



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-2-16-23>

Оригинальная статья
Original paper

УДК 372.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ В ХОДЕ ГИБРИДНОГО ОБУЧЕНИЯ

О. Л. АХРЕМЧИК, А. Р. ХАБАРОВ

Тверской государственный технический университет (г. Тверь, Российская Федерация)

Поступила в редакцию 18.03.2024

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2024
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2024

Аннотация. Рассмотрены трудности и задачи использования программного обеспечения при применении технологий гибридного обучения проектированию цифровых устройств. Определен состав изучаемого устройства. Показатели качества обучения связаны с выбором программного обеспечения на примере степени удовлетворенности результатом проектирования. Выделены модули программного обеспечения для разработки цифровых устройств. Программное обеспечение разрабатываемого устройства рассмотрено как составляющая лабораторного практикума. Отмечена особенность гибридного обучения, связанная со сложностью макетирования и с необходимостью обеспечения совместимости файлов проекта, созданных в онлайн-режиме, с программными модулями компьютера в лаборатории университета. Предложено создать базу данных учебных проектов для обеспечения преемственности проектирования и формирования стартап-проектов. Приведен пример результатов проектирования цифрового устройства индикации и контроля технологического параметра. Выделены сложности при использовании интегральных схем отечественного производства в учебном проектировании. Рекомендовано проводить гибридное обучение проектированию цифровых устройств в малых группах.

Ключевые слова: гибридное обучение, программное обеспечение, процесс, разработка, цифровое устройство, практикум, проект, результат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Ахремчик, О. Л. Использование программного обеспечения при проектировании цифровых устройств в ходе гибридного обучения / О. Л. Ахремчик, А. Р. Хабаров // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30, № 2. С. 16–23. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-2-16-23>.

SOFTWARE USING IN DIGITAL DESIGN UNDER HYBRID TRAINING

OLEG L. AKHREMCHIK, ALEXEI R. CHABAROV

Tver State Technical University (Tver, Russian Federation)

Submitted 18.03.2024

Abstract. The difficulties and tasks of using software when applying hybrid learning technologies in the design of digital devices are considered. The composition of the device under study has been determined. Indicators of training quality are associated with the choice of software using the example of the degree of satisfaction with the design result. Software modules for the development of digital devices have been identified. The software of the device being developed is considered as a component of a laboratory workshop. A feature of hybrid learning is noted that is associated with the complexity of prototyping and the need to ensure compatibility of project files

created online with computer software modules in the university laboratory. It is proposed to create a database of educational projects to ensure continuity in the design and formation of start-up projects. An example of the design results of a digital device for indicating and monitoring a process parameter is given. The difficulties when using domestically produced integrated circuits in educational design are highlighted. It is recommended to conduct hybrid training in the design of digital devices in small groups.

Keywords: hybrid training, software, process, project, digital device, practicum, design, result.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

For citation. Akhremchik O. L., Chabarov A. R. (2024) Software Using in Digital Design Under Hybrid Training. *Digital Transformation*. 30 (2), 16–23. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-2-16-23> (in Russian).

Введение

Цифровая трансформация промышленности Союзного государства России и Беларуси является стратегической задачей, которая предусматривает повсеместное применение 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, – один из компонентов индекса цифровой зрелости промышленности в целом и отдельных отраслей и предприятий в частности.

В рамках смены образовательных парадигм в настоящее время учебный процесс характеризуется набором компетентностных моделей. В ходе обучения в техническом университете у обучаемых должен сформироваться пул компетенций, обеспечивающих подготовку, функционирование и обновление цифрового производства. Вербально требования компетенций 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 при обучении осуществляется в ходе самостоятельной работы при курсовом проектировании и работы под контролем преподавателя во время лабораторных практикумов.

Широкое применение сегодня получает гибридное обучение с применением дистанционных технологий. В условиях такого обучения большая часть взаимодействия членов проектных команд обеспечивается в дистанционном режиме. При отсутствии научно-обоснованных методик к выбору компонентов практикума дистанционное взаимодействие может быть причиной недостатков, снижающих эффективность образовательных систем и мотивацию к их использованию [2]. Выбор программного обеспечения (ПО) для учебного процесса во многом определяет результаты и эффективность обучения. С учетом высокой скорости развития компьютерных систем и технологий цифровизации обновление ПО в университете происходит непрерывно.

Предмет исследования авторов – процессы модернизации и использования лабораторной базы регионального технического университета. В качестве объекта исследования рассмотрен состав ПО для самостоятельной работы и проведения практикумов при проектировании цифровых устройств.

Процесс модернизации лабораторного оборудования происходит в условиях жестких ограничений на бюджет учебного времени и финансовые ресурсы, на содержание учебно-материальной базы и приобретение ПО [3]. Во многих случаях версии программных продуктов на гаджетах удаленных пользователей (как студентов, так и преподавателей) не совпадают с полнофункциональными версиями в лабораториях и производственных цехах. Поэтому детальный подход к выбору и использованию ПО крайне важен.

Цифровое устройство как объект учебного проектирования

Цифровые устройства служат базисом для построения автоматизированных, автоматических, интеллектуальных распределенных систем, используемых для управления и автоматизации производственных процессов всех отраслей промышленности. Цифровые устройства осуществляют получение, обработку, хранение и передачу информации, имеют свою архитектуру (новое по отношению к применявшимся ранее техническим устройствам свойство, определяющее наличие

ПО в устройстве) и требуют для функционирования наличия программной среды (платформы). Среда обеспечивает реализацию правил преобразования, протоколов архивации и передачи данных о состоянии предметов и продуктов труда.

Под цифровым, по мнению авторов статьи, можно понимать запрограммированное на реализацию и модификацию 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; модули обработки сигналов; аналого-цифровые преобразователи; компараторы; счетчики, таймеры и построенные на их базе генераторы. Соединение реального цифрового устройства с компьютером в лаборатории обеспечивается по интерфейсу USB без промежуточного хоста [4]. Разрядность и тактовая частота работы устройства могут быть любыми.

В результате выполнения учебного проекта обязательным является предоставление комплекта документации на разрабатываемое устройство. Построение и демонстрация действующего макета повышают степень удовлетворенности результатами обучения как со стороны студентов, так и со стороны преподавательского состава. Поэтому на факультете информационных технологий Тверского государственного технического университета (ТГТУ) создаются условия для изготовления работоспособного макета, что при гибридном обучении требует дополнительных усилий.

Курсовое проектирование при гибридном обучении проектированию цифровых устройств выполняется без наличия макетных и отладочных плат у пользователей, и не всегда разработка ведется в тех средах, которые установлены на компьютерах в университете. Создание технической документации и макетов цифровых устройств при учебном проектировании схоже с процессом создания ИТ-продуктов [5]. Курсовые работы и проекты могут рассматриваться в качестве мини-ИТ-проектов с минимальным набором требований, а отсутствие единой среды программирования и отладочных плат является одним из факторов, влияющих на неблагоприятный ход выполнения и завершения проектов [5].

Целевая функция обучения проектированию цифровых устройств определяется через множество показателей качества процесса обучения. Гибридное обучение предоставляет дополнительные преимущества, связанные с возможностью планирования и рационального использования бюджета времени выполнения проекта. Показатели качества являются основными при выборе ПО для учебных и исследовательских лабораторий [6]. Сложность выбора и использования программ заключается в том, что работать команде проектировщиков приходится не только в локальной сети университета, но и дистанционно через глобальную сеть по клиент-серверной технологии. Поэтому качество сервиса при функционировании канала связи имеет значение. При этом используемое ПО должно поддерживать режим авторизации каждого пользователя и обеспечивать надежное хранение промежуточных и окончательных результатов проектирования [7].

Состав программного обеспечения

Используемое в практикумах для разработки цифровых устройств ПО делится на общее и специальное. Общее ПО представляет собой совокупность программ, поставляемых в комплекте с компьютером. В состав общего ПО входит операционная система (ОС) (системное ПО). Также к общему ПО относится комплект программ для администрирования и организации учебного процесса. Функции организации проектирования включают: формирование и представление учебного материала, заданий на этапах работы, тестов для проверки знаний; наблюдение за успеваемостью, процессом изучения контента; проверку результатов с отправкой разделов на исправление; ведение журналов и заполнение отчетов [8].

Специальное ПО включает множество программных модулей, устанавливаемых в конкретной конфигурации компьютера для разработки проекта. В качестве составляющей специального ПО рассматривается прикладная программа пользователя для функционирования разрабатываемого устройства. Драйверы и компиляторы для отладочных модулей обязательно входят в состав специального ПО.

Разрабатываемое в ходе обучения ПО, обеспечивающее функционирование устройств, является переменной составляющей практикума, но на его основе формируется факультетская база данных проектов, которая позволяет обеспечить преемственность разработок и создать условия для подготовки старт-апов, пригодных для коммерческого использования. В процессе гибридного обучения большую роль играет выбор платформ для проведения практикумов. Практикум должен предусматривать как симуляцию, так и отладку реального устройства на компьютере лабораторного стенда. В ходе планирования гибридного обучения разработке цифровых устройств можно выделить задачи: организация разработки и симуляция устройства в офлайн-режиме; программирование и демонстрация работы устройства как в лаборатории, так и дистанционно; обсуждение результатов работы в проектной группе.

В задаче выбора системного ПО для технологий гибридного обучения в качестве ограничитель рассматривается число компьютеров и гаджетов, способных функционировать под управлением выбранной ОС. Актуальным на сегодняшний день является переход на отечественное системное программное обеспечение. В то же время используемые обучающимися программно-технические средства, как правило, комплектуются импортной ОС. Исходя из того, что выбранная для компьютеров лабораторий технического университета ОС 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). Среды программирования и отладки цифровых устройств должны быть кросс-платформенными.

В ходе проведения практикумов на факультете информационных технологий ТГТУ выявлено, что выбор отечественного системного ПО влечет за собой невозможность использовать виртуальные среды измерения и моделирования, отладки и диагностирования, применяемые ранее в лабораторных практикумах, курсовом и дипломном проектировании (например, LabVIEW, MAX II, Keil, Multisim, Proteus и др.). Отмеченные особенности снижают потенциал формирования устойчивых практических навыков для получения необходимых компетенций по разработке и программированию цифровых устройств. Так, при установке операционной системы РЕД ОС (Россия) практически оказались недоступными все драйверы, используемые ранее для работы с макетными платами, программаторами и измерительным оборудованием.

Предлагаемое производителями сегодня лабораторное оборудование продолжает ориентироваться на модификации ОС Windows (например, лабораторный стенд «Микроконтроллер PIC» для изучения микропроцессорной техники). Выбор специального программного обеспечения для учебного практикума зачастую определяется характеристиками ПО, а не свойствами разрабатываемого устройства и технологиями обучения [9]. Входящая в состав архитектуры цифрового устройства система команд должна поддерживаться используемой программной средой, что отвечает принципу совместимости. Оборудование практикума должно также соответствовать требованиям технической, программной и информационной совместимостей.

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

В ходе верификации схемных решений в составе специального ПО используются: симулятор, анализатор временных диаграмм с возможностью их редактирования, компилятор. Работа в процессе учебного практикума невозможна без встроенного ассемблера и базы данных разделов проекта. Следует отметить, что файлы, описывающие функционирование разрабатываемого устройства, имеют разные форматы одного содержания (машинный код, листинг на C, листинг на ассемблере) и сопровождаются дополнительными файлами. После трансляции разработанного программного кода обучающимися исследуются временные диаграммы работы, производится верификация разработки и формируются отчеты.

Наличие перечисленных компонентов ПО отражается в цифровом паспорте лаборатории, который доступен студенту для определения набора требований к составу индивидуальных аппаратного и программного обеспечений, необходимых для учебного проектирования при гибридном обучении.

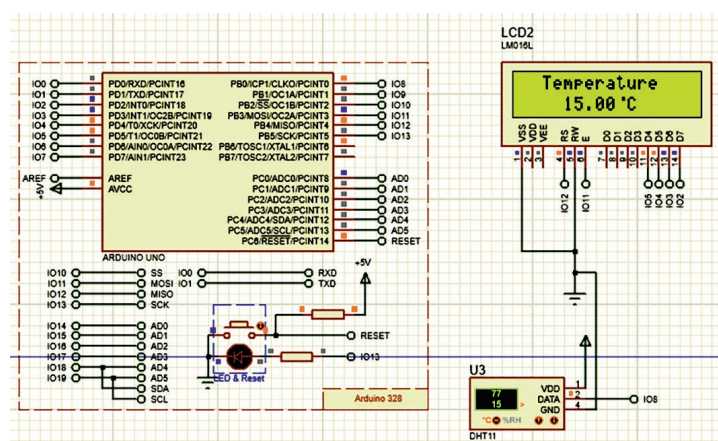
ном обучении. Анализ требований позволяет четко спланировать график посещения и планы занятий в условиях неполного комплекта ПО.

Отчеты о работе в традиционной модели обучения представляются в виде набора документации, временных диаграмм и экранных форм, полученных в ходе моделирования спроектированного устройства в режиме симуляции. Приложением к отчету, повышающим качество проектирования, является работающий физический макет устройства.

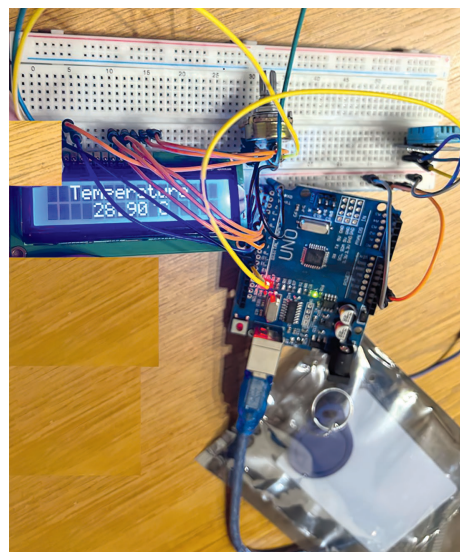
В гибридной технологии обучения предполагается, что студенты, подключающиеся к работе в онлайн-режиме или выполняющие работу самостоятельно, предоставляют только отчет. Моделирование может проводиться либо на гаджете обучаемого в удаленном режиме, либо на компьютере лаборатории в дистанционном режиме с обсуждением получаемых результатов в группе. Макетирование на отладочной плате в онлайн 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.

Практика использования программного обеспечения

При организации дистанционного режима работы участникам образовательного процесса необходимо найти компромисс между большим числом деталей для рассмотрения при меньшем угле обзора и большей ширине зоны обзора камеры, при большем угле обзора, позволяющий уменьшить число камер, используемых в сеансе связи. Исходя из практики применения технологий гибридного обучения в ТГТУ при проектировании цифровых устройств дополнительно выделена задача 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 в макетах СБИС. Симуляция работы проводится удаленно обучаемым (рис. 1, а), а отладка устройства осуществляется в лаборатории (рис. 1, б). Передаваемые файлы должны функционировать совместно с операционной системой, установленной на компьютере университета. Совместное использование симуляции и макетирования позволяет повысить степень удовлетворенности процессами разработки и обучения.



а



б

Рис. 1. Результаты учебного проектирования цифрового устройства контроля и индикации технологического параметра: а – результат симуляции на удаленном устройстве члена проектной группы; б – макет устройства в лаборатории

Fig. 1. The results of the educational design of a digital device for monitoring and indicating a technological parameter: а – result of modeling on a remote device of a member of the design team; б – layout of the device in the laboratory

Особенности применения ПО при гибридном обучении состоят в том, что необходима дополнительная кодировка файлов в форматы, читаемые пользователем в разных программных средах и ОС; при оценке результатов работы часто рассматриваются отчеты без моделирования и функционирования макета цифрового устройства в лаборатории. 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). Доминирующий фактор – тип процессорного ядра. Так, выбор ядра ARM Cortex-M3/M4/M4F позволяет изучать одновременно СБИС импортного и российского производства. В условиях гибридного обучения отчет о моделировании работы устройства можно представить для одной СБИС, а макетирование в лаборатории провести на другой. Обучаемый получает навыки сравнительного анализа режимов работы цифрового устройства.

Апробация расширенных дидактических приемов гибридного обучения проведена авторами в ходе выполнения работ по дисциплинам «Технические средства автоматизации и управления», «Цифровая схемотехника» и «Микропроцессорные системы» для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Информатика и вычислительная техника» в период 2021–2023 гг. Проектирование завершилось расчетом индивидуальных показателей CSAT (Customer Satisfaction) и CDSAT (Customer Dissatisfaction). За три года использования технологий гибридного обучения произошел рост значения индекса удовлетворенности организацией и содержанием обучения со стороны студентов, рассчитанного на основе анкетирования, проведенного в конце разработки учебного проекта. В анкету был включен вопрос ранжирования обучаемыми программных сред, используемых при проектировании. ПО с наивысшим рейтингом продолжает использоваться в учебном процессе. Программа с минимальным рейтингом подлежит замене в ходе обновления и модернизации лабораторного оборудования.

Трансформация высшего образования, его подстройка под запросы студентов и работодателей требуют применения новых моделей и технологий обучения. Быстрое обновление элементной базы цифровых устройств не позволяет комплектовать университеты актуальными сегодня 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 и верификации устройств.

Целесообразным в условиях гибридного обучения для создания одного устройства является составление малых групп, работающих по принципу проектного обучения. Кроме получения навыков командной деятельности, разработка может стать основой в поиске финансирования для доведения устройства до коммерческой эксплуатации в виде стартапа. Обмен промежуточными результатами разработки между членами группы происходит в дистанционном формате. Это выявляет недостатки кодирования и представления информации, необходимой как для учебного процесса, так и для поддержки этапа будущей эксплуатации.

Заключение

1. Задача выбора состава программного обеспечения для проведения самостоятельной работы и практикумов по проектированию цифровых устройств решается постоянно при наличии жестких финансовых и временных ограничений. Также к ограничениям относится число компьютеров и гаджетов, способных функционировать под управлением используемой операционной системы. Выбор программного обеспечения для лабораторий осуществляется на основе рассмотрения показателей качества обучения. В условиях гибридного обучения значительное внимание уделяется графику работ и бюджетированию времени работы над проектом.

2. Проектируемые цифровые устройства содержат модули формирования и обработки сигналов, памяти, передачи данных, прикладные программы. Разработка учебной документации сопровождается отладкой макетов устройств как в лабораториях университета, так и в онлайн-режиме. Представление работающего физического макета устройства в условиях гибридного обучения повышает степень удовлетворенности результатами обучения.

3. В состав программного обеспечения для гибридного обучения проектированию цифровых устройств входит общее и специальное программное обеспечение. К общему относятся опера-

ционная система и программы для организации учебного процесса (в том числе по созданию и функционированию каналов связи, проведению видеоконференций). На компьютерах учебной лаборатории рекомендуется устанавливать несколько операционных систем. Программное обеспечение проектируемых устройств входит в состав специального программного обеспечения, и результаты проектирования сохраняются в базу данных учебных проектов для последующего применения. Основой специального программного обеспечения являются кросс-платформенные программные среды для создания проектов, написания кода, отладки и симуляции макетов цифровых устройств.

4. Четкое представление о составе и сложностях применения программного обеспечения в условиях гибридного обучения позволяет дополнять методику обучения приемами, способными сократить негативное влияние факторов отложенного макетирования и несовместимости составляющих программного обеспечения при формировании требуемых для разработки цифровых устройств компетенций.

Список литературы

1. Балахонова, И. В. Оценка цифровой зрелости как первый шаг цифровой трансформации процессов промышленного предприятия / И. В. Балахонова. Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2021.
2. Условия эффективного применения и развития дистанционных образовательных технологий в высшей школе и дополнительном образовании взрослых / В. А. Гайсенек [и др.] // *Цифровая трансформация*. 2022. Т. 28, № 4. С. 5–11. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2022-28-4-5-11>.
3. Лобатый, А. А. Оптимизация структуры учебного процесса при заданных ограничениях / А. А. Лобатый, Д. А. Конопацкий // *Системный анализ и прикладная информатика*. 2023. № 4. С. 69–73. <https://doi.org/10.21122/2309-4923-2023-4-69-73>.
4. Ахремчик, О. Л. Российский микроконтроллер для практикума по микропроцессорным системам / О. Л. Ахремчик, А. Р. Хабаров // *Трансформация механико-математического и IT-образования в условиях цифровизации: сб. матер. Межд. науч.-практ. конф.* Минск: Белор. гос. ун-т, 2023. С. 167–171.
5. Салапура, М. Н. Проблемы управления курсовым проектированием при формировании профессиональных компетенций IT-специалистов / М. Н. Салапура, В. Н. Комличенко // *Цифровая трансформация*. 2022. Т. 28, № 3. С. 35–42. <https://doi.org/10.35596/2522-9613-2022-28-3-35-42>.
6. Ермаков, С. А. Выбор программного обеспечения для испытательной лаборатории / С. А. Ермаков, Ю. О. Яцына // *Сервис+*. 2021. Т. 15, № 4. С. 96–102. DOI: 10.24412/2413-693X-2021-15-4-96-102.
7. Петухов, А. В. Цифровая трансформация курсового проектирования в условиях пандемии / А. В. Петухов // *Цифровая трансформация*. 2022. Т. 28, № 4. С. 53–61. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2022-28-4-53-61>.
8. Попова, Ю. Б. Автоматизированная система CATS для дистанционного обучения / Ю. Б. Попова // *Системный анализ и прикладная информатика*. 2021. № 3. С. 67–75. <https://doi.org/10.21122/2309-4923-2021-3-67-75>.
9. Многокритериальный выбор оптимального комплекса программных средств для управления технологическим оборудованием / Е. В. Ожогова [и др.] // *Современные наукоемкие технологии*. 2022. № 10-1. С. 25–31. DOI: 10.17513/snt.3934.

References

1. Balachonova I. V. (2021) *Assessment of Digital Maturity as the First Step in the Digital Transformation of Industrial Enterprise Processes*. Penza, Penza State University (in Russian).
2. Gaisenok V. A., Maximov S. I., Klishevich N. S., Brezgunova I. V. (2022) Conditions for the Effective Use and Development of Distance Learning Technologies in Higher Education and Further Education of Adults. *Digital Transformation*. 28 (4), 5–11. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2022-28-4-5-11> (in Russian).
3. Lobaty A. A., Konopacki D. A. (2023) Optimization of the Structure of the Learning Process Under the Given Constraints. *System Analysis and Applied Information Science*. (4), 69–73. <https://doi.org/10.21122/2309-4923-2023-4-69-73> (in Russian).
4. Akhremchik O. L., Chabarov A. R. (2023) Russian Microcontroller for a Workshop on Microprocessor Systems. *Transformation of Mechanical, Mathematical and IT Education in the Context of Digitalization, Col. of Materials of the Int. Scientific and Practical Conference*. Minsk, Belarusian State University. 167–171 (in Russian).
5. Salapura M. N., Komlichenko V. N. (2022) Problems of Course Design Management in the Formation of Professional Competencies of IT Specialists. *Digital Transformation*. 28 (3), 35–42. <https://doi.org/10.35596/2522-9613-2022-28-3-35-42> (in Russian).

6. Ermakov S. A., Yatsyna Yu. O. (2021) Variety of Software for the Testing Laboratory. *Service Plus*. 15 (4), 96–102. DOI: 10.24412/2413-693X-2021-15-4-96-102 ((in Russian).
7. Petukhov A. V. (2022) Digital Transformation of a Course Design in the Context of Pandemic. *Digital Transformation*. 28 (4), 53–61. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2022-28-4-53-61> (in Russian).
8. Popova Y. B. (2021) Automated CATS System for Distance Learning. *System Analysis and Applied Information Science*. (3), 67–75. <https://doi.org/10.21122/2309-4923-2021-3-67-75> (in Russian).
9. Ozhogova E. V., Lubentsova E. V., Lubentsov V. F., Levchenko V. I. (2022) Multi-Criteria Selection of the Optimal Software Package for Control for Technological Equipment. *Modern High-Tech Technologies*. (10-1), 25–31. DOI: 10.17513/snt.3934 (in Russian).

Вклад авторов / Authors' contribution

Авторы внесли равный вклад в написание статьи / The authors contributed equally to the writing of the article.

Сведения об авторах

Ахремчик О. Л., д-р техн. наук, доц., проф. каф. автоматизации технологических процессов, Тверской государственный технический университет

Хабаров А. Р., канд. техн. наук, доц., декан факультета информационных технологий, Тверской государственный технический университет

Адрес для корреспонденции

170026, Российская Федерация,
г. Тверь, набережная Афанасия Никитина, 22
Тверской государственный
технический университет
Тел.: +7 4822 78-93-38
E-mail: axremchic@mail.ru
Ахремчик Олег Леонидович

Information about the authors

Akhremchik O. L., Dr. of Sci. (Tech.), Associate Professor, Professor at the Department of Process Automation, Tver State Technical University

Chabarov A. R., Cand. of Sci., Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Technologies, Tver State Technical University

Address for correspondence

170026, Russian Federation,
Tver, Afanasy Nikitin Embankment, 22
Tver State
Technical University
Tel.: +7 4822 78-93-38
E-mail: axremchic@mail.ru
Akhremchik Oleg Leonidovich