их на экран для анализа текущих положения, скорости, направления, времени и т. д.

В модуле GSM/GPRS допустимо использовать команды AT. С помощью программного интерфейса студенты могут отправлять их на модуль контроля GSM/GPRS, а также посылать SMS-сообщения, осуществлять телефонные

звонки с применением гарнитуры и выходить в Интернет.

При одновременном использовании модулей GPS и GSM/GPRS модуль GPS получает значения долготы и широты, которые отправляются в Интернет посредством GPRS и появляются на сайте Google Map.

Пользовательский интерфейс поддерживает удобную и понятную исследовательскую среду. Все эксперименты выполняются поэтапно. Кроме того, описание каждого этапа приведено в руководстве пользователя. Лабораторные работы включают 10 практических заданий.

Учебные системы для изучения курса «Телекоммуникации и связь»

Изучить принципы работы современных цифровых систем связи поможет учебный стенд KL-920 (рис. 10). Его использование вместе с быстродействующими устройствами



Рис. 10. Учебный стенд KL-920



Рис. 11. Учебный модульный тренажер KL-910C

MCU, DSP и FPGA, предоставляет большие возможности для настройки и наблюдения цифровых сигналов на каждой передаче. Стенд обеспечивает передачу цифровых данных в полном формате, включающем стартовый бит, преамбулу, идентификатор, данные с кодированием FEC, CRC и стоповый бит. Все это перед передачей с помощью АМн или ЧМн кодируется манчестерским кодом. DIP-переключатели дают возможность задавать

программируемые данные, скорость передачи данных, идентификатор и шум. При необходимости перед передачей ISM включаются/игнорируются кодирование FEC, механизм CRC и манчестерское кодирование.

Учебные темы включают передачу АМн/ЧМн-сигналов в беспроводном диапазоне ISM, кодек с прямой коррекцией ошибок (FEC) — блочный и сверточный коды, форматирование цифровых данных (преамбула,

ID, FEC и CRC), манчестерское кодирование, транспортировочный кадр SONET (STS-1 и STM-1), TDMA, ИКМ, TDM, DSSS, CDMA, цифровой фильтр и др.

Учебный модульный тренажер KL-910 позволяет проводить свыше 80 экспериментов в области связи, включая цифровое кодирование/декодирование, вычислительную обработку и связанные с ними методы уплотнения. В его составе аналоговый/цифровой функциональный генератор, частотомер, преобразователь напряжения в частоту и др. Все опыты выполняются с применением осциллографа, анализатора спектра и логического анализатора.

Многофункциональная автономная система передатчика и приемника АМ/ЧМ/АМн/ЧМн KL-900С (рис. 11) предназначена для проведения экспериментов по передаче АМ/АМн- и ЧМ/ЧМн-сигналов. Полная система содержит восемь отдельных модулей:

- модули передатчика и приемника АМ;
- модули передатчика и приемника ЧМ;
- модули передатчика и приемника АМн/АМ;
- модули передатчика и приемника ЧМн/ЧМ.

Модули АМ и ЧМ оснащены 8-разрядными DIP-выключателями, необходимыми для обнаружения неисправностей. Имеется всеобъемлющее руководство по проведению экспериментов.

Учебный стенд модели KL-900В создан для изучения только аналоговых устройств радиосвязи. Он позволяет ознакомиться с принципами работы портативной радиостанции, работающей в УКВ-диапазоне на частоте 144 МГц. Ее электрическая схема состоит из четырех блоков: приемника, передатчика, усилителя звуковой частоты и микрофонного предусилителя. Принципиальная схема УКВ-трансивера нанесена на панели учебного стенда, что значительно облегчает изучение принципов работы портативной радиостанции и улучшает восприятие учебного процесса.

В изучении основ телекоммуникационной техники поможет учебный стенд KL-900А.

В его состав входят несложные модули для выполнения экспериментов по изучению принципов работы телекоммуникационного оборудования и для наглядной демонстрации основных понятий в области передачи данных. Наличие встроенного источника электропитания и блока генерации сигналов позволяет обучаемым самостоятельно придумывать и выполнять опыты с использованием осциллографа или анализатора спектра.

На таком стенде можно провести 25 экспериментов по передаче как аналоговых, так и цифровых сигналов.

Для изучения волоконно-оптической связи предлагается учебный стенд KL-900D (рис. 12). В нем волоконная оптика используется в качестве среды связи. Благодаря тому что в KL-900D предусмотрены четыре способа передачи данных (передача внутри модуля, от модуля к модулю, ПК — модуль и модуль — ПК) и разные способы модуляции/демодуляции (CVSD — дельта-модуляция с непрерывно меняющейся крутизной, ЧМн — частотная манипуляция и др.), учащиеся четко представляют себе, на каком принципе основана работа этого вида связи. Как всегда,



Рис. 12. Учебный стенд KL-900D

в комплект входят описания 15 лабораторных работ на русском языке, которые включают, в том числе:

- изучение характеристик волоконного световода;
 - эксперименты с волоконно-оптическими приемниками/передатчиками;
 - эксперименты с взаимодействием световой и волоконной оптики и др.
- Работа с учебным стендом KL-900D покажет, насколько простым и продуктивным может быть использование волоконно-оптических материалов.

Обучающие радиокомплекты АК ИП

Оборудование, предназначенное для обучения, не ограничивается учебными стендами компании K&N. Например, под торговой маркой АК ИП выпускаются три модели обучающих радиокомплектов.

В радиокомплект для изучения параметров антенн АК ИП-9504 (рис. 13) входят источник сигналов (СВЧ-генератор), антенны, приемное и передающее поворотные устройства (дискретность 1, 5 и 10 градусов), управляющее ВЧ-устройство (контроллер), ПО, обеспечивающее управление контроллером, и источник питания.

К устройству прилагаются 16 видов антенн (рамочная, стержневая, рупорная, плоская, спиральная, микрополосковая, полуволновой, четвертьволновой вибратор и т. д.).

В зависимости от частоты излучения сигнала студенты получают возможность исследовать различные типы антенн. Высокочастотный генератор обеспечивает излучение сигналов на частотах 500 МГц, 2 ГГц и 10 ГГц, а также управление поворотным устройством, на котором закреплена антенна.

Используя высокочастотные сигналы для изучения параметров антенн, комплект также позволяет проводить эксперименты и лабораторные работы по изучению распространения радиоволн в различных средах на разных частотах. Антенны различного типа легко заменяются, что обеспечивает наглядность, доступность и удобство демонстрации.

Для изучения особенностей передачи частоты и распространения радиосигнала в микроволновом диапазоне предлагается тренировочный комплект АК ИП-9501 (рис. 14). В него входят 13 радиочастотных модулей (СВЧ-генератор на диоде Ганна, волноводы, детектор, нагрузка, аттенуатор, измерительная линия, антенны и другие элементы тракта). Рабочий диапазон моделирования РЭА составляет от 8 ГГц до 12,4 ГГц, выходной уровень равен 15 мВт.

Тренировочный комплект АК ИП-9501 предоставляет возможность на простых примерах изучить микроволновый диапазон частот как наиболее перспективный в области телекоммуникаций при передаче сигнала на большие расстояния. Высокая степень помехозащищенности микроволн делает этот диапазон частот лучшим для телекоммуникаций и передачи сигнала по воздуху на большие расстояния.

Эксперименты базируются на основных шагах функционирования РЭА: генерация СВЧ-сигнала, передача через антенну или прохождение в радиотракте (волноводном, коаксиальном), прием в ресивере, детектирование сигнала и др.

Оптимальным средством, позволяющим наглядно демонстрировать студентам базовые процессы в радиочастотных трактах и устройствах ВЧ- и СВЧ-диапазона с использованием коаксиальных и волноводных трактов, является обучающий радиокомплект АК ИП-9503 (рис. 15).

Его назначение — теоретическое и практическое изучение функций основных ВЧ-модулей, измерений в частотной области и оборудования для анализа спектра.

Диапазон частот моделирования — от 9 кГц до 3 ГГц. В комплект входят 18 радиочастотных модулей (генератор, управляемый напряжением, — ГУН, коммутатор и модулятор на PIN-диоде, смеситель, усилитель, резонатор, гибридное кольцо, различные нагрузки и т. д.). Основываясь на модульном принципе радиочастотного моделирования для структурного формирования экспериментов, АК ИП-9503 обеспечивает возможность очень простого, гибкого сбора различных схем.

Обучающий комплект позволяет реально проникнуть в сущность волновых физических явлений, временных и частотных измерений, а кроме того, на практике приобщиться к основам построения трактов распространения радиоволн (линий передачи), изучить способы реализации устройств детектирования и приема сигналов (антенны, ВЧ/СВЧ-модули и блоки, устройства сопряжения), а также другие фундаментальные понятия. А в итоге он помогает уяснить, как на практике использовать все эти сложные и важные элементы построения современной РЭА и измерительных приборов.

В инструкциях на все обучающие радиокомплекты АК ИП приведены не только примеры использования модулей, но и теоретические основы изучаемого материала.



Рис. 13. Радиокомплект АК ИП-9504

Безусловно, в рамках одной статьи невозможно дать полноценный анализ всего оборудования, которое может быть использовано в образовательных целях для подготовки специалистов в таких отраслях, как микроэлектроника, ИТ, телекоммуникации и связь, с подробным описанием его возможностей и технических характеристик. Тем не менее надеемся, что даже наш небольшой экскурс в рынок такого оборудования поможет вам сделать правильный выбор.



Рис. 14. Тренировочный комплект АК ИП-9501



Рис. 15. Обучающий радиокомплект АК ИП-9503