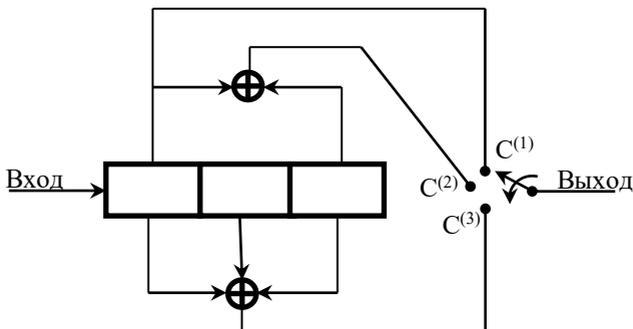


# ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ

## ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ Цикл лекций Часть десятая

### КАНАЛЬНОЕ КОДИРОВАНИЕ. СВЕРТОЧНЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ КОДЫ



Chişinău  
2019

**ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ**

**ФАКУЛЬТЕТ  
ЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

**ДЕПАРТАМЕНТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

**ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ  
ИНФОРМАЦИИ**

**Цикл лекций  
Часть десятая**

**КАНАЛЬНОЕ КОДИРОВАНИЕ.  
СВЕРТОЧНЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ  
КОДЫ**

**Chişinău  
Editura Tehnica-UTM  
2019**

Цикл лекций по дисциплине *Теория передачи информации* адресован студентам специальностей 0714.1 ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ, 0714.2 СЕТИ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ, 0710.1 ИНЖИНИРИЯ И МЭНЕЖМЕНТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ и 0714.3 РАДОСВЯЗЬ И ТЕЛЕВИДЕНИЕ.

Первая часть курса содержит материал, посвященный каналному кодированию, сверточным и комбинированным кодам.

Авторы: к.т.н., доцент **КИЦУЛ И.**  
к.ф.-м.н., доцент **БЕЖАН Н.**  
к.т.н., доцент **АНДРОНИК С.**  
к.ф.-м.н., доцент **НИСТИРЮК П.**  
к.т.н., доцент **НИКОЛАЕВ П.**

Ответственный редактор: к.т.н., доцент **КИЦУЛ И.**

Рецензент: к.т.н., доцент **НАЗАРОВ И.**

© УТМ, 2019

## Содержание

10. КАНАЛЬНОЕ КОДИРОВАНИЕ. СВЁРТОЧНЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ КОДЫ.....	3
10.1. Сверточные коды. Общие понятия.....	3
10.2. Методы математического описания сверточного кодера и процедуры кодирования.....	9
10.3. Свободное расстояние сверточного кода.....	23
10.4. Некоторые разновидности сверточных кодов.....	29
10.5. Декодирование сверточных кодов.....	43
10.6. Комбинированные коды.....	81
10.7. Коды с малой плотностью проверок на четность.....	114
10.8. Анализ предельных возможностей помехоустойчи- вого кодирования по повышению энергетической эффективности систем передачи.....	135
10.9. Выводы .....	150
10.10. Контрольные вопросы.....	156
10.11. Задачи .....	158
Литература.....	166

## Литература

1. Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейндемин В.Б. Технология ММО: принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2014.
2. Банкет В.Л и др. Помехоустойчивое кодирование в телекоммуникационных системах. – Одесса: ОНАС им.А.С.Попова, 2011.
3. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы. Справочник. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2004.
4. Золотарев В.В. и др. Многопороговые декодеры и оптимизационная теория кодирования. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2004.
5. Кицул И.В. и др. Теория передачи информации. Цикл лекций. – Ч.16.1. – Кишинэу:ТУМ, 2010.
6. Кицул И.В. и др. Теория передачи информации. Цикл лекций. – Ч.3. – Кишинэу:ТУМ, 2013.
7. Кицул И.В. и др. Теория передачи информации. Цикл лекций. – Ч71. – Кишинэу:ТУМ, 2015.
8. Кудряшов Б.Д. Основы теории кодирования. – СПб:БХВ-Петербург, 2016.
9. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. - М.:Техносфера, 2005.
10. Прокис Дж. Цифровая связь. – М.: Радио и связь, 2000.
11. Скляр Б. Цифровая связь. – М.: Вильямс, 2003.
12. Шлома А.М. И др. Новые алгоритмы формирования и обработки сигналов в системах подвижной связи. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2008.
13. Berrou C., Glavieux A., Thitimajshima P., Near Shannon limit error-correcting coding and decoding:Nurbo-Codes// Proc Inf.Conf.Comm (ICC-93), Geneve, Switzerland? May/ 1993.

14. Bodean Gh.C. Coduri nonbinare coirective de erori. – Chisinau, UTM, 2010.
15. Hanzo L/ et/al/ Turbocoding? Turbo-Equalization and Space-Time coding. -2th/ed., Wiley, 2011.
16. Lin S, Costello D.Y. Error control coding. Fundamentals and application. – Prentice-Hall, 2004.
17. Moon T. Error correction coding: mathematical methods and algorithms/ - John Wiley, 2005.
18. Neubaner A. et.al. Coding theory. Algorithms, architectures and applications/ - Wiley, 2007.
19. Proakis J.G., Salehi M. Digital communications. – 5<sup>th</sup> ed. – MC Graw-Hill Higher Education, 2008.
- 20/ Sklar B., Ray P.K. Digital Communicatios. – 2<sup>th</sup> ed., - Pearson Education? Delhi, 2014.