

УДК 681.3

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ УЧЕБНЫХ СТЕНДОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ НАПРАВЛЕНИЯ “ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ”

С.А. Токтогонов, Б.В. Радченко

Приведены результаты разработки многофункциональных учебных стендов по дисциплинам направления “инфокоммуникационные технологии и системы связи”. Сформулированы требования к их разработке и описаны принципы функционирования.

*Ключевые слова:* многофункциональный стенд; взаимосвязь и целостность изучаемых объектов; аналоговый сигнал; квантование; дискретный сигнал.

---

## PERSPECTIVES OF DESIGNING TRAINING STANDS ON DISCIPLINES OF «INFOCOMMUNICATIVE TECHNOLOGIES »

S.A. Toktogonov, B.V. Radchenko

In this article the results of designing multifunctional training stands on disciplines of «infocommunicative technologies and communication systems» are shown. Requirements for their development are formulated and the principles of functioning are described.

*Keywords:* multifunctional stand; the relationship and the integrity of the studied objects; analog signal; pulse signal processing; quantization; discrete signal.

Реализация компетентного подхода предполагает, в первую очередь, формирование у студентов определенных знаний, умений и навыков, направленных на решение практических задач, диктуемых временем и реальным рынком труда в области инфокоммуникаций, а также требованиями конкретных образовательных стандартов, в частности, ФГОС по направлению “Инфокоммуникационные технологии и системы связи”. Теоретический материал по техническим дисциплинам, преподаваемый, даже с широким спектром демонстрационных схем и наглядных пособий, не даёт объёмного понимания процессов, происходящих при работе реальных информационно-коммутированных систем. Обязательны практические навыки по закреплению теоретического материала на действующем оборудовании.

Для решения данной задачи необходимо иметь действующее оборудование по конкретным предметам, на котором студенты могли бы отрабатывать навыки по эксплуатации коммутированных систем и закреплять знания, полученные на теоретических занятиях. Это одно из важных условий при подготовке высококвалифицированных специалистов, которое имеет два трудно реализуемых обстоятельства:

- высокую стоимость реализации данного проекта, так как необходимо приобретать дорогостоящее оборудование с различными функциональными возможностями и направлениями (предметами);
- наличие хорошо подготовленных специалистов по обслуживанию и ремонту этих систем, обладающих навыками обучения.

Одно из решений данной проблемы – приобретение предлагаемого учебного оборудования на рынке услуг. Один учебно-демонстрационный стенд может стоить от 100 до 700 тыс. руб., кроме того, необходимо приобрести по комплекту измерительных приборов на каждый стенд [1, 2].

Для полноценной работы на учебных стендах по каждому специализированному предмету нужно около трёх-четырёх изделий. То есть, чтобы полностью оснастить лаборатории учебными стендами, необходимо приобрести не менее 20 единиц, а также приборы к ним, что весьма затратно. Кроме того, предлагаемые на рынке учебные стенды имеют существенные ограничения в вопросах поэтапной доступности при исследовании преобразования и передачи информации. Существенным недостатком предлагаемого оборудования является и его узкая направленность при проведении

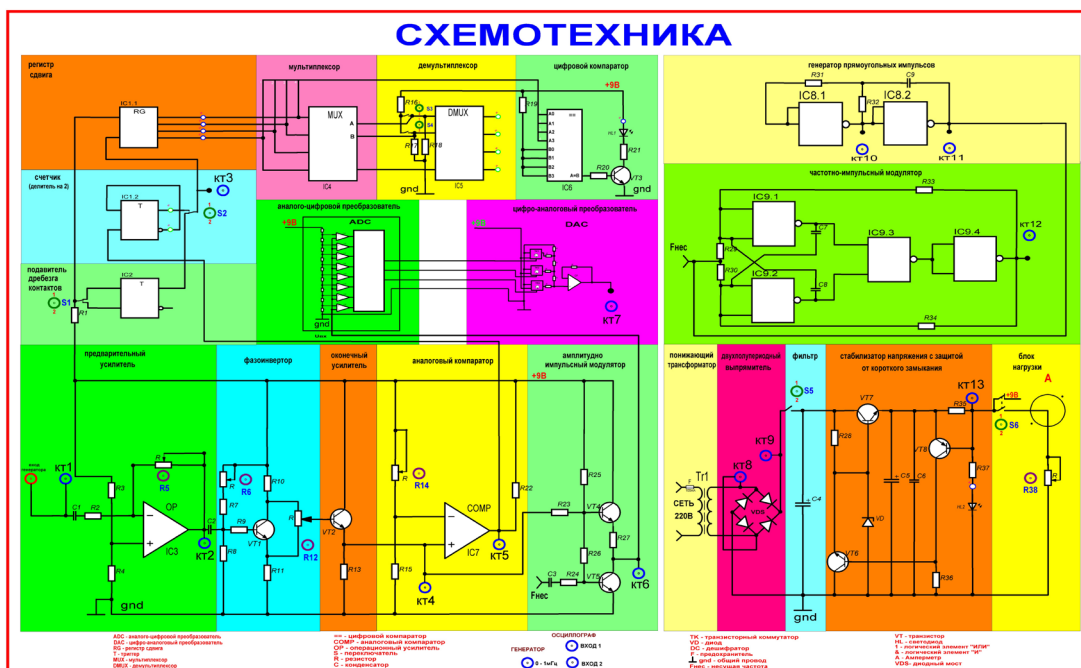


Рисунок 1 – Схема учебно-лабораторного стенда по схематехнике ТК устройств

лабораторных и практических работ на различные темы одного предмета.

Анализ имеющихся разработок и создания учебно-лабораторных стендов по техническим дисциплинам позволяет сформулировать следующие задачи:

- максимальный охват содержания дисциплины с учетом экономической эффективности разработки и построения учебных стендов;
- приобретение навыков работы с измерительной аппаратурой и вспомогательными измерительными средствами;
- наглядность, информативность и ясность построения стендов;
- многофункциональность стендов;
- ремонтпригодность оборудования;
- взаимосвязь и целостность изучаемых объектов, включенных в многофункциональные стенды по каждой дисциплине и в целом по циклу дисциплин.

В данной работе приведены результаты разработки многофункциональных учебно-лабораторных стендов по дисциплинам направления “Инфокоммуникационные технологии и системы связи”.

На рисунке 1 приведена схема учебно-лабораторного стенда по схематехнике телекоммуникационных (ТК) устройств. Стенд состоит из трех блоков: в правом нижнем углу приведена схема стабилизированного блока питания с защитой от короткого замыкания, которая также состоит из

5-ти разделов; в правом верхнем углу приведены схемы генераторов, используемых в схемах по обработке и передаче сигналов; в левом нижнем углу приведен блок аналоговой обработки сигналов, который также состоит из 5-ти последовательных каскадов обработки аналогового сигнала; в верхнем правом углу приведен блок импульсной обработки сигналов с 8-ю взаимосвязанными схемами обработки импульсного сигнала.

На рисунке 2 приведен многофункциональный учебный стенд “Цифровая система передачи STM-1” Он позволяет проводить от семи до десяти лабораторных работ на различные темы предмета “Цифровые системы передачи”:

- преобразование аналоговых и цифровых сигналов;
- измерение амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) канала;
- измерение шумов квантования в канале;
- измерение уровней НЧ сигнала балансного моста (ДС);
- измерение параметров соединительной линии постоянным и переменным током;
- исследование линейного сигнала первичного потока Е1 (2,048 Мбит/сек);
- регенератор первичного потока Е1;
- структурная схема системы STM-1, SDH иерархия;
- построение и исследование транспортной сети на базе системы передачи STM-1.

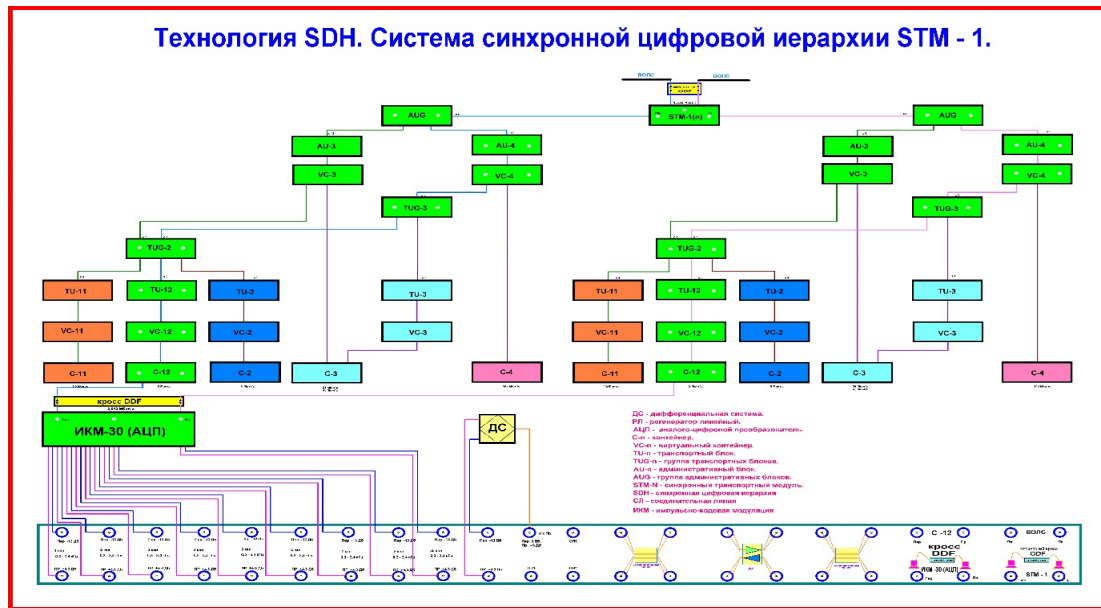


Рисунок 2 – Учебный лабораторный стенд “Цифровая система передачи STM-1”

Учебный стенд построен по принципу от простого к сложному. На первом этапе выполняются лабораторные работы, позволяющие познакомиться с принципом преобразования аналоговых сигналов, которые описываются непрерывными функциями времени, в дискретные (преобразование аналоговых и цифровых сигналов). Характеристика дискретного сигнала определяется частотой дискретизации (измерение АЧХ канала). Следующий этап – квантование, приводящее дискретный сигнал к заданным значениям, разбитым по уровню сигнала (измерение шумов квантования в канале). Дискретный сигнал, определенный по уровню, проходит этап кодирования. Под кодированием понимается преобразование дискретных сигналов в комбинацию символов.

Перед передачей кодированного сигнала по направляющей системе производится преобразование сигнала в линейный код.

Наряду с двухуровневыми сигналами, используются многоуровневые линейные коды. Один из распространенных кодов – код с чередованием полярности импульсов (ЧПИ), имеющий также название “квазитроичный код”. В системе передачи первичного потока Е1 лабораторного стенда используется модернизированный линейный код с чередующейся полярностью импульсов (МЧПИ).

Первоначально исследуются принципы преобразования сигнала, построение многоканальной цифровой системы передачи с преобразованием однополярного в двухполярный линейный сигнал и последующей его передаче по направляющей

системе. Следующий шаг – измерение каналов тональной частоты (ТЧ) в спектре 0,3–3,4 кГц.

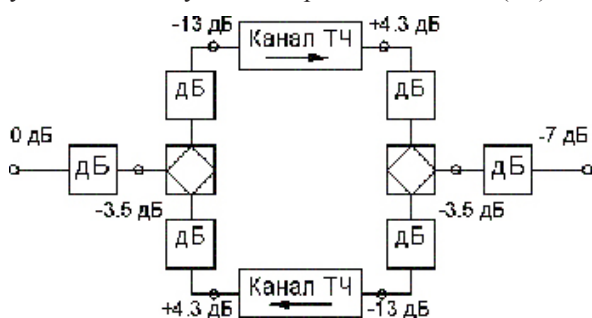
Производятся измерения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) цифрового канала тональной частоты (ТЧ), определяется уровень шумов квантования.

Данные измерения производятся в четырехпроводном режиме с уровнем сигнала по передаче (–) 13 дБ и с уровнем сигнала по приему на частоте 800 Гц (+) 4,3 дБ. Канал ТЧ является основным на первичной сети. Он служит единицей при определении ёмкости систем передач (СП) и предназначен для передачи телефонных, телеграфных, факсимильных сигналов и сигналов передачи данных между станциями и узлами первичной сети связи.

Лабораторная работа по изучению и измерению параметров сбалансированного моста, позволяющая понять способы перехода с четырехпроводного режима работы в двухпроводной. Характеристики канала ТЧ нормируются рекомендациями МСЭ-Т. Нормированные (номинальные) измерительные уровни в стандартных точках канала ТЧ составляют: на входе канала – 0 дБ, на выходе транзитного удлинителя – минус 3,5 дБ, на входе четырехпроводного тракта – минус 13 дБ, на выходе четырехпроводного тракта – 4,3 дБ, на входе транзитного удлинителя – минус 3,5 дБ, на выходе канала – минус 7 дБ на частоте 800 Гц. Знакомство с принципом построения и измерения параметров цифровой передачи не дает полного понимания процессов, происходящих в транспортной сети, без направляющих систем.

На лабораторном стенде имеется эквивалент направляющей системы, позволяющий производить измерения параметров соединительной линии (СЛ) постоянным и переменным током симметричных кабелей связи. При измерении постоянным током определяются такие параметры, как шлейф соединительной линии ( $R_{шл.}$ ), асимметрия проводов ( $R_{ас.}$ ), сопротивление изоляции между проводами ( $R_{из. аб}$ ), изоляция между проводами (а) и (б) и землей ( $R_{из. а}$ ,  $R_{из. б}$ ), емкость между проводами (С).

Переменным током измеряются следующие параметры: амплитудно-частотная характеристика соединительной линии, защищенность от взаимного влияния различных систем передачи, затухание усилительного участка первичного потока (Е1).



дБ - удлинитель

Рисунок 3 – Упрощённая схема организации канала ТЧ

Полученные измерения параметров направляющей системы позволяют провести исследование линейного тракта первичного потока (2,048 Мбит/сек), выполнить измерения уровня сигнала на

входе и выходе регенератора первичного потока, определить участок поврежденной соединительной линии или одного из регенераторов сигнала.

Завершающим этапом по исследованию цифровых систем передачи представлена структурная схема системы STM-1, SDH иерархия, позволяющая понять принципы построения и исследования транспортной сети системы передачи STM-1.

На базе представленного учебного стенда построена кольцевая схема из шести транзитных узлов с выделением в каждой точке транзита по одной 30-канальной системе передачи (2,048 Мбит/сек), позволившая организовать реальные каналы ТЧ между транзитными узлами (рисунок 3). На этой схеме во время проведения практических и лабораторных работ приобретаются навыки по управлению транспортной сетью, решаются задачи по отработке возможных аварийных ситуаций с организацией обходных транспортных потоков.

Изложенный выше порядок построения стенда, в отличие от стендов, состоящих из отдельно взятых, функционально не связанных между собой элементов, позволяет не только изучать принцип действия и функционирование отдельных элементов систем связи, но и их функционирование как элементов общей системы, а также согласование различных элементов, роль отдельных элементов и целых блоков и устройств при обработке информации и т. п. И как следствие этого, у студентов формируется целостная картина обработки сигнала в различных взаимодополняющих блоках.

#### Литература

1. RNPO@Labstand.ru
2. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/3674382/>