

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 01.02.2021

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

*На правах рукописи*

А.Н. Земцов

# Технологии широкополосной цифровой связи

*Учебное пособие*



Волгоград  
2021

УДК 004.73, 004.71, 654

**Земцов А.Н.**

Технологии широкополосной цифровой связи : учеб. пособие / А.Н. Земцов; ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – 23 с.

В учебном пособии рассмотрены технологии цифровой широкополосной связи, необходимые как в инфраструктуре систем искусственного интеллекта, так и в целом в современной цифровой и информационной инфраструктуре.

Учебное пособие предназначено для магистров, обучающихся по программам магистратуры по профилю «искусственный интеллект» по направлениям 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», 09.04.03 «Прикладная информатика», 09.04.02 «Информационные системы и технологии». Учебное пособие выполнено в рамках реализации гранта на разработку программ бакалавриата и программ магистратуры по профилю «Искусственный интеллект», а также на повышение квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта (конкурс 2021-ИИ-01 от 10.06.2021).

## СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	6
<u>1. Методические материалы к практическим занятиям</u>	7
<u>1.1. Практика №1. Сети электросвязи</u>	7
<u>1.1.1. Цель практической работы</u>	7
<u>1.1.2. Описание практической работы</u>	7
<u>1.2. Практика №2. Построение цифровых сетей связи</u>	8
<u>1.2.1. Цель практической работы</u>	8
<u>1.2.2. Описание практической работы</u>	8
<u>1.3. Практика №3. Построение и проектирование цифровых систем коммутации</u>	8
<u>1.3.1. Цель практической работы</u>	9
<u>1.3.2. Описание практической работы</u>	9
<u>1.4. Практика №4. Технологии коммутации</u>	9
<u>1.4.1. Цель практической работы</u>	10
<u>1.4.2. Описание практической работы</u>	10
<u>2.1 Лабораторная работа № 1 Технологии построения виртуальных локальных сетей: маршрутизация между виртуальными сетями, протокол VTR.</u>	11
<u>2.1.1 Цели и задачи</u>	11
<u>2.1.2 Теоретические положения</u>	11
<u>2.1.3 Порядок выполнения работы</u>	11
<u>2.1.4. Варианты заданий</u>	12
<u>2.1.5 Требования и состав отчёта</u>	12
<u>2.1.6 Вопросы и задания</u>	13
<u>2.2 Лабораторная работа № 2 Протоколы остовного дерева</u>	13
<u>2.2.1 Цели и задачи</u>	13

<u>2.2.2 Теоретические положения</u>	14
<u>2.2.3 Порядок выполнения работы</u>	14
<u>2.2.4. Варианты заданий</u>	14
<u>2.2.5 Требования и состав отчёта</u>	14
<u>2.2.6 Вопросы и задания</u>	15
<u>2.3 Лабораторная работа № 3 Технология агрегирования каналов</u>	15
<u>2.3.1 Цели и задачи</u>	15
<u>2.3.2 Теоретические положения</u>	16
<u>2.3.3 Порядок выполнения работы</u>	16
<u>2.3.4. Варианты заданий</u>	16
<u>2.3.5 Требования и состав отчёта</u>	16
<u>2.3.6 Вопросы и задания</u>	17
<u>2.4 Лабораторная работа № 4 Протоколы резервирования первого</u> <u>перехода</u>	17
<u>2.4.1 Цели и задачи</u>	17
<u>2.4.2 Теоретические положения</u>	18
<u>2.4.3 Порядок выполнения работы</u>	18
<u>2.4.4. Варианты заданий</u>	18
<u>2.4.5 Требования и состав отчёта</u>	19
<u>2.4.6 Вопросы и задания</u>	19
<u>3. Методические указания к ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ</u> <u>РАБОТЫ</u>	20
<u>3.1. Задание на контрольную работу и методические указания по ее</u> <u>выполнению</u>	20
<u>3.2. Примерное содержание контрольной работы</u>	21
<u>3.3. Примерные варианты заданий контрольной работы</u>	21
<u>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</u>	23
<u>Рекомендуемая литература по курсу</u>	24

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с расширяющейся цифровизацией самых разных сфер деятельности человека, в том числе в связи с повсеместным внедрением систем искусственного интеллекта, постоянно увеличивается нагрузка на сети передачи данных. В настоящей работе приведены описания практических и лабораторных работ, посвященных различным аспектам организации систем передачи данных и коммутации в этих сетях.

# **1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

## **1.1. Практика №1. Сети электросвязи**

### **1.1.1. Цель практической работы**

Цель практической работы №1 состоит в том, чтобы на практических примерах дать студентам общее представление об архитектуре и принципах функционирования сетей электросвязи.

### **1.1.2. Описание практической работы**

Рассматриваются практические примеры организации систем электросвязи.

Основные вопросы, обсуждаемые на занятии.

- 1) Основные понятия, определения инфокоммуникационных сетей.
- 2) Единая сеть электросвязи и ее состав. Принципы построения Единой сети электросвязи.
- 3) Первичные, вторичные сети и принципы их взаимодействия.
- 4) Общие принципы построения сетей связи. Классификация сетей связи.
- 5) Сельские сети связи.
- 6) Структура и классификация аналоговых городских сетей связи: без узлообразования, с узлообразованием, комбинированные. Организация специальных служб в городских сетях связи.
- 7) Структура построения междугородных, зональных и местных сетей. Системы нумерации на Единой сети электросвязи. Международный и национальный планы нумерации. Понятие географической и негеографических зон нумерации

## **1.2. Практика №2. Построение цифровых сетей связи**

### **1.2.1. Цель практической работы**

Цель практической работы №2 состоит в том, чтобы рассмотреть на практике принципы цифровизации сетей связи.

### **1.2.2. Описание практической работы**

Рассматриваются практические примеры построения цифровых сетей связи.

Основные вопросы, обсуждаемые на занятии.

- 1) Принципы цифровизации сетей связи. Стратегии построения цифровой сети.
- 2) Построение нерайонированной цифровой сети связи.
- 3) Построение районированной цифровой сети связи путем цифровизации аналоговой районированной сети связи.
- 4) Построение цифровой сети связи с кольцевой структурой.
- 5) Стратегии цифровизации сельских сетей связи.
- 6) Классификация видов сигнализации: абонентская, линейная, регистровая.
- 7) Общеканальная система сигнализации ОКС-7. Первичная топология сети ОКС-7.
- 8) Построение плана маршрутизации. Расчет сигнальной нагрузки.

## **1.3. Практика №3. Построение и проектирование цифровых систем коммутации**

### **1.3.1. Цель практической работы**

Цель практической работы №3 состоит в том, чтобы на практических примерах дать студентам общее представление о принципах проектирования цифровых систем коммутации

### **1.3.2. Описание практической работы**

Рассматриваются на практике основные архитектуры цифровых систем коммутации.

Основные вопросы, обсуждаемые на занятии.

1) Архитектура цифровой системы коммутации. Основные характеристики цифровой системы коммутации.

2) Архитектура цифровой системы коммутации EWSD.

3) Цифровые абонентские блоки DLU.

4) Линейные группы LTG.

5) Цифровое коммутационное поле SN. Буфер сообщений MB.

6) Управляющее устройство ОКС-7 CCNC. Процесс установления внутристанционного соединения.

7) Координационный процессор CP113.

8) Архитектура цифровой системы коммутации Alcatel 1000 S12.

9) Цифровое коммутационное поле DSN. Модули служебных комплектов SCM. Дополнительные элементы управления ACE. Процесс установления внутристанционного соединения.

10) Архитектура цифровой системы коммутации DX-200: абонентский модуль, система управления, коммутационная система, вспомогательное оборудование.

## **1.4. Практика №4. Технологии коммутации**



### **1.4.1. Цель практической работы**

Цель практической работы №4 состоит в том, чтобы на практических примерах дать студентам общее представление о способах коммутации, типах уплотнения канала связи, способах модуляции сигнала в цифровых системах радиосвязи.

### **1.4.2. Описание практической работы**

Рассматриваются практические примеры использования различных методов коммутации (коммутация пакетов и коммутация каналов), уплотнения каналов, модуляции сигналов в цифровых системах радиосвязи.

Основные вопросы, обсуждаемые на занятии.

- 1) Способы коммутации. Коммутация каналов. Коммутация пакетов.
- 2) Частотное уплотнение каналов. Волновое уплотнение каналов. Временное уплотнение каналов. Кодовое уплотнение каналов.
- 3) Модуляция сигналов в цифровых системах радиосвязи. Базовый цифровой канал и цифровой поток.
- 4) Плездохронная цифровая иерархия.
- 5) Синхронная цифровая иерархия.
- 6) Протоколы маршрутизации в глобальных компьютерных сетях.
- 7) Особенности конфигурирования маршрутизаторов и коммутаторов Cisco Systems. Виртуальные локальные сети. Технологии коммутации.

## **2. Методические указания к лабораторным работам**

### **2.1 Лабораторная работа № 1 Технологии построения виртуальных локальных сетей: маршрутизация между виртуальными сетями, протокол VTP.**

#### **2.1.1 Цели и задачи**

Целью данной работы является получение практических навыков при работе с технологией виртуальных локальных сетей (VLAN) и протоколом VTP [4].

Задачи :

- изучение технологии создания виртуальных локальных сетей на коммутаторах Cisco с помощью интерфейса командной строки CLI;
- настройка интерфейсов коммутатора в режим access для связей коммутатор – узел;
- настройка интерфейсов коммутатора в режим trunk для создания VLAN магистралей на связях коммутатор – коммутатор;
- изучение трех основных режимов протокола VTP – server, client и transparent;
- конфигурация отдельных VTP-доменов и паролей к ним.

#### **2.1.2 Теоретические положения**

Теоретические положения рассмотрены в пособиях к данному курсу, приведенных в списке литературы, в частности в пособии [4] (стр. 209 – 212).

#### **2.1.3 Порядок выполнения работы**

Порядок выполнения работы приведен в пособии [4] на страницах 212-219). Работа выполняется с помощью ПО Cisco Packet Tracer.

### **2.1.4 Требования и состав отчёта**

1. Отчёт должен быть выполнен на листах размера А4.
2. Отчёт должен начинаться с титульного листа с названием вуза и факультета, номером и названием лабораторной работы, вариантом, ФИО студента, № группы, ФИО преподавателя, городом и годом.
3. В отчёте нужно кратко описать задание, показать основные этапы решения задачи, сформулировать выводы.
4. Отчёт предоставить в бумажном или электронном виде (записать на флэш-накопитель и продублировать на электронную почту).

### **2.1.5 Вопросы и задания**

1. Повторить и закрепить информацию о VLAN из пособий, приведенных в списке литературы.
2. Повторить и закрепить информацию о программе Packet Tracer в пособии [4].
3. При защите отчёта надо уметь отвечать на вопросы по постановке задачи, этапам ее решения, использованным инструментам, справочникам и нормативным документам.

## **2.2 Лабораторная работа № 2 Протоколы остовного дерева**

### **2.2.1 Цели и задачи**

Цель работы: создать отказоустойчивую сеть Ethernet с использованием протокола остовного дерева [14].

Задачи :

1. Рассмотреть резервирование соединений
2. Рассмотреть утсроанение петель с помощью протокола STP.

### **2.2.2 Порядок выполнения работы**

Порядок выполнения работы приведен в методических указаниях [14]. Работа выполняется с помощью ПО Cisco Packet Tracer.

### **2.2.3 Требования и состав отчёта**

1. Отчёт должен быть выполнен на листах размера А4.
2. Отчёт должен начинаться с титульного листа с названием вуза и факультета, номером и названием лабораторной работы, вариантом, ФИО студента, № группы, ФИО преподавателя, городом и годом.
3. В отчёте нужно кратко описать задание, показать основные этапы решения задачи, сформулировать выводы.
4. Отчёт предоставить в бумажном или электронном виде (записать на флэш-накопитель и продублировать на электронную почту).

### **2.2.4 Вопросы и задания**

1. Повторить и закрепить информацию о протоколах остовного дерева, приведенных в списке литературы.
2. Повторить и закрепить информацию о программе Packet Tracer в пособии [4].
3. При защите отчёта надо уметь отвечать на вопросы по постановке задачи, этапам ее решения, использованным инструментам, справочникам и нормативным документам.

## **2.3 Лабораторная работа № 3 Технология агрегирования каналов**

### **2.3.1 Цели и задачи**

Целью работы является ознакомление с технологией агрегирования каналов EtherChannel

Задачи :

1. Настройка базовых параметров коммутатора
2. Настройка PAgP
3. Настройка LACP

### **2.3.2 Порядок выполнения работы**

Порядок выполнения работы отражен в методических указаниях [14], а также в методических указаниях к лабораторной работе «Настройка EtherChannel» по курсу CCNA Сетевой академии CISCO.

### **2.3.3 Требования и состав отчёта**

1. Отчёт должен быть выполнен на листах размера А4.
2. Отчёт должен начинаться с титульного листа с названием вуза и факультета, номером и названием лабораторной работы, вариантом, ФИО студента, № группы, ФИО преподавателя, городом и годом.
3. В отчёте нужно кратко описать задание, показать основные этапы решения задачи, сформулировать выводы.
4. Отчёт предоставить в бумажном или электронном виде (записать на флэш-накопитель и продублировать на электронную почту).

### **2.3.4 Вопросы и задания**

1. Повторить и закрепить информацию о технологии агрегирования каналов из пособий, приведенных в списке литературы.
2. Повторить и закрепить информацию о программе Packet Tracer в пособии [4].

3. При защите отчёта надо уметь отвечать на вопросы по постановке задачи, этапам ее решения, использованным инструментам, справочникам и нормативным документам.

## **2.4 Лабораторная работа № 4 Протоколы резервирования первого перехода**

### **2.4.1 Цели и задачи**

Целью работы является ознакомление с протоколами резервирования первого перехода .

Задачи :

1. Построение сети и проверка соединения.
2. Настройка обеспечения избыточности на первом хопе с помощью HSRP
3. Настройка обеспечения избыточности на первом хопе с помощью GLBP

### **2.4.2 Порядок выполнения работы**

Порядок выполнения работы отражен в методических указаниях к лабораторной работе «Настройка протоколов HSRP и GLBP» по курсу CCNA Сетевой академии CISCO.

### **2.4.3 Требования и состав отчёта**

1. Отчёт должен быть выполнен на листах размера А4.
2. Отчёт должен начинаться с титульного листа с названием вуза и факультета, номером и названием лабораторной работы, вариантом, ФИО студента, № группы, ФИО преподавателя, городом и годом.
3. В отчёте нужно кратко описать задание, показать основные этапы решения задачи, сформулировать выводы.

4. Отчёт предоставить в бумажном или электронном виде (записать на флэш-накопитель и продублировать на электронную почту).

#### **2.4.4 Вопросы и задания**

1. Повторить и закрепить информацию о протоколах резервирования из пособий, приведенных в списке литературы.

2. Повторить и закрепить информацию о программе Packet Tracer в пособии [4].

3. При защите отчёта надо уметь отвечать на вопросы по постановке задачи, этапам ее решения, использованным инструментам, справочникам и нормативным документам.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

#### **3.1. Задание на контрольную работу и методические указания по ее выполнению**

На контрольную работу студенту выдается индивидуальное задание (по вариантам), заключающееся в проектировании сети широкополосной цифровой связи, включающей в себя сегмент сети связи общего пользования и сегмент сети передачи данных. В ходе выполнения работы, студент должен определить значения интенсивности возникающей, внутростанционной, исходящей нагрузки для каждой станции сети связи, рассчитать число каналов между станциями и выбрать соответствующую цифровую систему передачи. Необходимо выполнить расчет объема оборудования проектируемой станции и подстанции. Работа выполняется в письменной форме в течение 10 недель с момента выдачи задания. Контрольный срок сдачи – последний месяц семестра.

Правила оформления контрольной работы

- контрольная работа оформляется в редакторе MS Word / OpenOffice (\*.doc, \*.docx, \*.odt);
- листы формата А4, ориентация книжная;
- поля: левое – 2 см, остальные – по 1 см;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта 14 pt;
- междустрочный интервал – 1,5;
- абзацный отступ – 1,25 см;
- нумерация страниц сквозная, номер на первой странице не ставится;
- в конце работы необходим список использованной литературы согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008;



- объем работы зависит от степени раскрытия основных пунктов контрольной работы.

### **3.2. Примерное содержание контрольной работы**

Примерное содержание контрольной работы

1. Титульный лист.
2. Формулировка варианта задания.
3. Основная часть, включающая:
  - 1) план выполнения задания,
  - 2) необходимые для выполнения задания схемы, рисунки чертежи,
  - 3) описание используемого математического аппарата,
  - 4) описание методики проведения эксперимента,
  - 5) результаты проведенных расчетов,
  - 6) интерпретация результатов расчетов,
  - 7) подведение итогов выполненной работы.
- 8) Список использованных источников (включая источники Интернет).

### **3.3. Примерные варианты заданий контрольной работы**

Примерный список вариантов контрольной работы :

1. Расчет интенсивности возникающей нагрузки на всех станциях сети связи.
2. Расчет интенсивности нагрузки в направлении к узлу специальных служб и автоматической станции связи, а также от автоматической станции связи ко всем станциям сети связи.
3. Расчет коэффициента внутристанционного сообщения, интенсивности внутристанционной и исходящей нагрузки для всех станций сети связи.

4. Расчет матрицы распределения межстанционных нагрузок для всех станций сети связи.

5. Расчет числа соединительных линий между всеми станциями сети.

6. Выбор цифровой системы передачи для связи всех станций сети.

7. Расчет объема оборудования проектируемой опорно-транзитной станции и подстанции.

Для расчета объема оборудования сигнализации предварительно требуется рассчитать число звеньев сигнализации, необходимых для взаимодействия проектируемой станции с другими электронными станциями сети.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В рамках курса на практических примерах и в лабораторном практикуме рассматриваются общие вопросы построения и эксплуатации сетей передачи данных, в том числе способы построения различных сетей передачи данных, коммутации в этих сетях, даны основные представления о модуляции сигналов в цифровых системах связи.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО КУРСУ

1) Кириллов, С. Н. Проектирование сетей связи : учебное пособие / С. Н. Кириллов, В. Т. Дмитриев. — Рязань : РГРТУ, 2019. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168272>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2) Воробьев, О. В. Приемно-передающие устройства радиосвязи и вещания : учебное пособие / О. В. Воробьев, С. Р. Новикова, А. А. Прасолов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. — 140 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180190>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3) Былина, М. С. Оптические волокна в телекоммуникациях : учебное пособие / М. С. Былина, С. Ф. Глаголев. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180160>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4) Скворцова, Т. И. Компьютерные коммуникации и сети : учебно-методическое пособие / Т. И. Скворцова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 223 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163825>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5) Перспективные технологии в инфокоммуникационных системах. Архитектура OTN : учебное пособие / А. Ю. Матюхин, М. А. Мельтенисов, А. Г. Подгайский, Е. Л. Федорова. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. — 55 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180188>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6) Журавлев, А. Е. Инфокоммуникационные системы. Программное обеспечение : учебник для вузов / А. Е. Журавлев, А. В. Макшанов, А. В. Иванищев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-8515-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176658>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7) Журавлев, А. Е. Инфокоммуникационные системы. Аппаратное обеспечение : учебник для вузов / А. Е. Журавлев, А. В. Макшанов, А. В. Иванищев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-8514-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176657>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8) Кириллов, С. Н. Проектирование систем коммутации : учебное пособие / С. Н. Кириллов, В. Т. Дмитриев. — Рязань : РГРТУ, 2019. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168273>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9) Смычѣк, М. А. Технологические сети и системы связи : учебное пособие / М. А. Смычѣк. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 400 с. — ISBN 978-5-9729-0338-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124698>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10) Ли, П. Архитектура интернета вещей / П. Ли ; перевод с английского М. А. Райтман. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 454 с. — ISBN 978-5-97060-672-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112923>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11) Проценко, М. С. Военные системы спутниковой связи. Энергетический расчет радиолиний спутниковой связи : учебное пособие /

М. С. Проценко, Д. В. Сальников. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. — 59 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180179>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12) Кириллов, С. Н. Проектирование сетей связи : учебное пособие / С. Н. Кириллов, В. Т. Дмитриев. — Рязань : РГРТУ, 2019. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168272>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13) Проектирование и моделирование сетей связи. Лабораторный практикум : учебное пособие / В. Н. Тарасов, Н. Ф. Бахарева, С. В. Малахов, Ю. А. Ушаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-3298-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111917> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14) Уколов С.С., Таваева А.Ф. Сети и системы телекоммуникаций : Учебный электронный текстовый ресурс.- Екатеринбург, УрФУ, 2018. URL: <https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13783/1/Уколов%2С%20Таваева-итог.pdf>

Учебное издание

Андрей Николаевич Земцов

**ТЕХНОЛОГИИ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ**

*Учебное пособие*

Волгоградский государственный технический университет.  
400005, г. Волгоград, просп. В. И. Ленина, 28, корп. 1.