

**ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
КЫРГЫЗСКОЙ РУСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Б.Н. ЕЛЬЦИНА**

**Диссертационный Совет Д.05.16.532**

На правах рукописи  
УДК 681.3:621.3.038:371.315(043.3)

**ЦЫБОВ НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ**

**Разработка и исследование электронных устройств и программных  
комплексов для задач имитационного моделирования, тренинга и  
обучения**

Специальность: 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной  
техники и систем управления»

**АВТОРЕФЕРАТ**

**Диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Бишкек - 2017**

Работа выполнена в институте автоматики и информационных технологий НАН Кыргызской Республики и Кыргызском Государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова.

Научный руководитель:

Академик НАН КР  
Шаршеналиев Ж.Ш.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, доцент  
Галбаев Ж.Т.

Кандидат технических наук, доцент  
Мамбеталиева С.М.

Ведущая организация:

Учреждение «Международный  
университет Кыргызской Республики»

Защита состоится 24 марта 2017 года в 13 часов на заседании Диссертационного совета Д.05.16.532 в Институте автоматики и информационных технологий Национальной Академии Наук Кыргызской Республики по адресу: 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265, ауд. 118.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национальной Академии Наук Кыргызской республики по адресу: 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265, «а».

Автореферат разослан 20 марта 2017 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета к.ф.-м.н.

Керимкулова Г.К.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования.**

В настоящее время в различных технических системах многих отраслей промышленности широко используются специализированные электронные устройства и микропроцессорные средства, для разработки которых требуются специалисты проектировщики соответствующего уровня профессиональной подготовки. Эффективность подготовки подобных специалистов напрямую связана с необходимостью создания соответствующих тренажерных и обучающих комплексов, ориентированных на использование в своем составе графических языков программирования.

**Целью диссертации** является повышение качественных показателей процесса подготовки инженерных кадров и уровня профессиональной подготовки специалистов проектировщиков в соответствующих отраслях промышленности.

**Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:**

- разработка тренажерного программно-аппаратного обучающего комплекса и быстродействующих многофункциональных электронных устройств измерения;
- разработка виртуальных моделей и упрощенных инженерных методик расчета электронных приборов и компонентов с применением технологий имитационного моделирования с использованием графического языка программирования;
- формирование критериев выбора программ имитационного моделирования, ориентированных на создание тренажерных обучающих комплексов и на профессиональное проектирование электронных приборов.

**Научная новизна** проведенного исследования заключается в следующем:

- дано дальнейшее развитие применения программных сред для моделей имитационного моделирования с графическими языками программирования, что дало увеличение точности проектирования и позволило применить в тренажерных комплексах способ сквозного проектирования многофункциональных электронных приборов;
- сформированы критерии выбора программных продуктов, ориентированных на профессиональное проектирование электронных приборов и на процесс обучения;
- разработаны упрощенные инженерные методики расчета и проектирования многофункциональных электронных приборов и сформированы основные требования для проектирования тренажерных обучающих комплексов.

**Практическая значимость полученных результатов.**

1. Научные результаты, полученные при исследованиях были реализованы в виде соответствующих виртуальных моделей:

- программно-аппаратный тренажерный обучающий комплекс КГУСТА при изучении дисциплин «Электроника», «Электротехника», «Схемотехника»,

«Цифровые микросхемы», «Методы и средства защиты информации» на факультетах «ИСТ», «ИКТ», «ИВТ», «ИГ», «БИС». Результаты исследований позволили организовать комплекс лабораторных работ по выше перечисленным дисциплинам;

– комплект технических электронных средств для задач тренинга и обучения, подтвержденный четырьмя патентами КР на полезную модель (№206-2016, №212-2016, №213-2016, №214-2016) и двумя патентами КР на изобретение (№956-2007, №1607-2014).

2. Научные результаты проведенных исследований были применены в следующих документах:

- в лекциях по специальным курсам;
- в методических указаниях с лабораторным практикумом;
- в учебном пособии с грифом МОиН КР;
- в студенческих курсовых и дипломных работах;
- в учебных и научно-исследовательских лабораторных стендах;

**Экономическая значимость полученных результатов.**

По результатам реализации получен следующий положительный эффект:

- повышение базового уровня теоретических знаний и практических навыков студентов при изучении ими электротехнических дисциплин;
- снижение материальных затрат при организации и техническом оснащении учебной лабораторной базы.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- разработка и исследование многофункциональных электронных устройств для задач имитационного моделирования, тренинга и обучения на примерах проектирования многофункциональных электронных приборов;
- формирование критериев для выбора программ имитационного моделирования одновременно ориентированных на создание тренажерных обучающих комплексов и на профессиональное проектирование электронных приборов;
- разработка и исследование тренажерного программно-аппаратного обучающего комплекса для задач имитационного моделирования, тренинга и обучения.

**Личный вклад соискателя.** Выносимые на защиту научные результаты получены соискателем лично. В опубликованных совместных работах постановка и исследование задач осуществлялись при непосредственном участии под руководством научного руководителя диссертации. В разработке патентов №212-2016, 213-2016, 214-2016 соавтором является Шаршеналиев Ж.Ш. В разработке патентов №956-2007 и №1607-2014 соавторами являются Сомов А.А., Тороев А.А. Янчевский И.В.

**Опробация результатов диссертации.** Основные результаты диссертации были представлены на конкурс и вошли в финал «Лучший инновационный учебно-методический комплекс образовательных программ на основе компетентностного подхода для высших учебных заведений Кыргызской республики» (Бишкек, 2016) и отмечены дипломом министерства

образования КР, представлены на республиканской патентной выставке «Интеллектуальные и инновационные ресурсы – 2016» (Бишкек, 2016), обсуждались на конференциях и симпозиуме: Международный кыргызско-корейский семинар «Применение новейших информационных технологий» (Бишкек 2016); Международная научно-методическая конференция «Технология обучения физики, математики, информатики по новому стандарту и актуальные задачи прикладной информатики» (Бишкек, 2016).

#### **Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.**

Основные результаты диссертации опубликованы в журналах «Вестник КГУСТА» (7 статей), «Известия вузов Кыргызстана» (1 статья), «Проблемы автоматизации и управления» (1 статья), российском научно-аналитическом журнале «Научная перспектива» (4 статьи), а также подтверждены патентами КР (2 патента на изобретение и 4 патента на полезную модель).

#### **Структура и объем диссертации.**

Диссертация содержит введение, четыре главы и три приложения.

Полный объем диссертации содержит 182 страниц, в том числе основного текста 142 страниц, включая 42 иллюстрации и 2 таблицы. В диссертации использовано 100 библиографических источников.

Диссертант выражает искреннюю благодарность научному руководителю, заслуженному деятелю науки и техники КР, академику НАН КР Шаршеналиеву Ж.Ш.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

**Во введении** обоснована актуальность проблемы, определены цели и задачи исследований, представлены основные положения, выносимые на защиту, сформулирована практическая и теоретическая значимость полученных результатов, а также личный вклад автора. Отражена экономическая значимость результатов, результаты опробования и объем публикаций по теме диссертации.

**В первой главе** рассмотрены вопросы современного состояния вопросов имитационного моделирования применительно к проектированию тренажерных программных комплексов и электронных приборов.

Обзор литературы в области имитационного моделирования показал, что попыток исследования программных сред, ориентированных на проектирование программно-аппаратных обучающих тренажеров с целью формирования критериев выбора программных продуктов не обнаружено, из чего возникла задача формирования таких критериев, выбора программной среды, и на ее основе разработки программно-аппаратного тренажерного обучающего комплекса.

**Во второй главе** проведены исследования с позиции формирования критериев выбора бесплатных и онлайн программных продуктов, профессиональных программных продуктов имитационного моделирования

стран СНГ, программных продуктов мировых лидеров имитационного моделирования.

По результатам анализа программных продуктов имитационного моделирования сформированы следующие критерии выбора программных сред, ориентированных на создание тренажерных обучающих комплексов и на профессиональное проектирование электронных приборов. Их суть заключается в следующем:

1. Требования к ресурсам.
2. Наличие русификатора.
3. Поддержка операционных систем.
4. Распространение платное\бесплатное.
5. Скорость моделирования.
6. Наличие функции трассировки плат.
7. Наличие и количество анализов.
8. Вид моделирования цифровые \аналоговые схемы.
9. Количество компонентов.
10. Наличие графики и таблиц.
11. Поддержка ЕСКД, Din, Ansi.
12. Возможность профессионального проектирования.
13. Повторяемость результатов моделирования.
14. Точность расчетов параметров исследуемого сигнала.
15. Наличие интуитивно понятной иерархии доступа к базам данных компонентов;
16. Наличие контрольно-измерительных приборов, приближенных к промышленным аналогам;
17. Возможности генерировать статистические отчеты, отчеты по списку соединений, по перекрестным ссылкам, по свободным секциям, отчеты с информацией о компонентах с выдачей спецификаций компонентов.
18. Функциональные возможности отображения графики моделируемых процессов.
19. Удобство использования анимации. Наглядность вывода на экран динамической графики и графиков временной зависимости.
20. Наличие базы данных электронных компонентов, соответствующей потребностям конкретного региона.

Из всех программ моделирования процессов в электрических цепях, рассмотренных в данном исследовании, наиболее подходящими для целей проектирования тренажерных обучающих комплексов и для профессионального проектирования электронных приборов определены продукты фирмы National Instruments Lab view и NI Multisim. Контрольно-измерительные приборы NI Multisim идеально повторяют промышленные аналоги приборов компаний Agilent и Tektronix – мировых лидеров в изготовлении измерительных приборов.

**Третья глава** посвящена формированию требований к разработке обучающих тренажеров и разработке тренажерного программно-аппаратного

обучающего комплекса (*ПАОК*). Структурная схема модели *ПАОК* организации процесса обучения представлена на рис. 1 (патент КР на полезную модель №206 -2016) [15].

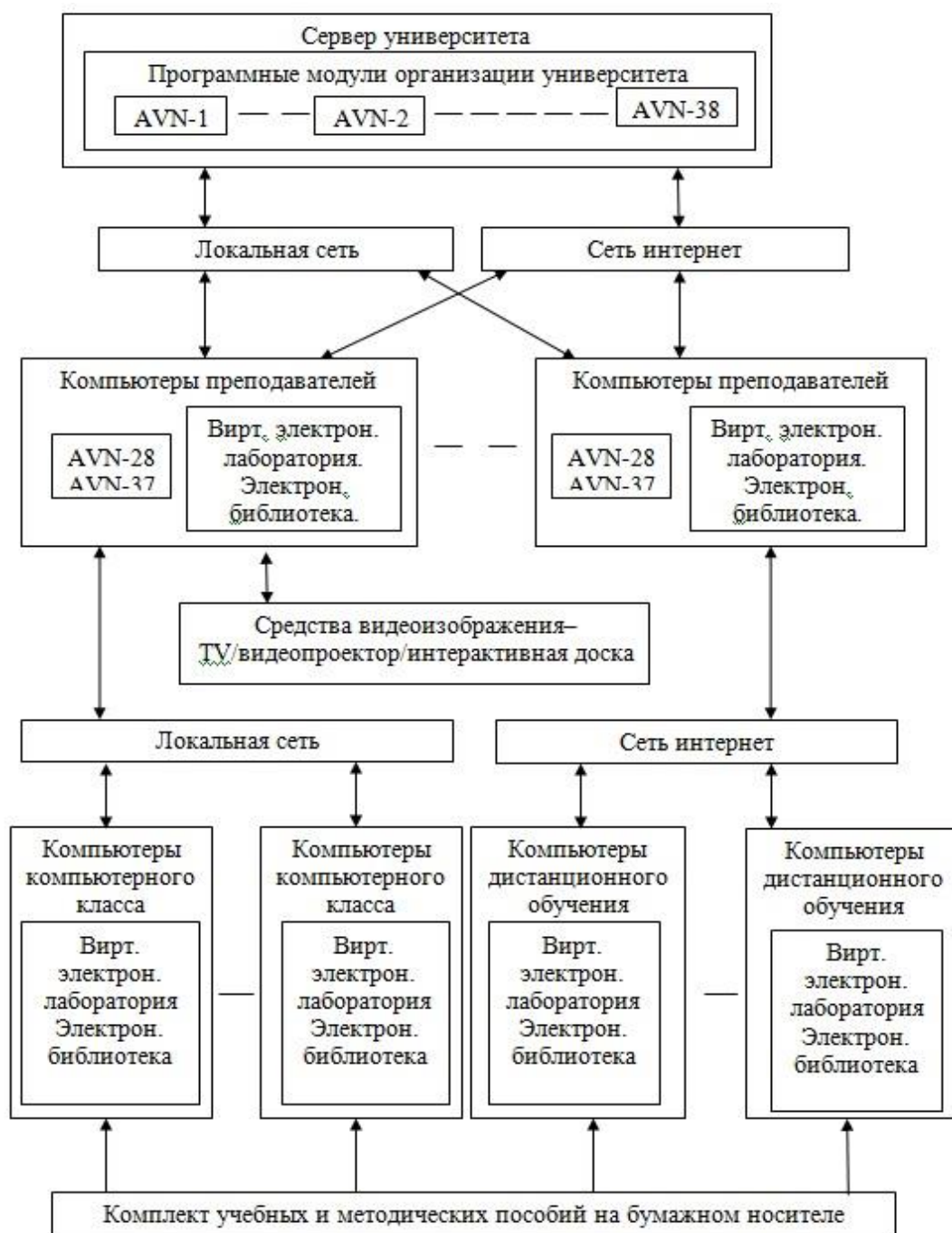


Рис. 1. Программно-аппаратный обучающий комплекс КГУСТА [10, 15]

Новизна *ПАОК* в отличие от существующего аналога (патент RU №119156) заключается в том, что за счет того, что *ПАОК* дополнительно включает в себя виртуальную электронную лабораторию, электронную библиотеку, программную интегрированную среду AVN1-AVN38, преподаватели имеют возможность через интернет канал вводить и

редактировать задание и вести дистанционное обучение. За счет введения в состав *ПАОК* интерактивных средств отображения в процессе лекций возможна одновременная демонстрация моделирования динамических процессов в электронных приборах. В виду широкого набора компонентов и контрольно-измерительных приборов отпала необходимость в «наборном поле», что повысило электробезопасность при выполнении лабораторных работ.

Применение программной среды Multisim 12.0 с графическим программированием позволяет студентам выполнять лабораторные работы с использованием виртуальных контрольно-измерительных приборов максимально приближенных к промышленным аналогам аппаратуры мировых лидеров в приборостроении (Tektronix и Agilent).

*ПАОК* включает учебное пособие с грифом МОиН КР, содержащее лабораторный практикум из 34-х лабораторных работ и методические указания к лабораторному практикуму. Методические указания к лабораторным работам и учебное пособие опробованы и применяются в учебном процессе КГУСТА в течение пяти последних лет.

При создании *ПАОК* сформированы основные требования при проектировании тренажерных обучающих комплексов. Их суть заключается в следующем:

- виртуальная электронная лаборатория должна содержать виртуальные контрольно-измерительные приборы максимально приближенные к промышленным аналогам;
- компоненты и контрольно-измерительные приборы виртуальной электронной лаборатории должны быть запрограммированы с применением графического языка программирования;
- для моделирования электронных устройств необходимо применять программную среду с базой компонентов актуальной для конкретного региона;
- прикладные примеры моделирования электронных устройств должны быть подтверждены упрощенными инженерными расчетами, приведенными в прилагаемых к тренажерному комплексу методических указаниях;
- точность инженерных расчетов параметров электронных компонентов должна выбираться с учетом реального разброса заводских параметров применяемых компонентов;
- в качестве контрольно-измерительных приборов при разработке виртуальных моделей тренажерного комплекса необходимо использовать многофункциональные измерительные приборы;
- электронная библиотека тренажерного обучающего комплекса к каждой лекции изучаемой дисциплины должна содержать теоретический материал, изложенный как минимум тремя другими авторами;
- применение тренажерного обучающего комплекса должно осуществляться совместно с применением дидактических методов повышения восприятия новых для обучающихся знаний.



**Четвертая глава** посвящена разработке упрощенных инженерных методик расчета многофункциональных электронных приборов и разработке шести виртуальных моделей электронных устройств.

Суть упрощенных инженерных методик заключается в следующем:

- провести предварительный анализ структуры принципиальной электрической схемы с позиции частотных и временных характеристик;
- провести предварительный анализ типов компонентов схемы с позиции частотных, временных характеристик и масса-габаритных показателей;
- провести анализ на наличие промышленно-выпускаемых выбранных компонентов и возможность их приобретения;
- при расчете параметра электронного компонента схемы необходимо определить разумную точность расчета в соответствии с разбросом параметров, гарантируемых заводом изготовителем этого компонента;
- в случае если компонент схемы имеет широкий разброс параметров, необходимо применить схемотехнические меры к уменьшению или стабилизации этого параметра;
- по результатам предварительного расчета компонентов схемы в графическом редакторе производится программирование параметров для каждого компонента схемы;
- перед подключением виртуальных контрольно-измерительных приборов необходимо рассчитать выходные сопротивления проектируемого устройства в точках подключения измерительных приборов и запрограммировать входные сопротивления измерительных приборов таким образом, чтобы их подключение не изменяло функционирование проектируемого устройства, а также произвести программирование виртуальных многофункциональных измерительных приборов в соответствии с предполагаемыми функциями и режимами измерений. Особенно необходимо уделить внимание технологическим устройствам коммутации режимов измерений проектируемого устройства при коммутации высокоомных цепей, так как программа Multisim имитирует реально-существующие переключатели, имеющие реальные конечные сопротивления замкнутых и разомкнутых контактов;
- по результатам предварительного расчета и программирования параметров компонентов схемы и параметров контрольно-измерительных приборов необходимо промоделировать режимы работы проектируемого устройства и сравнить результаты расчета и моделирования;
- по результатам анализа моделирования необходимо произвести окончательные расчеты параметров компонентов схемы и убедиться в том, что результаты расчетов соответствуют с требуемой точностью результатам моделирования.

По результатам исследований режимов работы выходных каскадов усилителей НЧ разработана виртуальная модель **прецизионного усилителя НЧ** с номинальной мощностью *600 Вт* при нелинейных искажениях не более *0,002 %*, работающего в диапазоне частот от *0,7 Гц* до *7,3 МГц* (см. рис.2) [9].

Новизна разработанного устройства заключается в том, что:

1. Уменьшение нелинейных искажений усилителя до  $0,002\%$  достигнуто за счет введения в выходной комбинированный каскад резисторов  $R20-R27$  и за счет введения обратных связей по току в эмиттерные цепи транзисторов  $VT10-VT17$  (резисторы  $R28-R31$ ,  $R33-R36$ ).
2. Расширение частотного диапазона в низкочастотной области достигнуто за счет введения во входную цепь устройства цепочки конденсаторов  $C1$ ,  $C2$ ,  $C3$  и введением в цепь обратной связи цепочки конденсаторов  $C5$ ,  $C7$ ,  $C8$ .
3. Расширение частотного диапазона в высокочастотной области схемотехнически достигнуто:
  - за счет введения во входную цепь дифференциального каскада ( $VT1$  и  $VT3$ ) цепочки  $R2$ ,  $C6$ ;
  - введением в цепь обратной связи транзисторов  $VT5$  и  $VT6$  конденсаторов  $C12$  и  $C14$ ;
  - введением в обратную связь усилителя цепочки  $C19$ ,  $R32$ ,  $R37$ ;
  - введением в обратную связь усилителя цепочки  $R39$ ,  $C20$ ;
  - введением в выходную цепь усилителя цепочки  $L1$ ,  $R38$ .
4. Улучшение фазовой характеристики достигнуто за счет расширения частотного диапазона в низкочастотной и в высокочастотной области.

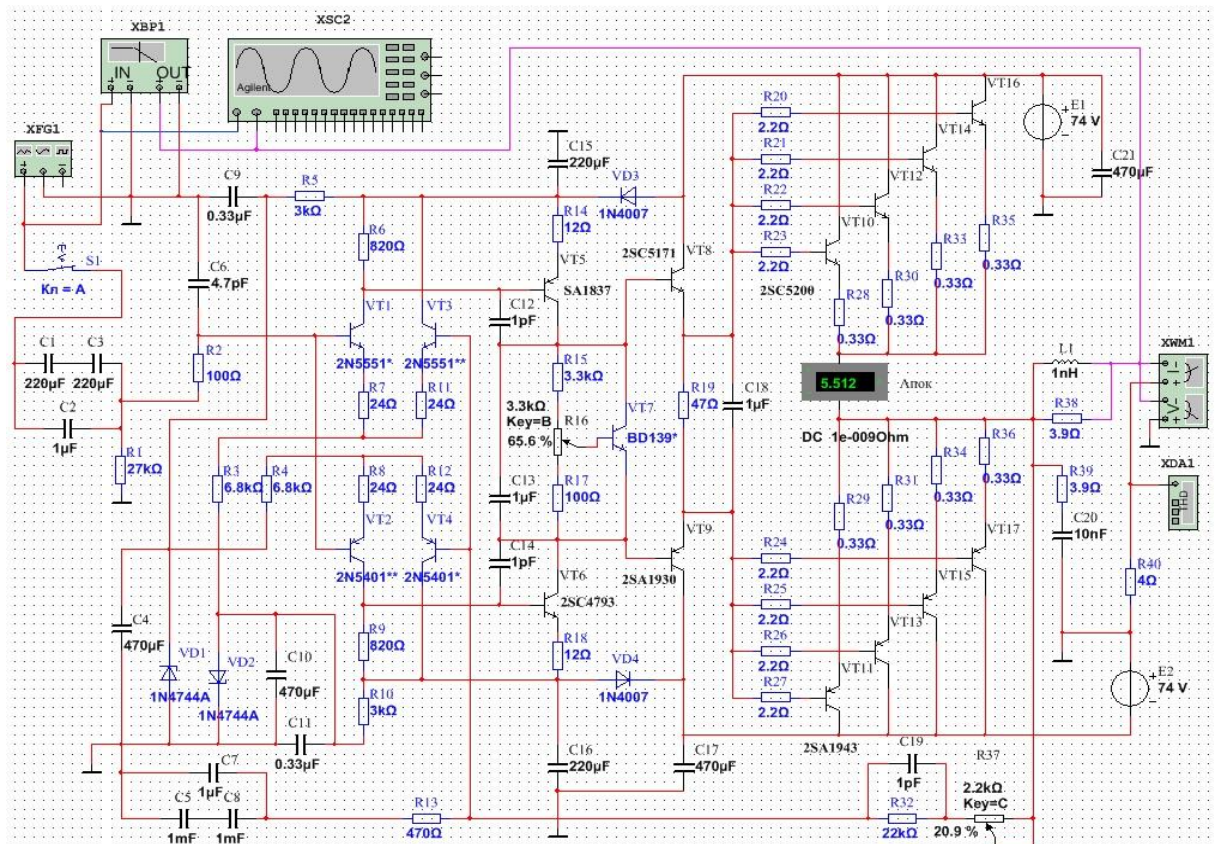


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема прецизионного усилителя НЧ

Применение микропроцессорных систем при создании средств измерений и использование технологий имитационного моделирования позволило разработать совместно с соавтором [16] виртуальную модель **многофункционального мультиметра** (патент КР на полезную модель №2013-2016), совместно с соавтором [17] виртуальную модель **многофункционального цифрового осциллографа** (патент КР на полезную модель №212-2016) (см. рис 3 и 4) [8, 16, 17].

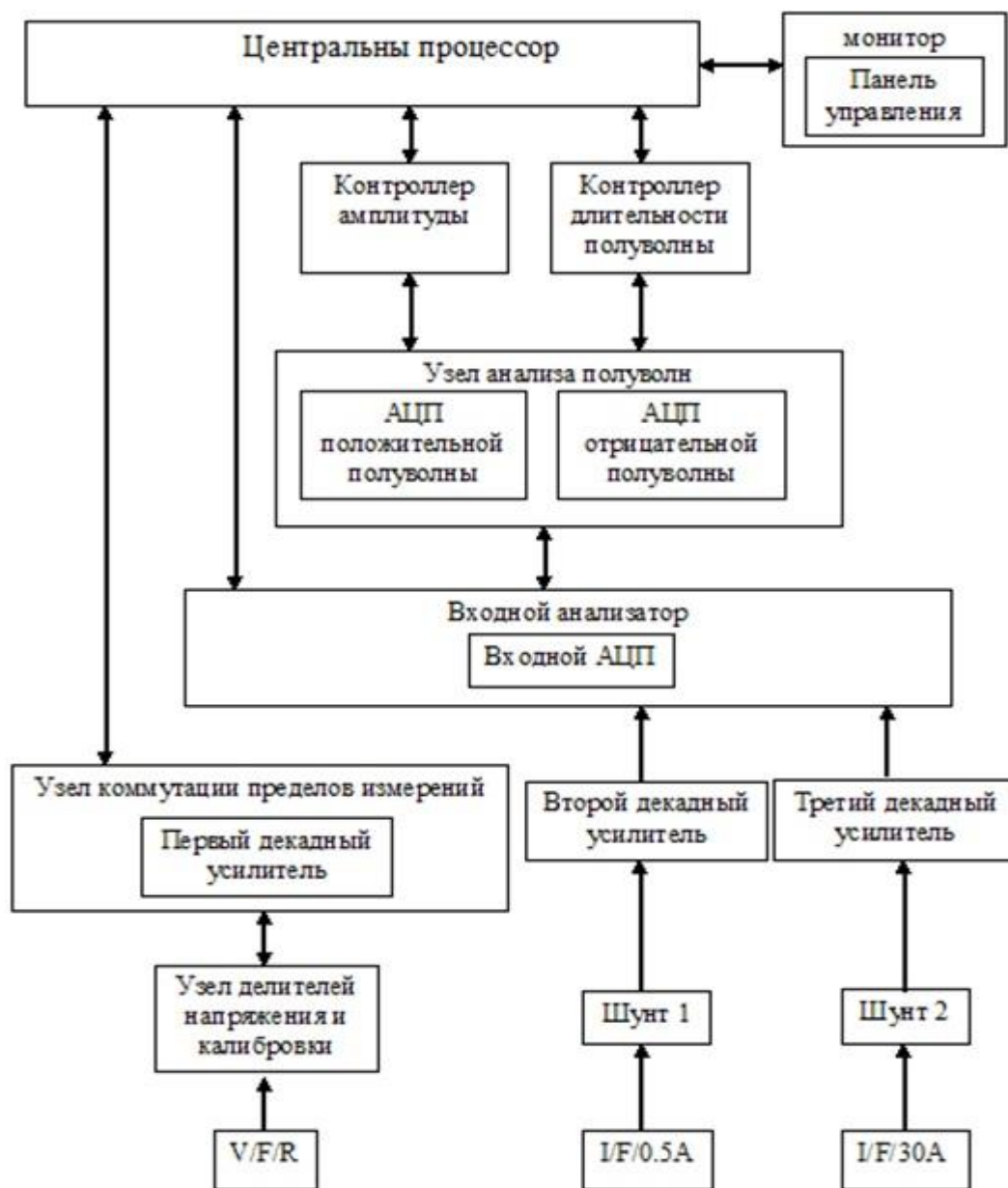


Рис. 3. Многофункциональный мультиметр [8, 16]

Новизна многофункционального мультиметра в отличие от аналога (патент RU №2481501) заключается в том, что:

1. Достигнута многофункциональность, так как разработанное устройство выполняет функции вольтметра, амперметра, омметра, частотомера,

осциллографа, анализатора полувольт и ваттметра активной, реактивной и полной мощности.

2. Обеспечено быстроедействие прибора за счет параллельной работы трех АЦП и двух контроллеров амплитуды и длительности полувольт.

3. Увеличена точность измерений за счет введение в устройство трех декадных усилителей, которые обеспечивают оптимальную величину измеряемого сигнала в соответствии с весовыми единицами входного АЦП.

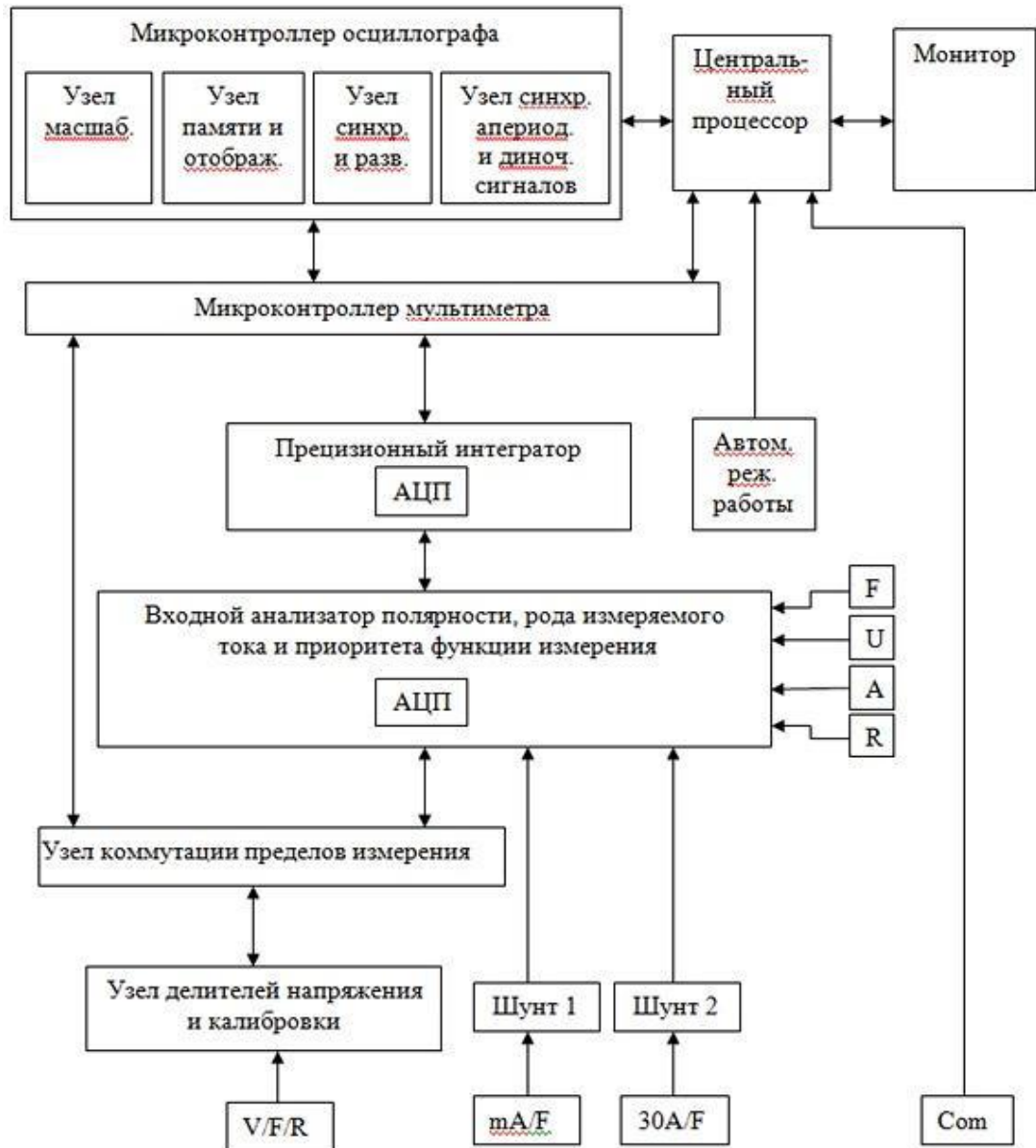


Рис. 4. Цифровой многофункциональный осциллограф [8, 17]

Новизна многофункционального цифрового осциллографа в отличие от аналога (патент RU №41157) заключается в том, что:

1. Достигнута многофункциональность, так как разработанное устройство выполняет функции осциллографа, мультиметра, частотомера и измерителя сопротивлений.

2. Достигнуто расширения диапазона измерений за счет введения в устройство узла делителей напряжения и калибровки и узла коммутации пределов измерения, которые формируют на входе *АЦП* входного анализатора величину измеряемого сигнала.

3. Достигнуто повышение точности измерений при измерении переменного тока и напряжения, особенно в условиях измерения апериодических сигналов и сигналов с большой скважностью за счет введение в устройство прецизионного интегратора с входящим в его *АЦП*.

4. Значительное снижение потребляемой мощности разработанного устройства и уменьшение числа компонентов в схеме повысило надежность прибора.

По результатам анализа качества электроэнергии разработана совместно с соавтором [18] виртуальная модель **трехфазного мультиметра** (см. рис. 5), обеспечивающая оперативный контроль качества электроэнергии без отключения измеряемой сети (патент КР на полезную модель №214 -2016).

Новизна трехфазного мультиметра в отличие от аналога (патент RU №153463) заключается в том, что:

1. Достигнута многофункциональность устройства, так как оно выполняет функции измерения тока амплитудных значений, действующих значений напряжения и тока, полной мощности, активной и реактивной мощностей,  $\cos \varphi$ , частоты, коэффициента искажения синусоидальности напряжения, значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения.

2. Получена повышенная точность измерения за счет введения в устройство блоков входных делителей сигналов напряжения и тока, которые в автоматическом режиме устанавливают на входах масштабирующих усилителей максимально неискаженный сигнал, а также введение в устройство блоков масштабирующих усилителей тока и напряжений, которые по каждому каналу фаз *A*, *B* и *C* усиливает малые уровни сигналов или частично ослабляет большие уровни сигналов и совместно с блоком делителей сигналов напряжения передает на *АЦП* максимально не искаженный сигнал, тем самым обеспечивая для *АЦП* возможность измерения с максимальной точностью, которая ограничивается величиной младшего разряда *АЦП*. Трехфазный мультиметр без снижения точности измерений имеет возможность измерять параметры трехфазных сетей с малыми значениями тока и напряжения за счет введения в устройство масштабирующих усилителей токов и напряжений, которые усиливают малые величины сигналов до величины оптимальной для их анализа с помощью *АЦП*, что подтверждает расширение диапазона измерений.

3. Достигнута возможность обеспечение быстрого подключения к измеряемой сети без ее отключения и оперативного проведения анализа качества электроэнергии за счет наличия в составе устройства внешних трансформаторов тока.



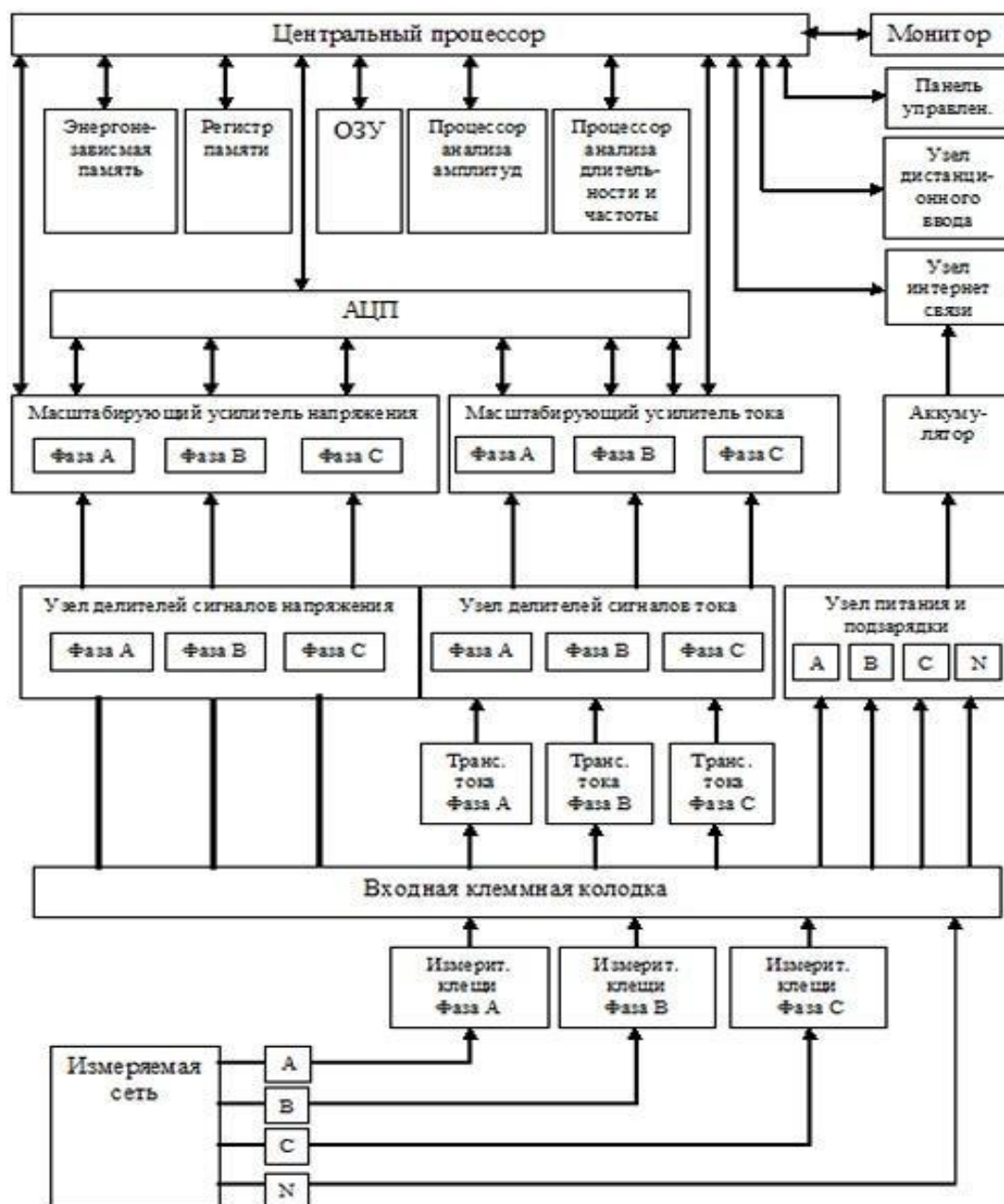


Рис. 5. Трехфазный мультиметр [18]

Совместно с авторами [13] разработана виртуальная модель **комплекса технических средств обеспечения альтернативной связи** по открытым и закрытым каналам, обеспечивающим бесперебойный обмен информационными потоками данных в различных средах и в условиях работы радиоэлектронных технических средств противодействия системам связи.

Структурная схема разработанного комплекса технических средств обеспечения альтернативной связью изображена на рис. 6 (патент КР на изобретение №956 - 2007).

Новизна устройства в отличие от аналога (патент RU №2174667) заключается в том, что за счет введения модулей связи инфразвукового, звукового, лазерного инфракрасного диапазона, канала с использованием

широкополосных шумоподобных сигналов, а также введения в комплекс технических средств устройства радиоэлектронного обеспечения, повышена многофункциональность и надежность комплекса связи.



Рис. 6. Структурная схема комплекса технических средств обеспечения альтернативной связью [13]

При разработке комплекса технических средств обеспечения альтернативной связью применены методы связи, использующие широкополосные шумоподобные радиосигналы (*ШПС*) – в диапазоне частот  $20-600\text{ МГц}$  с широтноимпульсным кодированием и в диапазоне частот  $3,5-5\text{ ГГц}$  с пакетной передачей сигналов, инфракрасный (*ИК*) диапазон  $9\text{ мкм}$ , звуковые колебания в диапазоне частот  $1-5\text{ Гц}$  в слоистых грунтах, узконаправленные звуковыми колебаниями в диапазоне частот  $10-14\text{ кГц}$  в водной среде.

Совместно с авторами [14] предложена виртуальная модель **оптического световодного устройства**, обеспечивающая оперативную передачу информационных потоков с одновременным визуальным контролем фронтального наблюдения.

Структурная схема оптического электронного световодного устройства, изображена на рис. 7 (патент КР на изобретение №1607 - 2014).

Оптическое электронное световодное устройство относится к оптическим устройствам, имеющим нелинейное распространение оптического сигнала на светопередающей подложке и может быть использовано для отображения визуальной информации в устройствах шлем-дисплеях, *3D* дисплеях в нестандартных условиях окружающей среды. [14]. Разработка оптического

электронного световодного устройства основана на создании электронно-лазерного управления оптической средой с активным оптическим элементом на фотонных кристаллах с управляемым размером запрещенных зон.

Новизна оптического электронного световодного устройства в отличие от аналога (патент US №7457040) заключается в том, что за счет введения в оптическую среду фотонных кристаллов и инфракрасного корректирующего лазера повышена эффективность формирования изображения, значительно устранены оптические дефекты в поле зрения, введена функция корректировки формирования изображения в зависимости от условий окружающей среды, а также за счет введения фотоэлектрической пленки и инфракрасного корректирующего лазера обеспечена возможность регулировки яркости формируемого или фонового изображения и обеспечение возможности слежения за зрачками глаз.

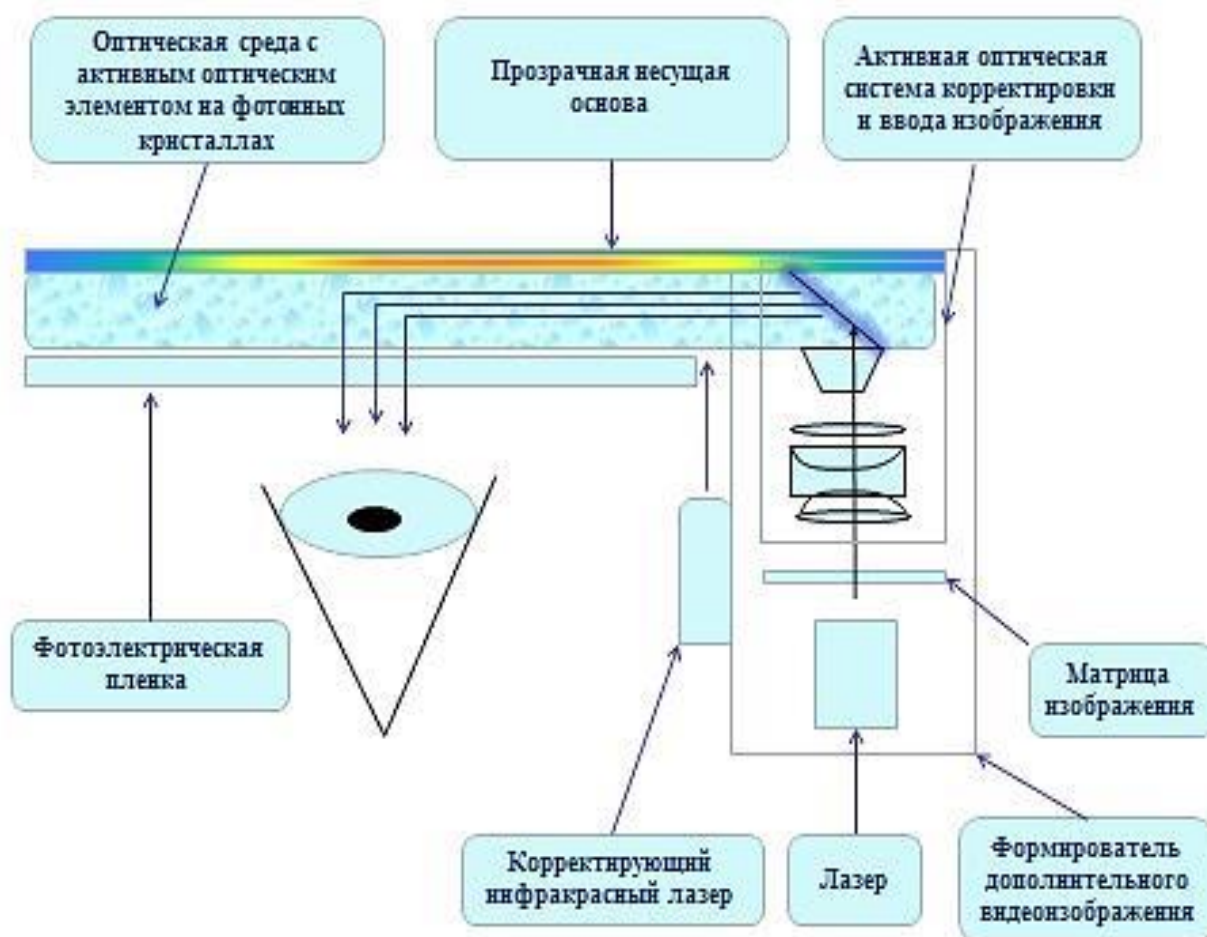


Рис. 9. Структурная схема оптического электронного световодного устройства [14]



## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

1. Проведены исследования программ и моделей имитационного моделирования с графическими языками программирования с позиции проектирования тренажерных обучающих комплексов.

2. Сформированы критерии выбора программных продуктов ориентированных на проектирование тренажерных обучающих комплексов и на профессиональное проектирование многофункциональных электронных приборов.

3. Разработаны упрощенные инженерные методики расчета и проектирования многофункциональных электронных приборов и сформированы основные требования для проектирования программных тренажерных комплексов.

4. Научные результаты исследований были реализованы:

- в виде тренажерного программно-аппаратного обучающего комплекса (Патент КР на полезную модель №206-2016);

- в виде виртуальных моделей шести электронных устройств (патенты на полезную модель: №212 -2016, №213 -2016, №214 -2016 и патенты на изобретение №1607 -2014, №956 -2016).

5. Материалы исследований использованы в следующих документах документах:

- в учебном пособии с грифом МОиН;
- в учебно-методическом комплексе КГУСТА по электронике и электротехнике;
- в методических указаниях по электронике;
- в методических указаниях по схемотехнике;
- в лекциях по специальным курсам;
- в студенческих курсовых и дипломных проектах;
- в учебных и научно-исследовательских лабораторных стендах.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Результаты диссертации могут использоваться:

- для создания тренажерных обучающих комплексов при организации учебного процесса в технических вузах;
- для общеобразовательных учреждений на предметах физики, информатики, схемотехники и т.д;
- для инженерных задач при профессиональном проектировании электронных приборов.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

### Научные статьи и авторские свидетельства

1. Цыбов Н.Н. Информационные технологии виртуальной реальности в задачах обучения студентов инженерных специальностей ВУЗов [Текст]: /Н.Н. Цыбов. Вестник КГУСТА. Бишкек. 2015. – №3. – С. 97-102.
2. Цыбов Н.Н. Исследование и анализ возможностей программной среды ORCAD, PROTEUS VSM, MICRO-CAP, MCCAD для разработки учебных виртуальных электронных лабораторий [Текст]: /Н.Н. Цыбов. Вестник КГУСТА. Бишкек. 2015. – №3. – С. 103-111.
3. Цыбов Н.Н. Исследование и анализ возможностей программной среды ALTIUM DESIGNER, PARTSIM, GEDA, QUCS, EASYEDA для разработки учебных виртуальных электронных лабораторий [Текст]: /Н.Н. Цыбов. Вестник КГУСТА. Бишкек. 2015– №4. – С. 75-84.
4. Цыбов Н.Н. Исследование и анализ возможностей программной среды SIMONE, DELTA DESIGN, SYMICA, CPICE/SWITCHERCAD, GEDA для разработки учебных виртуальных электронных лабораторий [Текст]: /Н.Н. Цыбов. Вестник КГУСТА. Бишкек. 2015. – №4. – С. 85-94.
5. Цыбов Н.Н. Исследование и анализ возможностей программной среды проектирования LABVIEW, ELECTRONIX WORKBENCH, MULTISIM, ALLEGRO CADENCE для разработки учебных виртуальных электронных лабораторий [Текст]: /Н.Н. Цыбов. Вестник КГУСТА. Бишкек. 2016. – №2. – С. 114-122.
6. Цыбов Н.Н. Исследование и анализ возможностей программной среды проектирования IDEALCIRCUIT, LOGISIM, NINA DESIGN, TINA-TI, DOCCIRCUITS, DIALUX, AUTOCAD ELECTRICAL для разработки учебных виртуальных электронных лабораторий [Текст]: /Н.Н. Цыбов. Вестник КГУСТА. Бишкек. 2016. – №2. – С. 123-132.
7. Цыбов Н.Н. Информационные обучающие технологии [Текст] /Н.Н. Цыбов. Известия вузов Кыргызстана. Бишкек, 2016. – №5. – С. 62-65.
8. Цыбов Н.Н. Особенности проектирования цифровых электроизмерительных приборов. [Текст] /Н.Н. Цыбов. научно-аналитический журнал Научная перспектива. Уфа, 2016. – №8. – С. 54-58.
9. Цыбов Н.Н. Имитационное моделирование в задачах оптимизации процесса обучения [Текст] /Н.Н. Цыбов. научно-аналитический журнал Научная перспектива. Уфа, 2016. – №8. – С. 59-63.
10. Цыбов Н.Н. Применение информационных технологий в образовательном процессе [Текст] /Н.Н. Цыбов. научно-аналитический журнал Научная перспектива. Уфа, 2016. – №8. – С. 64-68.
11. Цыбов Н.Н. Сонастройка аспектов осознания на восприятие энергоинформационного потока новых знаний в технических вузах [Текст] /Н.Н. Цыбов. научно-аналитический журнал Научная перспектива. Уфа, 2016. – №9. – С. 54-60.

12. Шаршеналиев Ж.Ш. Проектирование цифрового прецизионного трехфазного мультиметра для мониторинга основных показателей качества электроэнергии [Текст]: Ж.Ш. Шаршеналиев, Н.Н. Цыбов. Проблемы автоматизации и управления. Бишкек, 2016. – №2(31). – С. 11-16.

### **Патенты**

13. Патент №956 Кыргызская Республика, МПК G01R 19/25 Комплекс технических средств для сил специального назначения [Текст]/А.А.Сомов, А.А. Тороев, Н.Н. Цыбов, В.И. Янчевский; Бишкек. №20060040.1; заявл. 11.05.06; опубл. 30.06.07, интеллектуалдык менчик расмий бюллетень №5/2007 - 5.с.: ил.

14. Патент №1607 Кыргызская Республика, МПК G01R 19/25 Оптическое световодное устройство [Текст]/А.А.Сомов, Н.Н. Цыбов. А.А. Тороев, В.И. Янчевский; Бишкек. №20120106.1; заявл. 29.11.12; опубл. 31.01.14, интеллектуалдык менчик расмий бюллетень №1/2014.-6 с.: ил.

15. Патент №206 Кыргызская Республика, МПК G09B 23/06, G09B 23/18 Программно-аппаратный учебный комплекс [Текст]/Н.Н. Цыбов; Бишкек.

№20160002.2; заявл. 01.02.16; опубл. 29.07.16, интеллектуалдык менчик расмий бюллетень №7/2016. – 2.с.: ил.

16. Патент №213. Кыргызская Республика, МПК G01R 15/12, G01R 19/25 Многофункциональный мультиметр [Текст]/Н.Н. Цыбов, Ж. Шаршеналиев; Бишкек. №20160009.2; заявл. 24.03.16; опубл. 30.09.16, интеллектуалдык менчик расмий бюллетень №10/2016. – 2.с.: ил.

17. Патент №212. Кыргызская Республика, МПК G01R 13/02 Многофункциональный цифровой осциллограф [Текст]/ Ж. Шаршеналиев, Н.Н. Цыбов; Бишкек. №20160004.2; заявл. 17.02.16; опубл. 30.09.16, интеллектуалдык менчик расмий бюллетень №10/2016. – 2.с.: ил.

18. Патент №214. Кыргызская Республика, МПК G01R 19/25 Трехфазный мультиметр [Текст]/Н.Н. Цыбов, Ж. Шаршеналиев; Бишкек. №20160008.2; заявл. 24.03.16; опубл. 30.09.1, интеллектуалдык менчик расмий бюллетень №10/2016 – 2.с.: ил.

### **Методические указания и учебные пособия**

19. Цыбов Н.Н. Основы электротехники и электроники [Текст]: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «электроника и электротехника» для студентов специальности «информационные системы и технологии»/Н.Н. Цыбов. – Бишкек, 2016. – 174 с.

20. Цыбов Н.Н. Схемотехника и цифровые микросхемы [Текст]: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «схемотехника» для студентов специальности «информационные системы и технологии»/Н.Н. Цыбов. – Бишкек, 2016. – 118 с.

21. Цыбов Н.Н. Основы электротехники, электроники и цифровой схемотехники [Текст]: учебное пособие для вузов/Н.Н. Цыбов. – Бишкек, 2016. – 402 с.

## РЕЗЮМЕ

Диссертация Цыбова Николая Николаевича на тему **«Разработка и исследование электронных устройств и программных комплексов для задач имитационного моделирования, тренинга и обучения»** на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Ключевые слова: тренажерные комплексы, имитационное моделирование, графическое программирование, проектирование, тренинг, обучение, многофункциональные электронные приборы, электронные компоненты, контрольно-измерительные приборы.

Диссертационная работа посвящена вопросам разработки и исследования многофункциональных электронных устройств и программных комплексов для задач имитационного моделирования, тренинга и обучения. На основе всестороннего анализа эффективности существующих программных продуктов с графическими языками программирования в области проектирования электронных приборов разработаны основные направления их дальнейшего использования.

В работе поставлены и решены следующие основные задачи:

- разработан тренажерный программно-аппаратный обучающий комплекс и шесть виртуальных моделей быстродействующих многофункциональных электронных устройств;
- сформированы критерии выбора программ имитационного моделирования одновременно ориентированных на создание тренажерных обучающих комплексов и на профессиональное проектирование электронных приборов.

Результаты внедрения программно-аппаратного тренажерного обучающего комплекса подтверждают проведенные исследования.

## ТАРЖЫМАЛ

Цыбов Николай Николаевичтин **«Имитациялык моделдөө, тренинг жана окутуу үчүн электрондук түзүлүштөрдү жана программалык комплекстерди иштеп чыгуу жана изилдөө»** деген темадагы 05.13.05 «Эсептөө техникасынын жана башкаруу системаларынын элементтери жана түзүлүштөрү» адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденип алууга диссертациясы.

Ачкыч сөздөр: тренажердук комплекстер, имитациялык моделдөө, графикалык программалоо, долбоорлоо, тренинг, окутуу, көп функционалдуу электрондук приборлор, электрондук компоненттер, текшерүү-ченөөчү приборлор.

Диссертациялык иш көп функционалдуу электрондук приборлорду жана имитациялык моделдөө, тренинг жана окутуу үчүн программалык комплекстерди иштеп чыгуу маселелерине арналган. Электрондук приборлорду

долбоорлоо багытындагы болгон графикалык программалоо тилдери менен программа өнүмдөрүнүн натыйжалуулугун ар тараптан анализдөөнүн негизинде алардын мындан ары колдонуунун негизги багыттары иштелип чыкты.

Илимий иште төмөндөгүдөй маселелер коюлду жана чыгарылды:

- тренажердук программалык-аппараттык окутуучу комплекси жана ыкчам аракет кылган көп функционалдуу электрондук түзүлүштөрдүн алты виртуалдуу модели иштелип чыкты;

- бир убакта тренажердук окутуу комплекстерин жаратууга жана электрондук приборлорду профессионалдуу долбоорлоого багытталган имитациялык моделдөөнүн программаларын тандоонун чен белгилери түзүлдү;

Программалык-аппараттык тренажердук окутуучу комплекстерди ишке киргизүүнүн жыйынтыктары жүргүзүлгөн изилдөөлөрдү тастыктайт.

## SUMMARY

Dissertation Tsybova Nicholas on the theme "Research and development of electronic devices and software systems for simulation tasks, training and education" for the degree of candidate of technical sciences on specialty 05.13.05 - "Elements and devices of computer facilities and control systems."

Keywords: training complexes, simulation, graphical programming, design, training, training, multifunctional electronic devices, electronic components, instrumentation.

The thesis is devoted to the development and research of multifunctional electronic devices and software systems for simulation tasks, training and education. Based on a comprehensive analysis of the effectiveness of existing software products with graphical languages in the field of electronic design software developed main directions of their further use.

The work posed and solved the following main objectives:

- An exercise designed hardware and software learning system and six-speed multi-functional virtual models of electronic devices;

- Formed the selection criteria of simulation programs at the same time focused on the creation of training systems and training on professional designing electronic devices.

The results of the implementation of hardware and software support fitness training complex studies.

Цыбов Николай Николаевич

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ  
И ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ИМИТАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ, ТРЕНИНГА И ОБУЧЕНИЯ**

Автореферат диссертации

Подписано в печать 15.02.2017.  
Формат 60x84 1/16. Объем 1,25 п.л.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Тираж 150 экз. Заказ 349

---

720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34, б,  
Кыргызский Государственный университет строительства,  
транспорта и архитектуры им. Н. Исанова

Учебно-издательский л. Малдыбаева, 34, б