

# §1 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СИСТЕМЫ

Дмитриев С.В., Китайгородский М.Д., Сюткина Ю.П.,  
Фатыхов К.З.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ В ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ВУЗАХ

**Аннотация:** Предметом исследования является организация учебного процесса в вузах с использованием компьютерных технологий. Часть вузов ведут подготовку студентов в технических направлениях. Другая часть – в области гуманитарных, профессиональных и специальных направлений подготовки. Большинство этих вузов вынужденно проходит путь совершенствования компьютерных технологий обучения с применением, в конечном итоге, качественно одинаковых средств обучения, программного обеспечения, фактически дублируя весь необходимый перечень работ. Между тем, требования к знаниям и умениям студентов разных вузов значительно варьируются. В связи с этим актуальны сравнительные исследования требований учебных программ подготовки в целом и отдельных учебных дисциплин с целью унификации компьютерного оборудования и программного обеспечения учебного процесса с одной стороны и обеспечения требований к уровню компьютерной подготовки студентов различных специальностей с другой стороны. Объектом исследования является та часть учебных планов и программ, которая связана с обучением студентов микропроцессорной технике и их программному обеспечению. Автор подробно рассматривает такие аспекты темы как применяемые технологии моделирования микропроцессорных устройств и микроконтроллерных систем с рекомендациями их применения по стадиям развития проекта. Особое внимание уделяется практическому использованию студентом доступных в учебном процессе компьютерных средств и программного обеспечения, причем преимущество отдается самостоятельному выбору студентами тематики проектов и их творческим решениям в процессе работы. Используется системный анализ учебных программ, в частности декомпозиция их на программные кластеры с выделением требований к уровню знаний и умений студентов,

затем проводится классификация и ранжирование направлений подготовки по уровню требований к знаниям и умениям студентов и выделение типовых вузов-представителей по характерным группам уровня требований. Далее формируются требования к техническому оснащению и программному обеспечению вузов на уровне соответствующих требований каждого из выделенных кластеров и реализация экспериментальной проверки предлагаемого подхода на базе выбранных вузов – представителей разных кластеров. Научная новизна предложенного подхода к общей организации обучения микропроцессорным технологиям и программному обеспечению в системе образования заключается: 1. В учете конкретных требований к уровню знаний и умений по всем направлениям подготовки при планировании компьютерного оснащения и программного обеспечения их учебного процесса. 2. В применении методов системного анализа для разделения всех вузов с точки зрения микропроцессорного обучения и программного обеспечения на ранги по уровню требований к знаниям и умениям студентов и для формирования кластеров вузов равного ранга при организации обучения. Основными выводами проведенного исследования являются: 1. Несмотря на широкий диапазон варьирования требований к уровню знаний и умений студентов вузов различных направлений подготовки, может быть выделен базовый, общий для всех вузов уровень подготовки, обеспечивающий уверенное использование всеми студентами знаний на уровне квалифицированных пользователей микропроцессорных и микроконтроллерных технологий, при снижении затрат на организацию базовой микропроцессорной подготовки студентов всех вузов. 2. Микропроцессорная подготовка в вузах с более высокими требованиями к знаниям и умениям студентов, могут проводиться также на основе унифицированных для вузов одинакового ранга компьютерного и программного обеспечения. 3. Предложенное решение экспериментально апробируется в двух вузах. 4. Применение предложенных подходов повышает интерес студентов к изучению микропроцессорных и микроконтроллерных технологий, активизирует их интерес к конкретному проектированию изделий с их практическим использованием.

**Ключевые слова:** базовый уровень обучения, программное обеспечение, организация обучения, дистанционный лабораторный практикум, микроконтроллер, микропроцессорные системы, моделирование, квалифицированный пользователь, системный анализ, кластер

**Abstract:** The subject of research is the organization of educational process in higher education using computer technologies. The majority of universities are preparing students in technical fields. The other part in humanitarian, professional and special training areas. Most of these universities were forced to pass the path of perfection of computer technologies of training with the application, ultimately, qualitatively the same learning tools, software, actually duplicating all the necessary work. Meanwhile, requirements to knowledge and skills of students in different universities vary greatly. In this regard, relevant comparative study of the curricula requirements of the preparation and its individual disciplines with the aim of unifying computer hardware and software support of educational process on the one hand and requirements to the level of computer training students of different specialties from the other side. The object of study is the part of curricula and programmes

*associated with student learning microprocessor technology and software. The author examines such topics as aspects of applied simulation technology microprocessors and microcontroller system with recommendations for their use at the project development stage. Special attention is paid to the practical use of the available student in the learning process of computer tools and software, and the advantage goes to the self-selection of students projects and their creative decisions in the process. Using a systematic analysis of curricula, in particular the decomposition of their software into clusters with allocation of requirements to the level of knowledge and skills of students, then the classification and ranking of areas of training in terms of requirements to knowledge and skills of students and the allocation model of the universities-representatives of typical groups of standards. Further requirements for the technical equipment and software requirements of universities at the level of the relevant requirements for each of the selected clusters and implementation of experimental verification of the proposed approach on the basis of selected universities – members of different clusters. The scientific novelty of the proposed approach to the overall organization of the study of microprocessor technology and software in the education system is: 1. In light of the specific requirements, level of knowledge and skills in all areas of training when planning for hardware and software in their educational process. 2. In the application of system analysis methods for the separation of all institutions from the point of view of a microprocessor learning software grades the level of requirements to knowledge and skills of students and to form cluster universities of equal rank in the organisation of education. The main conclusions of the study are: 1. Despite the wide range of variation for the level of knowledge and skills of students in various areas of training may be basic, common to all universities the level of training that ensures confident use by all students knowledge level qualified users microprocessor and microcontroller technology, while reducing the cost of basic microprocessor organization of training of students of all universities. 2. Microprocessor training in universities with higher requirements for knowledge and skills students may also be held on the basis of unified for schools of the same grade of computer and software. 3. The proposed solution is experimentally tested at two universities. 4. The application of the proposed approach increases the students' interest to study of microprocessor and microcontroller technology, stimulates their interest in the specific design of products with their practical use.*

**Keywords:** *basic level training, computer software, organization of training, remote laboratory practice, microcontroller, microprocessor-based systems, modeling, qualified user, system analysis, cluster*

## Введение

Развитие современного автоматизированного производства характеризуется значительным усложнением решаемых задач. Происходит переход от автоматизации отдельных объектов управления к комплексной автоматизации многих взаимосвязанных объектов, возрастают требования к качественным показателям процесса управления. Качество и стабильность работы различных автоматизированных систем управления во многом

зависят от локальных устройств, осуществляющих функции измерения, преобразования, передачи информации и использования ее для управления.

Для подготовки будущих специалистов в области автоматизации и микропроцессорной техники к профессиональному ориентированию во всем многообразии методических и технических проблем, возникающих при решении конкретных задач автоматизации технологических процессов, необходимо значительно улучшить технико-экономическую подготовку студентов. Это возможно на основе системного подхода, схемной и конструктивной унификации, использования современной элементной базы, цифровых методов и программных средств при решении основных задач управления локальными объектами и технологическими процессами.

Предметом исследования является организация учебного процесса в вузах с использованием компьютерных технологий. Часть вузов ведут подготовку студентов в технических направлениях. Другая часть – в области гуманитарных, профессиональных и специальных направлений подготовки.

Большинство этих вузов вынужденно проходит путь совершенствования компьютерных технологий обучения с применением, в конечном итоге, качественно одинаковых средств обучения, программного обеспечения, фактически дублируя весь необходимый перечень работ. Между тем, требования к знаниям и умениям студентов разных вузов значительно варьируются.

### **Противоречие**

При этом все более явным и значимым становится сложившееся противоречие между имеющимся уровнем компьютерной и программной подготовки обучающихся и объективно существующей необходимостью повышения их роли в общетехнических и профильных дисциплинах и технологиях.

### **Проблема**

Проблема заключается в том, что для повышения уровня компьютерной и программной подготовки студентов отсутствуют резервы аудиторного фонда времени для аудиторных занятий.

### **Актуальность темы**

В связи с этим актуальны сравнительные исследования требований учебных программ подготовки в целом и отдельных учебных дисциплин с целью унификации компьютерного оборудования и программного обеспечения учебного процесса с одной стороны и обеспечения требований к уровню компьютерной подготовки студентов различных специальностей с другой стороны.

Объектом исследования является та часть учебных планов и программ, которая связа-

на с обучением студентов микропроцессорной технике и их программному обеспечению.

Учитывая, что одновременно ведутся разработки методик и инструментария учебных курсов с применением в дистанционном образовании электронных устройств и программирования актуальность темы возрастает. Это позволяет ознакомить студентов практически всех направлений подготовки с необходимыми приёмами применения микропроцессорных устройств, моделирования и программирования на уровне пользователей с удовлетворительной подготовкой.

### Цель работы

Показать резервы в организации дистанционного обучения студентов, позволяющие снизить уровень противоречий в общей организации учебного процесса с учётом требований широкого применения микропроцессорной техники и программирования.

### Решение проблемы

Рассмотрим основные аспекты организации предлагаемых технологий обучения.

#### 1. Использование методов системного анализа.

Используется системный анализ учебных программ, в частности декомпозиция их на программные кластеры с выделением требований к уровню знаний и умений студентов, затем проводится классификация и ранжирование направлений подготовки по уровню требований к знаниям и умениям студентов и выделение типовых вузов-представителей по характерным группам уровня требований.

Далее формируются требования к техническому оснащению и программному обеспечению вузов на уровне соответствующих требований каждого из выделенных кластеров и реализация экспериментальной проверки предлагаемого подхода на базе выбранных вузов – представителей разных кластеров.

Отметим, что научная новизна предложенного подхода к общей организации обучения микропроцессорным технологиям и программному обеспечению в системе образования заключается:

- В учете конкретных требований к уровню знаний и умений студентов по всем направлениям подготовки при планировании компьютерного оснащения и программного обеспечения их учебного процесса.
- В применении методов системного анализа для разделения всех вузов с точки зрения микропроцессорного обучения и программного обеспечения на ранги по уровню требований к знаниям и умениям студентов и для формирования кластеров вузов равного ранга при организации обучения.

#### 2. Моделирование в дистанционных технологиях обучения.

Глобальное внедрение в образование дистанционных технологий требует и в инже-



нерном образовании поиска новых образовательных и технических технологий. Одной из наиболее эффективных технологий обучения является моделирование. Его можно применять в разных формах организации обучения, и на аудиторных занятиях, и в самостоятельной работе студентов. При этом программы моделирования достаточно просто интегрируются в системы дистанционного обучения, в частности, такие как Moodle и Blackboard [1].

В настоящее время число программных средств компьютерного моделирования электронных устройств насчитывает несколько десятков. Используются эти системы и на производстве при разработке радиоэлектронных изделий, и в учебных заведениях для изучения работы радиоэлектронных устройств и приборов, что позволяет активизировать самостоятельную работу студентов, повысить эффективность аудиторных занятий в лабораториях.

При моделировании можно применять разные уровни моделирования, которые зависят от степени приближения модели к реальному устройству. В настоящее время можно рассматривать следующие уровни моделирования: симуляция, эмуляция и имитация.

Симуляция элементов цифрового радиоэлектронного устройства подразумевает отображение изучаемых элементов на экране компьютера схематично в виде окон с набором цифровой или текстовой информации, описывающих состояние устройства. Никакого модельного радиоэлектронного устройства при таком моделировании не существует.

При эмуляции работы устройства требуется наличие эмулятора – радиоэлектронного устройства, содержащего набор индикаторов, показывающих состояние моделируемого устройства. Эмулятор обычно содержит только базовый набор элементов, что ограничивает его использование.

Имитация работы цифрового устройства осуществляется с помощью имитатора, который представляет собой особую макетную радиоэлектронную плату с избыточным набором структурных элементов. Такая макетная плата позволяет смоделировать работу большого числа радиоэлектронных устройств.

При этом имитационное моделирование широко используется не только в техническом образовании [2].

При создании дистанционных лабораторных практикумов используются все указанные виды моделирования. Активно ведутся работы по применению имитационного моделирования и симуляции эксперимента [3], заменяющего натуральный эксперимент его программной реализацией. Наиболее распространенной средой является среда программирования LabVIEW с возможностью реализации виртуальных приборов для проведения удаленных лабораторных практикумов [4].

### 3. Микроконтроллеры в технологиях обучения.

Один из важных разделов изучения современной радиоэлектроники, который также можно реализовать в дистанционной форме, связан с микропроцессорной техникой и, в частности, с микроконтроллерами. Этот раздел важен для изучения в связи с тем, что микроконтроллеры в настоящее время используются во многих промышленных и

бытовых приборах. Микроконтроллеры обладают высокими технико-экономическими параметрами и оказывают существенное влияние на целое поколение приборов и оборудования. Существует множество типов микроконтроллеров, различающихся назначением, структурой, объемом памяти, быстродействием и т.д. Для учебных целей принято несколько типов: микроконтроллеры PIC фирмы Microchip Technology, микроконтроллеры AVR фирмы Atmel и микроконтроллеры архитектуры ARM фирмы ARM Limited.

При проектировании устройств на основе микроконтроллеров и разработке программ для них выполняются определенные этапы разработки проектов: написание текста программы, трансляция, отладка, прошивка программного кода в память микроконтроллера, апробирование работоспособности программы на реальной схеме, анализ выявленных ошибок, корректировка программы по результатам апробирования и повторная отладка. При этом корпус микроконтроллера приходится многократно устанавливать то в программатор, то в рабочую схему, что сказывается на долговечности микросхемы. Обычно корпус выдерживает только несколько десятков установок. Именно поэтому, прежде чем испытывать реальное устройство на микроконтроллере, очень удобно посмотреть работу устройства его модели.

#### 4. Интегрированная среда проектирования MPLAB IDE в лабораторном практикуме.

В лабораторном практикуме по изучению микроконтроллеров PIC фирмы Microchip Technology использована интегрированная среда проектирования MPLAB IDE. Программное средство является средой разработки для микроконтроллеров PICmicro фирмы Microchip Technology Incorporated. MPLAB IDE позволяет проектировать и отлаживать текст программы. Кроме работы с текстом программы в данной среде проектирования можно получить код программы, наблюдать выполнение программы с помощью симулятора или в реальном времени, используя эмулятор, определять время выполнения программы; просматривать текущее значение переменных. MPLAB IDE позволяет работать с несколькими типами программаторов.

Среда MPLAB IDE обеспечивает разнообразные средства симуляции и эмуляции исполняемого кода для выявления логических ошибок. При этом можно использовать большое количество интерфейсных окон, которые позволяют контролировать значения регистров памяти данных и выполнение инструкций микроконтроллера. Быстро и удобно отладить разрабатываемые программы возможно с помощью пошагового выполнения программы, используя системы точек остановки, трассировки сложных условий.

#### 5. Лабораторный блок для отладки программ микроконтроллеров.

Для окончательной проверки программ был разработан универсальный лабораторный блок [5]. В одном блоке объединены программатор для программирования микроконтроллера и устройство, которое служит для изучения работы микроконтроллеров PIC16F84 и PIC18F2550, проверки программного обеспечения для них. Электронный лабораторный блок включает в себя следующие элементы и модули: микропроцессорный блок, состоящий из микропроцессора, схемы тактирования и начального сброса; пере-

ключатель «программирование–работа»; программатор, подключаемый к USB-порту персонального компьютера и служащий для программирования микроконтроллера; семисегментный индикатор – предназначен для вывода графической информации; блок переключателей – служит для обработки какого-либо внешнего события; динамик – предназначен для вывода звукового сигнала различной частоты, задаваемой программой; блок питания – для обеспечения питанием лабораторного блока в режиме «Работа».

При изучении особенностей микроконтроллеров AVR фирмы Atmel использована платформа Arduino с микроконтроллером ATmega328. Arduino представляет из себя особый электронный конструктор, который могут использовать для быстрой разработки электронных устройств как новички, так и профессионалы. Платформа пользуется популярностью благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования специальных программаторов изучения.

#### 6. Лабораторный блок для изучения микроконтроллеров.

Для моделирования различных микропроцессорных устройств на этом типе микроконтроллера, была разработана макетная плата, в которой к плате Arduino UNO подключены различные блоки:

- блок индикации, состоящий из нескольких светодиодов (включая многоцветный RGB-светодиод) и многоразрядного семисегментного индикатора;
- блок переключателей;
- блок датчиков (фоторезистор, интегральный термодатчик, резистивный тензодатчик и потенциометр, позволяющий моделировать различные резистивные датчики);
- блок микроэлектродвигателя с драйвером управления.

Студенты с большим интересом осваивают рассмотренные технологии моделирования при разработке радиоэлектронных устройств на основе микроконтроллеров. В результате этого существенно вырос уровень технических разработок при выполнении курсовых и дипломных проектов. Среди объектов разработок с использованием микроконтроллеров такие работы, как мобильные роботы, автомат подачи звонков, квадрокоптер, автоматизированная теплица, автоматизированный аквариум, управляемый с помощью Интернета, и многое другое.

### Заключение

Несмотря на широкий диапазон варьирования требований к уровню знаний и умений студентов вузов различных направлений подготовки, может быть выделен базовый, общий для всех вузов уровень подготовки, обеспечивающий уверенное использование всеми студентами знаний на уровне квалифицированных пользователей микропроцессорных и микроконтроллерных технологий, при снижении затрат на организацию базовой микропроцессорной подготовки студентов всех вузов.

Микропроцессорная подготовка в вузах с более высокими требованиями к знаниям



и умениям студентов, могут проводиться также на основе унифицированных для вузов одинакового ранга компьютерного и программного обеспечения.

### **Библиография :**

1. Н.Ю. Ершова, И.В. Климов, А.И. Назаров. Опыт использования систем дистанционного обучения для организации самостоятельной работы студентов// Дистанционное и виртуальное обучение. - 2015. - № 11. - С.5-18.
2. В.Р. Глухих, В.А. Шамис, Г.Г. Лёвкин. Использование имитационного моделирования при обучении студентов// Дистанционное и виртуальное обучение. – 2015. - № 10. - С.97-103.
3. Князева Е.М. Лабораторные работы нового поколения // Фундаментальные исследования. - 2012. - № 6 (часть 3) – С. 587-590.
4. Евдокимов Ю.К., Кирсанов А.Ю. Организация типовой дистанционной автоматизированной лаборатории с использованием LabVIEW-технологий в техническом вузе. // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments». Москва, Россия. 14–15 ноября, 2003. – С. 15–17.
5. Китайгородский М.Д., Сельков Д.М. Лабораторный блок для изучения микроконтроллеров. Патент РФ на полезную модель №103652 / опубл. 20.04.2011 (Бюл. №11).

### **References:**

1. N.Yu. Ershova, I.V. Klimov, A.I. Nazarov. Opyt ispol'zovaniya sistem distantsionnogo obucheniya dlya organizatsii samostoyatel'noi raboty studentov// Distantsionnoe i virtual'noe obuchenie. - 2015. - № 11. - S.5-18.
2. V.R. Glukhikh, V.A. Shamis, G.G. Levkin. Ispol'zovanie imitatsionnogo modelirovaniya pri obuchenii studentov// Distantsionnoe i virtual'noe obuchenie. – 2015. - № 10. - S.97-103.
3. Knyazeva E.M. Laboratornye raboty novogo pokoleniya // Fundamental'nye issledovaniya. - 2012. - № 6 (chast' 3) – S. 587-590.
4. Evdokimov Yu.K., Kirsanov A.Yu. Organizatsiya tipovoi distantsionnoi avtomatizirovannoi laboratorii s ispol'zovaniem LabVIEW-tehnologii v tekhnicheskom vuze. // Sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Obrazovatel'nye, nauchnye i inzhenernye prilozheniya v srede LabVIEW i tehnologii National Instruments». Moskva, Rossiya. 14–15 noyabrya, 2003. – S. 15–17.
5. Kitaigorodskii M.D., Sel'kov D.M. Laboratornyi blok dlya izucheniya mikrokontrollerov. Patent RF na poleznuyu model' №103652 / opubl. 20.04.2011 (Byul. №11).