

# ЛАБОРАТОРНЫЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

А.В. Новиков, Е.С. Повернов, Е.В. Сыпин

*В статье рассмотрены основная концепция и описание разрабатываемой лабораторного комплекса с возможностью удаленного доступа через Интернет. Приведены его особенности, основные достоинства и преимущества. Отмечены направления последующих работ.*

Одной из важнейших характеристик современного общества является бурное развитие информационных и коммуникационных технологий, их активное внедрение в производственную, научную и учебную сферы. Этими технологиями затронуты все уровни образования: начиная с начальной школы и заканчивая высшим образованием.

В настоящее время дистанционное образование становится особенно актуальным, так как оно расширяет рынок образовательных услуг, позволяет адекватно и гибко реагировать на потребности в специалистах востребованных рынком труда.

Наиболее эффективным принципом подготовки инженеров является сочетание теоретической и практической подготовок. Это сочетание позволяет с помощью практических занятий закрепить полученные теоретические сведения. При этом существует определенное противоречие между теоретическим и практическим обучением. Наличие определенной материальной базы для проведения лабораторных работ сдерживает изменение теоретического курса. В то же время теоретический курс должен постоянно совершенствоваться, меняться в соответствии с прогрессом в той или иной области. При этом достаточно легко решаемы проблемы предоставления студенту теоретических учебных материалов – для этого используются электронные учебники и лекции. Но процесс инженерного образования немыслим без получения практических знаний и навыков. Как правило, для проведения практических занятий используются компьютерные модели лабораторных стендов и оборудования. Тем не менее, сложно переоценить пользу, с точки зрения качества образования, использования для лабораторных и практических занятий реальных устройств, особенно в области электроники.

Развитие цифровой электроники происходит стремительно, и так же динамично меняются требования, предъявляемые к специалистам в этой области.

Сейчас уже не достаточно знать только аппаратную часть цифровой электроники. Квалифицированный инженер обязан представлять работу того или иного цифрового устройства, как с точки зрения аппаратного построения, так и с точки зрения программных элементов устройства. Такой комплексный подход позволяет подготовить специалистов способных эффективно справляться с задачами разработки, использования и обслуживания устройств цифровой электроники [1].

Основная задача разработчика учебных лабораторных комплексов состоит в том, чтобы на основе современной компьютерной техники создать учебные лабораторные установки с широким диапазоном технических возможностей.

Лабораторный комплекс должен базироваться на новейших достижениях в изучаемой области. Но выполнить это требование не всегда удаётся, так как подобный комплекс имеет часто высокую стоимость. Изготовить лабораторный комплекс, который был бы построен из современных элементов и позволял бы практически изучить последние достижения цифровой электроники с минимальными затратами весьма непростая задача.

Любой лабораторный комплекс строится с учётом необходимости обеспечения наглядности работы исследуемого компонента или метода, что позволяет при выполнении лабораторных работ достаточно легко и эффективно закрепить полученные теоретические знания. Следовательно, необходимо сделать корректный выбор аппаратных средств получения изображения, позволяющих обеспечить такую наглядность.

Кроме затрат на изготовление лабораторного комплекса необходимо учитывать стоимость его последующего обслуживания и необходимость разработки соответствующего методического обеспечения. Добиться сочетания низкой стоимости и низких затрат на последующее его обслуживание задача достаточно сложная.

Резюмируя вышесказанное, были сформулированы следующие требования к лабораторному комплексу для курсов связанных с цифровой электроникой:

- лабораторный комплекс должен обладать гибкостью с точки зрения возможности внесения изменений в состав лабораторных работ;
- изменения состава лабораторных работ не должна сопровождаться большими затратами (не более двух процентов от первоначальной стоимости);
- лабораторный комплекс должен строиться из современных компонентов с применением современных технологий;
- лабораторный комплекс должен опираться на программно-аппаратный подход к изучению цифровых устройств и методов их построения;
- при выполнении лабораторных работ необходимо обеспечить наглядность и ясность в представлении полученных результатов;
- лабораторные стенды должны иметь высокий уровень электробезопасности.

В связи с этим было принято решение о создании лабораторного учебного комплекса с возможностью удаленного доступа через Интернет, базирующегося на этой концепции и решающего проблему дистанционного проведения практических занятий. С учётом специфики поставленной задачи была разработана структурная схема лабораторного учебного комплекса с возможностью удаленного доступа через Интернет (рис. 1).

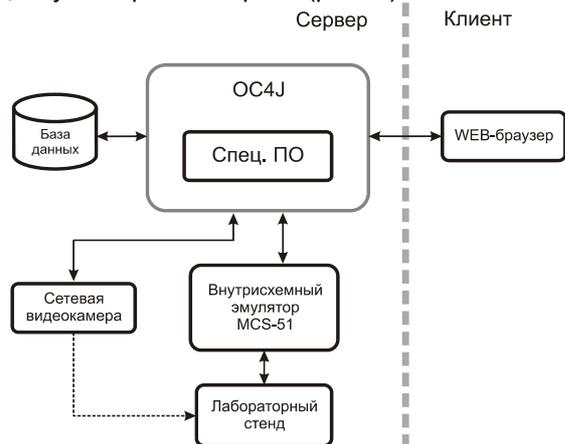


Рисунок 1 – Структурная схема лабораторного учебного комплекса с возможностью удаленного доступа через Интернет

Ниже рассмотрены основные принципы выбора блоков, включённых в структурную схему:

- в качестве операционной системы сервера было решено использовать Red Hat Enterprise Linux AS release 4 (Nahant) как оптимальной с точки зрения надежности и совместимости с продуктами Oracle (Red Hat Enterprise Linux является операционной системой с которой тестирую программные продукты Oracle) [2];

- Oracle Containers for J2EE (OC4J) – являются ядром во время выполнения J2EE и Web-сервисов на Oracle Application Server. OC4J 10g (10.1.3) сертифицирован как полностью совместимый с J2EE 1.4 сервер с поддержкой JCA 1.5, JMS 1.1, JTA 1.0, JNDI 1.2, EJB 2.1, Servlet 2.4 и JSP 2.0. Oracle Application Server 10g – основанная на стандартах интегрированная программная платформа, обеспечивающая полную поддержку технологии J2EE и распределенных вычислений, включающая встроенное ПО для корпоративных порталов, высокоскоростного Web-кэширования, быстрого внедрения приложений, интеграции бизнес-приложений, поддержки беспроводных технологий, Web-сервисов [3];

- в качестве сетевой видеочкамеры было решено использовать недорогую многофункциональную видеочкамеру D-Link DCS-900, как средство удаленного наблюдения за состоянием лабораторного стенда. Сетевая камера D-Link DCS-900 разработана как экономически эффективная система видеонаблюдения дома или малого офиса. Камера подключается к сети Ethernet в здании или широкополосному соединению Интернет. Оснащенная встроенным Web-сервером и программным обеспечением для просмотра изображений с нескольких камер одновременно, данная камера представляет собой завершённую систему для эффективного наблюдения с локального узла или из любой точки мира через Интернет;

- внутрисхемный эмулятор однокристалльной микро-ЭВМ промышленного стандарта MCS-51 (INTEL), подключаемый к серверу (или терминалу, в частном случае) через COM-порт. Используя специальное программное обеспечение, имеется возможность загрузить в эмулятор разработанное программное обеспечение и выполнить его как в пошаговом режиме, так и в режиме реальной работы, а также получить текущее состояние лабораторного стенда, подключенного к эмулятору, средствами сетевой видеочкамеры. При этом имеется возможность проконтролировать все этапы выполнения программы;

## ЛАБОРАТОРНЫЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

– лабораторный стенд, представляющий собой физическое устройство, состоящее из объекта проводимой лабораторной работы (например, микросхемы) и блока индикации, отражающего его состояние;

– для управления и выбора режима работы сетевой видеокамеры и внутрисхемного эмулятора необходим персональный компьютер (сервер), который можно рассматривать как средство ввода и отображения информации (с точки зрения администратора);

– управление и обмен данными между внутрисхемным эмулятором и программным обеспечением сервера (терминала) на низком уровне осуществляется средствами библиотеки `comtArj`, доступной для свободного скачивания на сайте компании Sun. Эта библиотека также представляет собой `jar`-архив и один текстовый файл, необходимый для сохранения настроек;

– все функциональные возможности баз данных, необходимые для реализации ЛК (определение данных, обработку данных и управление данными) в полной мере реализованы в базе данных Oracle. БД Oracle было решено использовать в качестве хранилища данных системы, что позволило также использовать ранее накопленные данные, связанные с работой деканатов БТИ;

– в качестве языка программирования было решено использовать язык программирования Java;

– в качестве средства разработки серверного ПО на языке Java был выбран Oracle JDeveloper 10g.

Выбор внутрисхемного эмулятора в качестве связующего звена между ПК и исследуемым модулем позволяет организовать эффективное взаимодействие между программными и аппаратными элементами комплекса. Кроме того, его применение позволяет достичь гибкости при необходимости изменения изучаемых устройств или методов.

Внутрисхемный эмулятор является одним из мощнейших средств применяемых при разработке различных цифровых устройств. Использование его в составе лабораторного комплекса позволит, помимо решения основной задачи, освоить основные принципы его применения при проектировании и отладке микропроцессорных устройств. Известно, что полный внутрисхемный эмулятор любого микропроцессора имеет довольно высокую стоимость. Для того, чтобы обойти этот недостаток было принято решение о применении неполного внутрисхемного эмулятора. Ограничение некоторых функций эмуляции

позволяет существенно снизить стоимость внутрисхемного эмулятора. Ввиду того, что эмулятор используется не для эмуляции работы реального микроконтроллера, а как центральное звено лабораторного комплекса, некоторое ограничение функций эмуляции вполне допустимо.

В качестве эмулируемого микроконтроллера был выбран микроконтроллер (МК) промышленного стандарта MCS-51 [1]. Выбор подобного МК обусловлен несколькими причинами:

1) Широкая распространенность подобных МК в мире, что необходимо учитывать при использовании в составе лабораторного комплекса [4].

2) Наличие большого количества программных продуктов для данных МК.

3) Низкая стоимость в сравнении с МК, имеющими сравнимые технические характеристики.

Подключаемые к эмулятору или модули иллюстрируют различные методы построения цифровых устройств. Это позволяет подавать на входы этих модулей управляющие сигналы в последовательности заданной тестовой программой. Сигналы на выходах компонентов контролируются средствами визуального отображения (светодиод или семисегментный индикатор) средствами сетевой видеокамеры, а также программными средствами сервера.

На одном из этапов проектирования необходимо определить основные функции и информацию, которую ЛК должен содержать, то есть нужно определить основные темы таблиц базы данных и содержащуюся в них информацию.

Одним из наиболее сложных этапов проектирования, является разработка таблиц базы данных для хранения информации, так как результаты, которые должна выдавать система не всегда дают полное представление о структуре таблиц.

При разработке было принято решение руководствоваться следующими основными принципами:

Таблицы базы данных должны находиться в третьей нормальной форме, т.е.:

- 1) – информация в таблицах базы данных не должна дублироваться;
- информация в таблицах не должна содержать составных значений;
- для каждой таблицы должен быть определен первичный ключ, состоящий из одного поля или комбинации полей, по которому

можно однозначно определить неключевое поле;

– каждое неключевое поле должно зависеть от полного набора полей первичного ключа.

2) Каждая таблица должна содержать информацию только на одну тему, в этом случае данные намного легче обрабатывать, если они содержатся в разных таблицах.

В связи с этим была разработана структура базы данных, ER-диаграмма которой приведена на рис. 2.

Полученная в процессе анализа предметной области концептуальная модель сначала преобразуется в логическую, а затем в физическую модель данных [5].

Физическая модель описывает тип данных и размер полей таблиц. То есть фактически, физическая модель данных представляет собой совокупность описания таблиц, тип данных атрибутов которых зависит от конкретной среды реализации информационной системы.

В состав базы данных ЛК входят следующие таблицы:

1) Lics – содержит общие сведения о студенте.

2) Users – содержит сведения о регистрационном имени и пароле студента, идентификатор уровня доступа к лабораторному учебному комплексу («студент», «преподаватель», «администратор»).

3) Surrender – является базовой в проектируемой базе данных и хранит файлы выполненных и выполняемых студентом ЛР, ее идентификатор, данные о времени создания и обновления этих файлов, отметки студента о выполнении ЛР, отметки преподавателя о выполнении студентом ЛР, идентификатор очередности доступа к внутрисхемному эмулятору.

4) Run – содержит номер шага программы для постановки точки останова в ОЗУ внутрисхемного эмулятора и изображение, позволяющее оценить состояние стенда, подключенного к внутрисхемному эмулятору, на текущем шаге.

5) Labs – хранит идентификатор, описание (документацию) ЛР и образец тестовой программы.

6) Ipcam4labs – содержит идентификатор ЛР, интерпретируемый как номер лабораторного стенда, и IP-адрес сетевой камеры, позволяющей оценить состояние стенда.

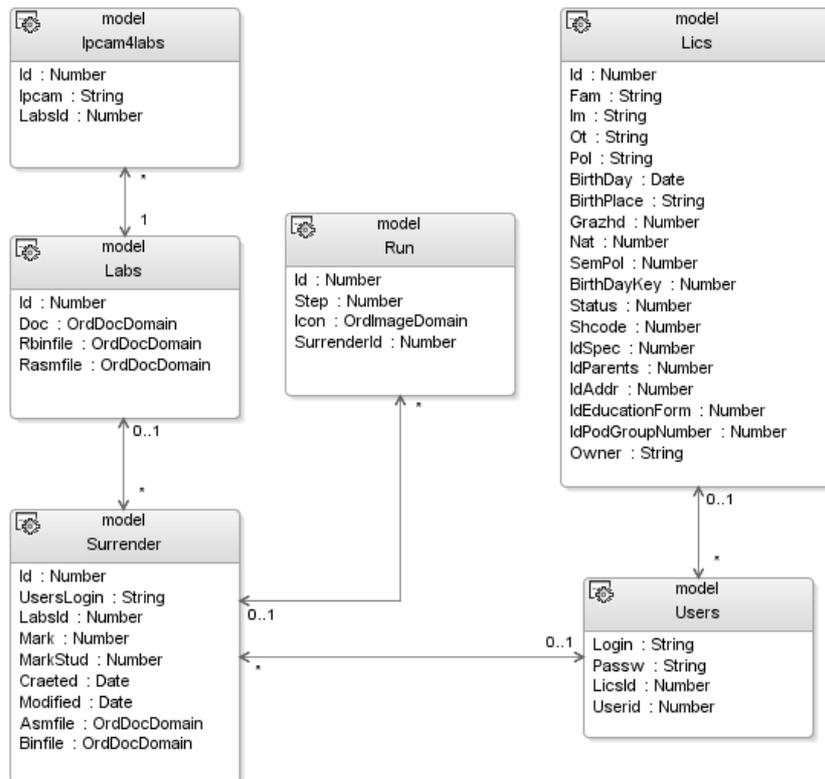


Рисунок 2 – ER-диаграмма схемы базы данных лабораторного комплекса

## ЛАБОРАТОРНЫЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

Выбранная СУБД Oracle 10g позволяет обеспечить многопользовательский доступ к единой базе данных института, при этом возможна одновременная работа нескольких пользователей с информацией, что позволяет гибко распределить обязанности между сотрудниками (например, ввод новой информации о студентах, модификация информации, поиск, формирование отчетов и прочее).

Конфиденциальность информации обеспечивается средствами сервера. Пользователь, администратор или преподаватель при соединении передает серверу авторизующую информацию, определяющую уровень доступа к ЛК. В свою очередь, ЛК передает информацию (User Name, Password, Host Name), авторизующую на сервере баз данных. Системный администратор должен вести соответствующие учетные записи в настройках сервера.

В качестве технологической основы для визуализации системы выбрана WWW технология, которая позволяет осуществлять доступ к лабораторному комплексу посредством Web-интерфейса как с рабочих станций, включенных в информационно - вычислительную сеть института, так и с удаленных рабочих станций, входящих в систему дистанционного обучения ВУЗа.

С точки зрения пользователя, существует лишь Web-интерфейс лабораторного комплекса загрузки тестовых программ, ввода и редактирования отметок о сдаче и информации о ЛР. Однако, в действительности, система состоит из уровней клиента, представления серверной стороны, бизнес-логики, интеграции с существующими информационными системами и уровня данных [5].

База данных хранит всю необходимую информацию. К ней относятся данные непосредственно архива и служебная информация, необходимая для работы серверного приложения. База данных абсолютно не имеет никакой привязки к оболочке, и к ее данным может обращаться какая-либо другая программа. Таким образом, изначально заложена возможность развития лабораторного комплекса вместе со всей системой автоматизации института.

Система жестко привязана к базе данных и выполняет такие функции, как предоставление данных из БД в удобном для пользователя виде и осуществление различные манипуляции с хранящейся информацией.

Работа лабораторного учебного комплекса осуществляется в соответствии с алгоритмом, блок-схема которого приведена на

рис. 3. При старте выводится окно ввода пароля. У пользователя есть только 2 варианта продолжения работы – ввести корректный пароль и войти в систему или выйти из программы. Ввод некорректного пароля вызывает соответствующее информационное сообщение и естественно не приводит к входу в систему. Далее возможны три различных варианта развития событий, в зависимости от априоре присвоенного пользователю уровня доступа:

Уровень доступа «студент». Происходит открытие страниц «Выбор лабораторной работы», затем «Загрузка файла программы» и «Лабораторная работа». Для работы лабораторного комплекса необходимо отправить бинарный файл, который будет загружен в ОЗУ внутрисхемного эмулятора. Стоит оговориться, что лабораторный комплекс может предоставлять ресурсы одного внутрисхемного эмулятора и, более того, одного лабораторного стенда сразу нескольким пользователям. Это осуществляется посредством сохранения в базе данных текущего шага выполнения программы (в пошаговом режиме) и резагрузки в ОЗУ внутрисхемного эмулятора программы каждого пользователя. По возникновению события запроса выполнения следующего шага, происходит сброс внутрисхемного эмулятора, загрузка в ОЗУ соответствующего бинарного файла из базы данных, установка точки останова загруженной программы в соответствии с информацией о номере предыдущего шага и запуск программы на выполнение. По достижении точки останова, посредством сетевой камеры и серверного ПО изображение исследуемого стенда сохраняется в базу данных, используемое при генерации web-страницы.

Уровень доступа «преподаватель». Происходит открытие страницы «Проверка лабораторных работ», на которой представлена информация о выполненных студентами лабораторных работах. Также преподаватель имеет возможность проверить правильность выполнения студентами лабораторных работ, перейдя на страницу «Лабораторная работа» с соответствующим уровнем доступа и, сделать отметки о сдаче или несдаче той или иной лабораторной работы.

1) Уровень доступа «администратор». Происходит открытие страницы «Администратор», на которой имеются возможности создания либо удаления пользователей и просмотра log-файлов событий и ошибок, возникающих при работе лабораторного комплекса.

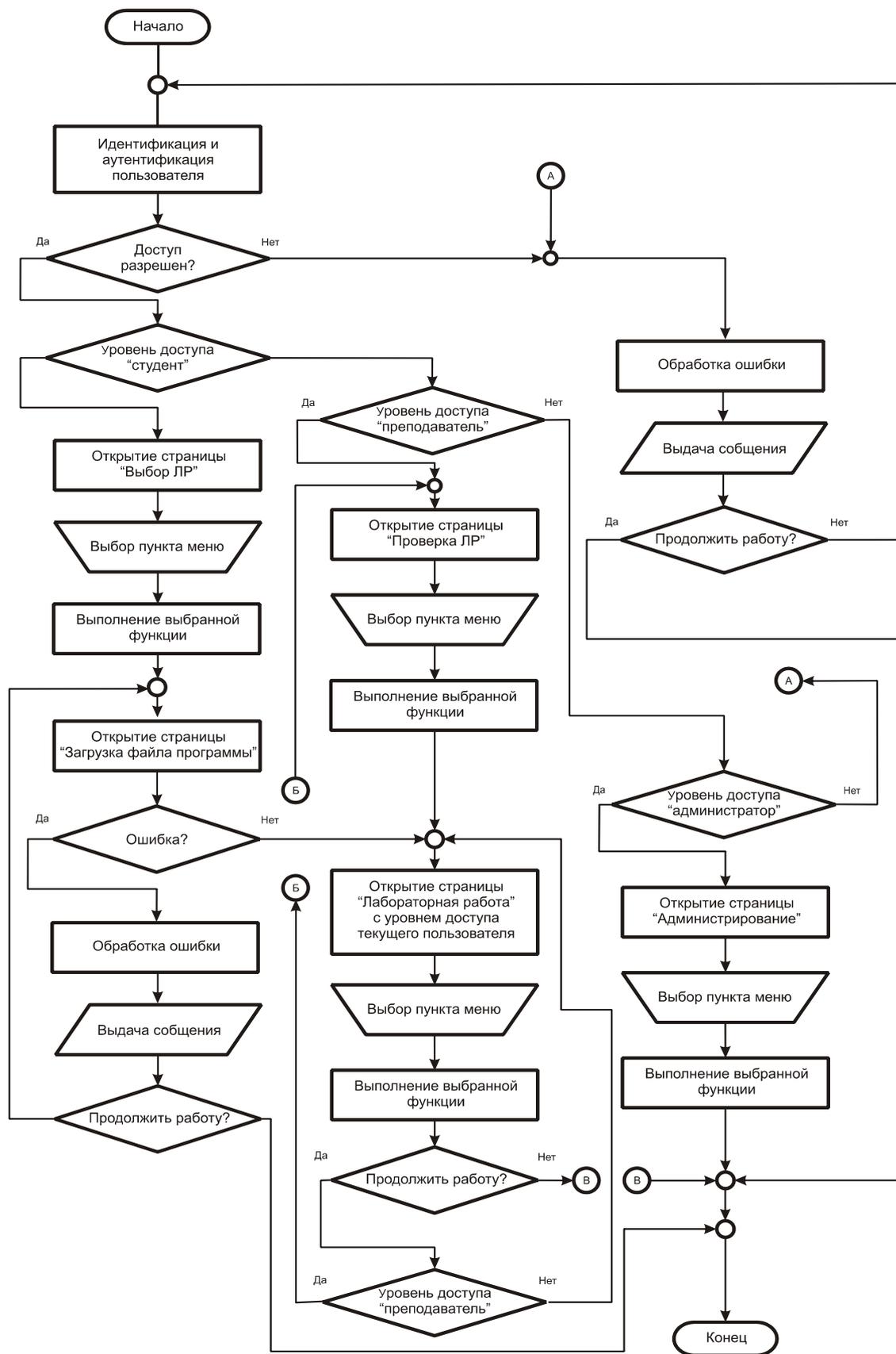


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма работы лабораторного учебного комплекса

## ЛАБОРАТОРНЫЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

Проделанная работа по созданию лабораторного комплекса позволяет сделать следующие выводы:

1) Данный лабораторный комплекс позволяет изучить программирование на языке Ассемблера для одной из наиболее распространённых в мире микро-ЭВМ.

2) При выполнении лабораторных работ изучаются также принципы работы и использования такого мощного аппаратного средства как внутрисхемный эмулятор.

3) Лабораторный комплекс обеспечивает практическое изучение работы типовых компонентов цифровой техники и методов построения цифровых устройств, как с аппаратной точки зрения, так и с точки зрения программных элементов.

4) Комплекс имеет невысокую себестоимость, низкую эксплуатационную стоимость и высокую надёжность с учётом интенсивного использования в учебном процессе.

5) Выбранная структура позволяет обеспечить высокую модернизируемость комплекса, что является существенным при необходимости постоянного совершенствования учебного курса с учётом динамичного развития соответствующей области знаний.

6) Открытая структура комплекса делает выполнение лабораторных работ лёгким и наглядным без ухудшения качества подготовки.

7) Применение лабораторного комплекса для нескольких предметов с небольшими изменениями в составе комплекса позволяет разработать унифицированное методическое обеспечение, что снижает затраты на его издание.

8) Используемое напряжение для питания исследуемых модулей комплекса не превышает двадцати вольт, что удовлетворяет требованию высокой электробезопасности.

Таким образом, представляется возможным использование подобного лабораторного комплекса в учебном процессе по предметам связанным с цифровой электроникой.

### ЛИТЕРАТУРА

1) Сыпин Е.В. Лабораторный комплекс на основе внутрисхемного эмуляторов микроконтроллеров стандарта mcs-51: Методические указания для студентов специальности 190900.- АлтГТУ, БТИ. – Бийск.: Изд-во АлтГТУ, 2000. – 33 с.

2) Электронный ресурс. Oracle on Linux. Oracle Corporation. [http://www.oracle.com/technology/tech/linux/htdocs/oracleonlinux\\_faq.html#3](http://www.oracle.com/technology/tech/linux/htdocs/oracleonlinux_faq.html#3).

3) Электронный ресурс. Oracle® Application Server Release Notes 10g Release 3 (10.1.3) for Linux x86. Oracle Corporation. [http://download-east.oracle.com/docs/cd/B25223\\_01/relnotes.1013/elnotes/toc.htm](http://download-east.oracle.com/docs/cd/B25223_01/relnotes.1013/elnotes/toc.htm).

4) Гребнев В.В. Однокристалльные микро-ЭВМ семейства AT89 фирмы Atmel. – СПб: Fine-Street, 1998.

5) Электронный ресурс. Разработка Java – приложений на Oracle JDeveloper 10g. – Byte Magazine Online. <http://www.bytemag.ru/Article.asp?ID=2867>.

6) Иванова Е.Б., Вершинин М.М. Java 2, Enterprise Edition. Технологии проектирования и разработки. – СПб.: БХВ – Петербург, 2003. – 1088 с.