



МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПОСРЕДСТВОМ ЗАМЕНЫ ВИРТУАЛЬНЫХ МАКЕТОВ РЕАЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Важным элементом любого учебно-методического комплекса дисциплин в области информационных систем и технологий, являются лабораторные занятия. Освоение материала курса во многом зависит от того, насколько интересно студентам выполнять лабораторные работы.

Несколько лет назад перед автором встала задача сформировать цикл лабораторных работ по дисциплине «Системы реального времени» (СРВ) - особенностью данной дисциплины является тесная взаимосвязь программного и аппаратного обеспечения, с минимальным количеством уровней абстракции между приложениями пользователя и аппаратурой. Первая версия цикла лабораторных занятий предполагала традиционный в таких случаях подход — использование технологий виртуализации для эмуляции систем и фреймворков, позволяющих получить представление о работе компонент систем реального времени.

В рамках дисциплины «Системы реального времени» рассматриваются компоненты таких технологий как «Умный дом» (Smart house), «интернет вещей» (IoT), компоненты встраиваемых систем, робототехника. Аппаратное обеспечение таких систем достаточно разнообразно, и сильно отличается от традиционной аппаратуры, используемой в учебном процессе, при изучении дисциплин направления информационных систем и технологий (персональные компьютеры). В процессе выполнения лабораторных работ было проведено несколько экспериментальных занятий и мастер-классов по работе с микроконтроллерами и программируемыми логическими интегральными схемами (ПЛИС). Студенты проявили чрезвычайный интерес к работе с «железом», поэтому было принято решение модернизировать цикл лабораторных работ, добавив в него работы по созданию элементов встраиваемых систем на базе микроконтроллеров. По прошествии нескольких лет выполнения таких работ, можно сделать некоторые выводы: заинтересованность студентов дисциплиной и процессом выполнения лабораторных работ многократно увеличилась, по сравнению с предыдущими семестрами, когда работы выполнялись в симуляторах; увеличилось количество дипломных работ, связанных с аппаратной составляющей информационных систем, и систем реального времени.

Структурно цикл лабораторных занятий разбит на два блока — блок на виртуальных макетах и блок на реальном оборудовании (Рисунок 1). Виртуальные макеты используются для отработки общих приемов работы с операционными системами реального времени: запуск и блокировка задач; использование



системы приоритетов; управление работой диспетчера задач; использование механизмов синхронизации и межзадачного взаимодействия.

Второй блок лабораторных работ разделен на три части. Работы первой части предполагают знакомство с процессом подключения макета к персональному компьютеру, настройку программного обеспечения для загрузки программы в устройство и написания простых программ - генераторов сигналов. В качестве периферии используются в основном простые световые индикаторы и звуковые излучатели. В качестве программных конструкций студентам предлагается использовать бесконечные циклы, для временных задержек используются «пустые» циклы, не несущие полезной нагрузки. В этом случае между идеей-алгоритмом программы и аппаратным обеспечением отсутствуют какие-либо уровни абстракции. Имея возможность непосредственного взаимодействия с регистрами, памятью и периферийными устройствами студенты получают более глубокие знания о работе аппаратуры.

Следующая часть работ предполагает наличие в системе элементов управления (кнопок, переключателей, интерфейсов) — необходима обработка непредсказуемого потока событий в масштабе реального времени. Здесь наглядно демонстрируются недостатки простых бесконечных циклов, в качестве альтернативы студентам предлагается попробовать реализовать функционал устройства на базе конечных автоматов. Параллельно осваиваются такие периферийные устройства (микроконтроллеров) как генераторы сигналов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), последовательные порты и интерфейсы (например UART/USART, SPI), контроллеры внешних прерываний и др.

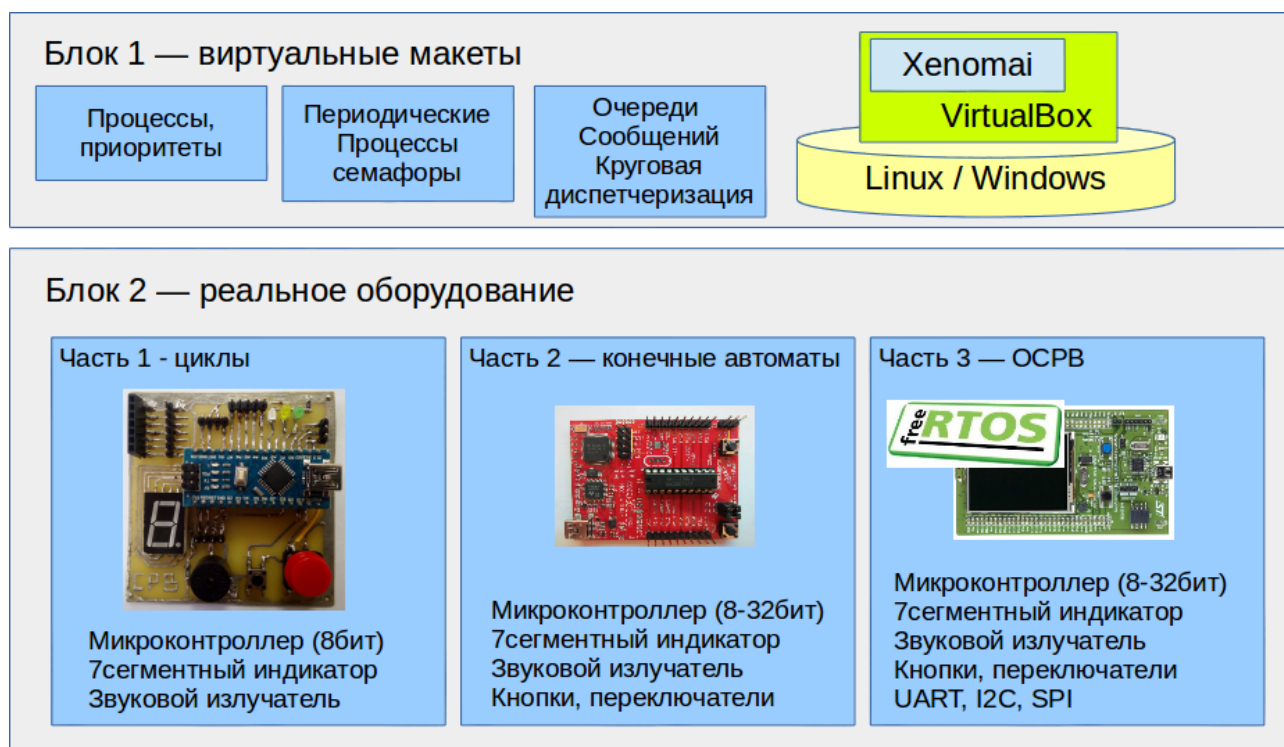


Рисунок 1 – Структура цикла лабораторных работ дисциплины
«Системы реального времени»



Третья часть работ предполагает использование простых операционных систем реального времени (ОСРВ), как альтернативу конечным автоматам. С увеличением количества одновременно выполняемых задач, скорость составления конечных автоматов резко снижается, увеличивается количество ошибок и время отладки программы. Таким образом студенты осознают необходимость применения более удобных программных конструкций — диспетчера задач и ОСРВ. В работах используются ОСРВ «свободных» лицензий и с открытым исходным кодом (например FreeRTOS). Использование программ с открытым кодом позволяет изучить систему «изнутри», попробовать провести собственную модернизацию, или перенос системы на другие аппаратные платформы. Соответственно третья часть работ задействует наибольшее количество периферийного оборудования.

Кроме того, для наиболее талантливых студентов предусмотрена индивидуальная программа с работами повышенной сложности на отдельных макетах, с более совершенной «начинкой», и расширенным набором периферийных устройств. Так например, базовый макет основан на 8ми-битных микроконтроллерах, с набором периферии из сегментного индикатора, нескольких светодиодов, звукового излучателя и нескольких кнопок. В качестве дополнительных заданий, студент может работать с дополнительной периферией — подключать датчики температуры, расстояния, LCD экран и т. п. Макеты для выполнения работ повышенной сложности основаны на более совершенных 32х-битных ARM микроконтроллерах, которые имеют в своем составе более богатую периферию, увеличенный объем памяти, и позволяют решать более интересные задачи. Кроме того, в качестве макетов для выполнения лабораторных работ по индивидуальному плану могут быть задействованы микроконтроллеры других семейств, а также ПЛИС.

Применение такого подхода к формированию лабораторных занятий по дисциплине СРВ в течение нескольких лет, позволяет сделать определенные выводы. Прежде всего — работы с «железом» кардинально повышают заинтересованность студентов, желание «оживить» своими руками реальное устройство является мощным стимулом в освоении дисциплины. Очень часто студенты просят о проведении дополнительных занятий, приходят в свободное от учебы время, чтобы позаниматься на оборудовании. Также для выполнения сложных заданий внутри группы стихийно формируются творческие коллективы, где каждый участник решает свою часть задачи — формируются навыки работы в команде. В целом можно сказать, что методические подходы себя оправдали, дальнейшее развитие предполагает расширение номенклатуры оборудования и формирование наборов, для проведения тематических работ, например в области робототехники и автоматизации производства.