

УДК 372.8

СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ В ХОДЕ ГИБРИДНОГО ОБУЧЕНИЯ

Ахремчик О.Л., Хабаров А.Р.

Тверской государственный технический университет, Тверь, Россия, axremchic@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются трудности и задачи использования программного обеспечения при применении технологий гибридного обучения. Определяется состав изучаемого цифрового устройства. Выделяются модули программного обеспечения для разработки цифровых устройств. Отмечается особенность гибридного обучения, связанная со сложностью макетирования и необходимостью обеспечения совместимости файлов проекта, созданных в онлайн режиме с программными модулями компьютера в лаборатории университета.

Ключевые слова. Гибридное обучение, программное обеспечение, процесс, разработка, цифровое устройство.

Цифровая трансформация промышленности является стратегической задачей, которая предусматривает использование цифровых устройств и форматов обработки данных в ходе конструкторско-технологической подготовки производства и собственно производственного процесса [1]. Наличие персонала, способного разрабатывать, внедрять и эффективно применять цифровые устройства является одним из компонентов индекса цифровой зрелости народного хозяйства в целом и отдельных отраслей и предприятий в частности.

В рамках смены образовательных парадигм в настоящее время образовательный процесс характеризуется набором компетентностных моделей. В ходе обучения в техническом университете у обучаемых должен сформироваться пул компетенций, обеспечивающих подготовку и функционирование цифрового производства. Компетенции могут быть представлены в виде: «Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения»; «Способен осваивать методики применения программных средств для решения практических задач». Формирование компетенций осуществляется в ходе курсового проектирования и практикумов (в том числе проводимых по технологиям гибридного обучения).

Предметом исследования авторов является процесс модернизации лабораторной базы регионального технического университета. Ключевое слово «региональный» символизирует финансовые ограничения при модернизации практикумов, которая является непрерывной.

Цифровые устройства служат базисом для построения автоматизированных, автоматических, интеллектуальных распределенных систем, используемых для поддержки принятия решений при управлении и автоматизации производственных процессов. Цифровые устройства осуществляют получение, обработку, хранение и передачу информации, имеют свою архитектуру (новое по отношению к применявшимся ранее техническим устройствам свойство) и требуют для своей работы наличия программной среды (платформы). Среда обеспечивает реализацию протоколов архивации, передачи и правил преобразования данных.

Авторами под цифровым понимается запрограммированное на реализацию определенного алгоритма устройство, состоящее из больших (сверхбольших) интегральных схем (СБИС). В качестве СБИС могут применяться программируемые логические матрицы, микроконтроллеры, микроЭВМ. В состав устройства входят: преобразователь последовательного интерфейса передачи данных; модули оперативной и постоянной памяти; модули для формирования сигналов с поддержкой звукового формата; аналого-цифровые преобразователи; компараторы; счетчики, таймеры и построенные на их базе генераторы. Соединение цифрового устройства с компьютером в лаборатории должно обеспечиваться по интерфейсу USB без промежуточного хоста [2]. Разрядность и тактовая частота работы устройства могут быть любыми.

Программное обеспечение (ПО), используемое в практикумах для разработки цифровых устройств делится на общее и специальное. Общее ПО представляет собой совокупность программ, поставляемых в комплекте с ЭВМ. В состав общего ПО входит операционная система (системное ПО). Специальное ПО включает множество программных модулей, устанавливаемых в конкретной конфигурации компьютера для реализации информационных, измерительных и управляющих функций.

Анализ опыта ВУЗов Беларуси и РФ показывает, что при выборе программно-технического обеспечения для лабораторных практикумов доминирующим фактором является наличие отладочных модулей, позволяющих не только осуществить симуляцию работы, но и производить физическое макетирование разрабатываемых средств в лаборатории университета [2].

В ходе планирования гибридного обучения разработке цифровых устройств можно выделить две задачи. Первая заключается в организации разработки и симуляции устройства в офлайн режиме. Вторая задача связана с программированием и демонстрацией работы устройства с обсуждением результатов работы в группе.

Задача выбора системного ПО для технологий гибридного обучения в качестве ограничений получает число компьютеров и гаджетов, способных функционировать под управлением выбранной операционной



системы (ОС). Актуальной на сегодняшний день задачей для российских студентов является переход на отечественное системное программное обеспечение. В тоже время, используемые обучающимися программно-технические средства как правило комплектуются импортной ОС. Исходя из того, что выбранная для компьютеров лабораторий технического университета операционная система должна отвечать запросам обучающихся, партнеров-работодателей, научно-техническому уровню промышленных систем при гибридном обучении на компьютер в лаборатории целесообразно устанавливать несколько ОС (или использовать в практикуме несколько компьютеров с разным системным ПО).

В ходе проведения практикумов на факультете информационных технологий Тверского государственного технического университета выявлено, что выбор отечественного системного программного обеспечения влечет за собой неспособность использовать виртуальные среды измерения и моделирования, отладки и диагностирования, применяемые ранее в лабораторных практикумах, курсовом и дипломном проектировании (LabView, MAXII, Keil, MultiSim, Proteus и др.).

Отмеченные особенности снижают потенциал формирования устойчивых практических навыков для получения необходимых компетенций по разработке и программировании цифровых устройств. Так, при установке операционной системы российского производства «РЕДОС» практически оказались недоступными все драйверы, используемые ранее для работы с макетными платами, программаторами и измерительным оборудованием. Предлагаемое производителями на текущий момент лабораторное оборудование продолжает ориентироваться на модификации «Windows» (например, лабораторный стенд «Микроконтроллер PIC» для изучения микропроцессорной техники).

Выбор специального ПО для учебного практикума зачастую определяется характеристиками ПО, а не свойствами разрабатываемого устройства и технологиями обучения [3]. Входящая в состав архитектуры цифрового устройства система команд должна поддерживаться используемой программной средой, что отражает принцип лингвистической совместимости. Кроме лингвистической, ПО должно отвечать требованиям технической, программной, информационной совместимостей.

Учитывая большое разнообразие прикладных программ, используемых при проектировании и отладке цифровых устройств, сформируем требования к составу специального ПО. В ПО входят редакторы: текстовый; графический; базы данных устройств; временных диаграмм; топологии устройства. Дополнительно включаются: блок работы со списками соединений, обработчик, модуль проверки логики работы, разделитель, разводчик.

В ходе верификации схемных решений в специальном ПО используются: симулятор, анализатор временных диаграмм с возможностью их редактирования, компилятор. Работа в ходе учебного прак-

тикума невозможна без встроенного ассемблера и базы данных разделов проекта. Следует отметить, что файлы, описывающие функционирование разрабатываемого устройства имеют разные форматы (машинный код, листинг на С, листинг на ассемблере, набор дополнительных функций). После трансляции разработанного в ходе практического занятия программного кода обучаемыми исследуются временные диаграммы работы и формируются отчеты.

Наличие перечисленных компонентов отражается в цифровом паспорте лаборатории, который доступен студенту для определения набора требований к составу аппаратного и программного обеспечения, необходимого для учебного проектирования.

Отчет в традиционной модели обучения представляется в виде набора документации, временных диаграмм и экранных форм, полученных в ходе моделирования спроектированного устройства в режиме симуляции. Обязательным приложением к отчету является представление работающего физического макета устройства.

В гибридной технологии обучения предполагается, что студенты, подключающиеся к работе в онлайн режиме или выполняющие работу самостоятельно, представляют только отчет. Моделирование может проводиться либо на гаджете обучаемого в удаленном режиме, либо на компьютере лаборатории в дистанционном режиме с обсуждением получаемых результатов. Макетирование на отладочной плате проводится либо преподавателем, либо коллегами по группе. Соответственно в общее программное обеспечение обязательно включаются программы для создания и функционирования видеоконференций, вебинаров. План проведения занятия должен предусматривать операции настройки канала связи, подключения к компьютеру преподавателя, передачу управления удаленному пользователю.

При организации оффлайн режима и работы в группе надо грамотно использовать видеопото, когда необходимо найти компромисс между большим числом деталей при меньшем угле обзора, и большей шириной зоны обзора камеры при большем угле обзора, позволяющей уменьшить число камер, используемых в обучении. Недопустимо, когда в лаборатории для организации гибридного обучения установлена одна камера.

Исходя из описанной последовательности действий гибридное обучение поставило задачу обмена файлами, созданными удаленно с помощью специального ПО с последующим активированием содержимого и получением работающего устройства на макетной плате в лаборатории. Соответственно на гаджете обучаемого должны быть установлены симулятор и компилятор для используемых СБИС. Передаваемые преподавателю файлы должны функционировать совместно с операционной системой, установленной на компьютере учебно-исследовательской лаборатории университета.

По мнению авторов, сложности в модели гибридного обучения вызваны тем, что желательным является применение в качестве основы цифровых



устройств СБИС производства Союзного государства России и Беларуси (например, K1921BK01T). Доминирующим фактором является тип процессорного ядра. Так выбор ядра ARM-Cortex-M3/M4/M4F позволяет изучать одновременно СБИС импортного и российского производства [4]. Совместное использование симуляции и макетирования позволяет получить удовлетворения от процесса разработки.

В условиях гибридного обучения как результат проектной деятельности можно рассматривать отчет о моделировании работы устройства на одной СБИС, а макетирование в лаборатории провести на другом устройстве. При этом обучаемым необходимы навыки проведения сравнительного анализа режимов работы цифрового устройства.

В процессе гибридного обучения большую роль играет выбор платформ для проведения практикумов. Практикум должен предусматривать как симуляцию, так и отладку реального устройства на лабораторном стенде.

Апробация расширенных дидактических приемов гибридного обучения проведена в ходе выполнения работ по дисциплинам «Технические средства автоматизации и управления», «Цифровая схемотехника» и «Микропроцессорные системы» для студентов факультета информационных технологий Тверского государственного технического университета. Результаты апробации завершились расчетом показателей CSAT (Customer Satisfaction) и CDSAT (Customer Dissatisfaction) для студентов-участников процесса гибридного обучения в течение семестра. В 2021–2023 гг. произошло возрастание значения индекса удовлетворенности организацией и содержанием обучения со стороны студентов, рассчитанного на основе анкетирования, проведенного в конце разработки учебного проекта.

Интересным моментом представляется включение в анкету результатов ранжирования обучаемыми разных программных сред, используемых при проектировании. Программа с наивысшим рейтингом является потенциальным кандидатом на продолжение использования в учебном процессе. Программа с минимальным рейтингом подлежит замене.

Особенности применения ПО при гибридном обучении состоят в том, что необходима дополнительная кодировка файлов в форматы, читаемые пользователем в разных программных средах и операционных системах; при оценке работы рассматриваются толь-

ко отчеты без моделирования и функционирования проектируемого устройства в лаборатории.

Четкое представление сложностей применения ПО в условиях гибридного обучения позволяет дополнять методику обучения приемами, способными сократить негативное влияние факторов отложенного макетирования и несовместимости составляющих ПО при формировании требуемых для разработки цифровых устройств компетенций.

Несомненно, трансформация высшего образования, его подстройка под запросы студентов все более требует применения новых моделей и технологий обучения. Быстрое обновление элементной базы цифровых устройств не позволяет оснастить все университеты актуальными на текущий момент программно-текущими средствами. Используемые при гибридном обучении модели позволяют на основе кооперации лабораторий ведущих и региональных университетов предоставлять дополнительные возможности обучаемым для выбора при проектировании комплектов СБИС.

Целесообразным является выделение малых групп для разработки одного устройства по принципу проектного обучения. При этом обмен промежуточными результатами разработки между членами группы происходит в дистанционном формате. Это выявляет недостатки кодирования и представления информации, необходимой для учебного процесса.

Литература

1. Балахонова, И.В. Оценка цифровой зрелости как первый шаг цифровой трансформации процессов промышленного предприятия / И.В. Балахонова. – Пенза: ПГУ, 2021. 276 с.
2. Ахремчик, О.Л. Российский микроконтроллер для практикума по микропроцессорным системам / О.Л. Ахремчик, А.Р. Хабаров // Сб. материалов междунаучно-практ. конф. «Трансформация механико-математического и ИТ-образования в условиях цифровизации». – Минск, БГУ. 2023. С. 167–171.
3. Ожогова, Е.В. Многокритериальный выбор оптимального комплекса программных средств для управления технологическим оборудованием / Е.В. Ожогова и др. // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 10–1. С. 25–31.
4. Козаченко, В.Ф. Практический курс микропроцессорной техники на базе процессорных ядер ARM-Cortex-M3/M4/M4F / В.Ф. Козаченко и др. – М.: Изд-во МЭИ. 2019. 543 с.

SOFTWARE COMPOSITION AND USING IN DIGITAL DEVICE DESIGN UNDER GIBRID TRAINING

O.L. Akhremchik, A.R. Chabarov

Tver state technical university, Tver, Russia, axremchic@mail.ru

Abstract. The difficulties and challenges of using software when using hybrid learning technologies are addressed. The composition of the studied digital device is determined. Software modules for the development of digital devices are allocated. A feature of hybrid learning is noted, associated with the complexity of layout and the need to ensure compatibility of project files created online with computer software modules in the university laboratory.

Keywords. Hybrid training, software, process, design, digital device.