

Применение лабораторного комплекса «Телекоммуникационные линии связи» для подготовки специалистов в области инфокоммуникационных технологий

А.Д. Призенцов¹, А.С. Логинов¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"Астраханский государственный технический университет" Астрахань, Россия

Аннотация – Лабораторный комплекс «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02 это многофункциональное лабораторное оборудование для изучения кабельных линий связи, применяется в учебном процессе на кафедре «Связь» Астраханского государственного технического университета в рамках изучения дисциплины «Направляющие системы электросвязи» для подготовки бакалавров по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Лабораторный комплекс позволяет проводить диагностику неисправностей и обслуживание волоконно-оптических, коаксиальных и витых пар, оценивать их характеристики (затухание, пропускную способность) и исследовать устойчивость к внешним воздействиям (электромагнитные помехи, обрывы). Лабораторный комплекс позволяет сочетает теорию с практикой: студенты отрабатывают навыки тестирования, устранения неисправностей и работы с оборудованием, формируя знания для обслуживания телекоммуникационной инфраструктуры.

Ключевые слова – волоконно-оптические кабели, коаксиальные кабели, затухание, пропускная способность, отражённые сигналы.

1. ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительного развития телекоммуникационных технологий подготовка высококвалифицированных специалистов требует внедрения инновационных образовательных решений. Современные линии связи, включая волоконно-оптические, коаксиальные и симметричные кабельные системы, обладают сложными характеристиками, которые невозможно изучить исключительно теоретически. Для освоения принципов их работы, диагностики и эксплуатации необходимы практические навыки, формируемые на основе лабораторных исследований.

Лабораторный комплекс «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02, предназначен для изучения процессов передачи сигналов в телекоммуникационных линиях связи, а также формирования у студентов практических навыков тестирования и диагностики кабельных систем.

Многие учебные заведения сталкиваются с дефицитом оборудования, адаптированного к реальным сценариям и отвечающего современным стандартам. В 2024 г на кафедре «Связь» Астраханского государственного технического университета в рамках изучения дисциплины «Направляющие системы электросвязи» был внедрен в учебный процесс лабораторный комплекс «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02 для подготовки бакалавров по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Лабораторный комплекс «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02 - это многофункциональное лабораторное оборудование, предназначенное для изучения принципов диагностики и обслуживания кабельных линий связи в рамках образовательных программ технических вузов, колледжей и специализированных курсов. Лабораторный комплекс ТЛС-02 позволяет проводить лабораторные и практические работы по тестированию и устранению неисправностей в телекоммуникационных системах, способствуя подготовке квалифицированных специалистов в области связи. Он предоставляет студентам и специалистам возможность глубоко изучить процессы передачи сигналов, обслуживания кабельной инфраструктуры, а также исследовать характеристики и особенности различных типов кабелей: волоконно-оптических (включая анализ затухания, дисперсии и пропускной способности), коаксиальных и симметричных. Лабораторный комплекс ТЛС-02 также позволяет оценивать устойчивость кабельных систем к внешним

воздействиям, таким как электромагнитные помехи, температурные перепады и механические нагрузки, что формирует комплексное понимание их применения в реальных условиях [1].

Лабораторный комплекс «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02 при изучении дисциплины «Направляющие системы электросвязи» позволяет сочетать теоретическую подготовку студентов с выработкой практических навыков, закрепляя знания через работу с оборудованием диагностики неисправностей кабельных линий [1].

II. АКТУАЛЬНОСТЬ

В современных системах связи ключевым элементом являются направляющие системы, такие как коаксиальные кабели, витые пары и оптоволоконные линии. Эффективность передачи сигналов в этих системах напрямую зависит от их физических характеристик, условий эксплуатации и внешних воздействий. Несмотря на широкое применение цифровых анализаторов, остаются актуальными вопросы, связанные:

- с влиянием неоднородностей (обрывы, короткие замыкания, волновые сопротивления) на распространение сигналов в коаксиальных кабелях;
 - определением полосы пропускания и затухания сигнала в линиях связи при изменении частотных характеристик;
 - минимизацией потерь в оптоволоконных стыках, вызванных погрешностями монтажа или механическими повреждениями;
 - оптимизацией методов диагностики кабельных линий с использованием осциллографов и генераторов сигналов;
 - снижение потерь, дисперсии и шумовых эффектов в витых парах при изменении условий экранирования [1].
- Внедрение лабораторного комплекса ТЛС-02 в учебный процесс и разработка к нему методического обеспечения не только улучшит качество образования, но и будет способствовать подготовке специалистов с востребованными для рынка телекоммуникаций навыками.

III. ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Лабораторный комплекс ТЛС-02 предназначен для комплексного изучения процессов передачи сигналов в коаксиальных, витых парах и волоконно-оптических линиях связи. В состав лабораторного комплекса входят следующие элементы: лабораторный стенд ТЛС-02, генератор сигналов АКИП-3407/3А, цифровой осциллограф GDS-71072В. Для выполнения практических работ в лабораторном комплексе используются различные типы кабелей. В частности,

применяются витая пара категорий (Cat.5e) и (Cat.6), коаксиальные кабели (RG-58), а также оптические волокна многомодовые и одномодовые с коннекторами типа ST/ST [1].

Лабораторный стенд ТЛС-02 представлен на рис.1.

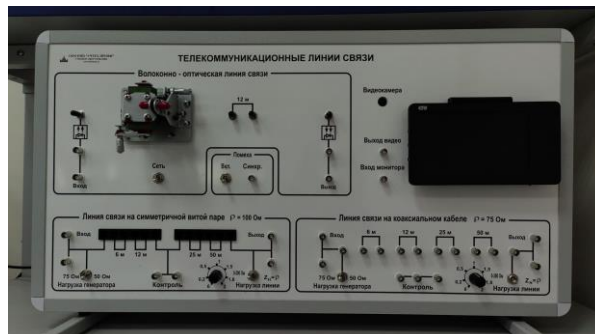


Рис. 1. Лабораторный стенд ТЛС-02

Стенд разделён на четыре рабочие области. Рассмотрим область для исследования коаксиальных кабелей, представленной на рис. 2.



Рис. 2. Область для исследования коаксиальных кабелей на стенде ТЛС-02

Лабораторный стенд ТЛС-02 позволяет исследовать сигналы в коаксиальной линии связи длиной до ста метров с выходами на контроль. В этой зоне также расположены тумблеры для переключения нагрузки генератора на 50 и 75 Ом (для согласования выхода генератора со входом линии связи), а также линия нагрузки от 0 до 200 Ом (для согласования волнового сопротивления). Кроме того, в этой зоне имеется регулятор, который позволяет плавно изменять нагрузку линий.

В следующей рабочей области проводятся исследования симметричных кабелей, как показано на рис. 3.



Рис. 3. Область для исследования симметричных кабелей на стенде ТЛС-02

В данной области лабораторный стенд ТЛС-02 позволяет исследовать сигналы, проходящие через симметричную витую пару, на расстояние до ста метров. В стенде также имеет выходы для контроля и нагрузки от генератора и линий.

В третьей области проводятся исследования оптоволоконных кабелей, как показано на рис 4.



Рис. 4. Область для исследования оптоволоконных кабелей на стенде ТЛС-02

В данной области исследуются процессы в волоконно-оптической линии связи на расстояние до 12 метров. В приборе имеются устройства для смещения поперечного и продольного световодов, предназначенные для имитации зазоров в оптическом волокне.

В последней области стенда располагается экран для воспроизведения видеоизображения, полученного с видеокamеры, как показано на рис. 5.



Рис. 5. Правая верхняя область стенда ТЛС-02

В комплект лабораторного входит генератор АКИП-3407/3А, представленный на рис. 6.



Рис. 6. Генератор АКИП-3407/3А

Генератор АКИП-3407/3А служит для формирования тестовых сигналов, имитирующих реальные условия передачи данных. В практических работах в составе лабораторного комплекса он используется, для:

- исследования отражений в коаксиальных кабелях;
- анализа затухания в витых и оптических линиях;
- тестирования устойчивости систем к электромагнитным помехам.

Генератор формирует сигналы различной формы (синусоидальные, прямоугольные, импульсные) с регулируемыми параметрами:

- частотный диапазон от 1 мГц до 30 МГц;
- амплитуда от 10 мВ до 10В;
- модуляция - амплитудная (АМ), частотная (ЧМ), фазовая (ФМ), широтно-импульсная (ШИМ) [2].

Еще одним основным элементом лабораторного комплекса является осциллограф, представленный на рис. 7.



Рис. 7. Осциллограф GDS-71072B

Осциллограф используется для визуализации, анализа и документирования параметров сигналов, проходящих через линии связи. Ключевые функции осциллографа заключаются в измерении амплитуды, частоты, времени нарастания сигналов, а также сохранения данных на внешние носители.

Осциллограф преобразует аналоговый сигнал в цифровой формат с помощью 8-битного АЦП, с частотой дискретизации 250 МГц, полосой пропускания 70 МГц и временной разверткой, X-Y [3].

IV. ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Методическое обеспечение дисциплины «Направляющие системы электросвязи» содержит 5 лабораторных работ. Лабораторные работы были разработаны авторами статьи на кафедре «Связь» под руководством - к.т.н., доц. Осовского А.В.

В лабораторной работе №1 "Ознакомление с работой генератора и осциллографа" студенты изучат принципы работы генератора сигналов (серии АКИП-3407А) и цифрового осциллографа (серии GDS-71072B). В ходе работы проводится настройка генератора для генерации

сигналов различной формы: импульсный сигнал, синусоидальный сигнал, прямоугольный и треугольный сигналы. Осваиваются основные органы управления осциллографа, включая режимы синхронизации, курсорные измерения и масштабирование. На практике студенты могут наблюдать сигналы на экране осциллографа и анализировать их параметры, такие как амплитуда и частота.

В лабораторной работе №2 "Определение характера распространения сигналов в коаксиальных кабелях при неоднородностях" студенты изучат искажения сигналов в коаксиальных кабелях (типа RG-58) при внесении неоднородностей (обрыв, короткое замыкание). В ходе работы проводится моделирование неоднородности в линии связи, анализируются отражённые сигналы с помощью осциллографа и рассчитываются волновое сопротивление кабеля по его геометрическим параметрам. Это позволяет выявлять дефекты в кабельных системах, такие как обрывы и короткие замыкания, а также понять как происходит влияние согласования волнового сопротивления на качество передачи данных.

В лабораторной работе №3 "Определение полосы пропускания коаксиальной линии и затухания сигнала" студенты изучат затухание сигнала на разных частотах. В ходе работы для изучения коаксиальных кабелей и их пропускной способности моделируются ситуации с повышением частоты. После проведенных измерений студенты строят графики зависимости затухания от частоты, анализируют полосу пропускания коаксиальных кабелей и изучают зависимость затухания от частоты.

В лабораторной работе №4 "Определение характера распространения сигналов в витой паре" студенты исследуют особенность передачи сигналов по витой паре, (категории CAT5E). В ходе работы исследуется влияние экранирования на помехозащищенность, проводятся измерения параметров кабеля, такие как волновое сопротивление и задержка сигнала, а также анализируют искажения при передаче высокочастотных сигналов.

В лабораторной работе №5 "Исследование влияния неоднородностей в стыках оптоволоконных кабелей на затухание" студенты изучат оптические кабели (одномодовые и многомодовые). В ходе работы проводится моделирование различных неоднородностей в стыках, такие как поперечное смещение и зазор, измеряется затухание сигнала при различных параметрах этих неоднородностей и анализируются методы минимизации потерь, такие как полировка торцов и центрирование.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторный комплекс «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02 - это комплексное решение для

подготовки специалистов в области телекоммуникаций. Освоение теории и практики по дисциплине «Направляющие системы электросвязи» для бакалавров по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» достигается посредством 5 лабораторных работ, сочетающих в себе расчеты с экспериментами и формирующих глубокое понимание физических процессов, происходящих в кабельных линиях связи.

Лабораторный комплекс «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02 успешно решает задачи диагностики неоднородностей с помощью осциллографа, оценки влияния электромагнитных помех и механических повреждений на качество кабельных линий связи, а также способствует подготовке к работе с технологиями, такими как GPON и 10G Ethernet.

Таким образом, внедрение лабораторного комплекса «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02 совместно с разработанным к нему методическим обеспечением в учебный процесс не только улучшает качество образования, но и способствует формированию кадрового резерва для экономики, посредством подготовки специалистов с востребованными для рынка телекоммуникаций навыками.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность к.т.н., доц. Осовскому А.В. за помощь в подготовке статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Типовой комплект учебного оборудования «Телекоммуникационные линии связи» ТЛС-02 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://labstand.ru/catalog/telekommunikaczii/tipovoj-komplekt-uchebnogo-oborudovaniya-telekommunikaczionnye-linii-svyazi-tls-02>
- [2] Генератор сигналов специальной формы АКПП-3407/3А-ПриСТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://prist.ru/catalog/generatory_signalov_spetsialnoy_formy/akip-3407_3a/?ysclid=m85nk66tcu992214016
- [3] Осциллограф GDS-71102B [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pribor-x.ru/catalog/radio_i_elektroizmeritelnye_pribory/ostsillografiy/ostsillograf_gds_71102b/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=YA_Tovarnaya_Vse&utm_term=---autotargeting&yclid=6952556449956364287

Информация об авторах:

Призенцов Андрей Дмитриевич, бакалавр по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», техник лаборатории «Сети связи» Астраханского государственного технического университета, г. Астрахань, Россия, e-mail: prizentsov.andrey@mail.ru

Логинов Алексей Сергеевич бакалавр по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», техник лаборатории «Сети связи» Астраханского государственного технического университета, г. Астрахань, Россия, e-mail: aleksej.loginov.03@bk.ru

Application of the laboratory complex
"Telecommunication communication lines" for
training specialists in the field of information and
communication technologies

A.D. Prizentsov¹, A.S. Loginov¹

¹*Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia*

Abstract – The laboratory complex "Telecommunication lines" TLS02 is a multifunctional laboratory equipment for studying cable communication lines, used in the educational process at the Department of Communications of the Astrakhan State Technical University as part of studying the discipline "Cable communication lines" for the bachelor's degree programs in the direction of "Information and communication technologies and communication systems". The laboratory complex allows you to search for and eliminate faults and maintain fiber-optic, coaxial and twisted pairs, evaluate their characteristics (attenuation, bandwidth) and study resistance to external influences (electromagnetic interference, interruptions). The laboratory complex combines theory with practice: students practice testing skills, searching for and eliminating faults and working with equipment, forming knowledge on servicing telecommunications infrastructure.

Keywords – fiber optic cables, coaxial cables, attenuation, bandwidth, reflected signals.

REFERENCES

- [1] Standard set of educational equipment "Telecommunication communication lines" TLS02 [Electronic resource]. – Access mode: <https://labstand.ru/catalog/telekommunikaczii/tipovoj-komplekt-uchebnogo-oborudovaniya-telekommunikaczionnye-linii-svyazi-tls-02>
- [2] AKIP-3407/3A-Priest special form signal generator [Electronic resource]. –Access mode : https://prist.ru/catalog/generatory_signalov_spetsialnoy_formy/akip_3407_3a/?ysclid=m85nk66tcu992214016
- [3] GDS-71102B Oscilloscope [Electronic resource]. –Access mode: https://www.pribor-x.ru/catalog/radio_i_elektroizmeritelnye_pribory/ostsillografy/ostsillograf_gds_71102b/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=YA_Tovarnaya_Vse&utm_term=---autotargeting&yclid=6952556449956364287