

Применение оптимальных декодеров в быстрых системах ДЗЗ

Золотарёв В.В.

ИКИ РАН

14-18.11.22

20 конференция

«Современные проблемы ДЗЗ»

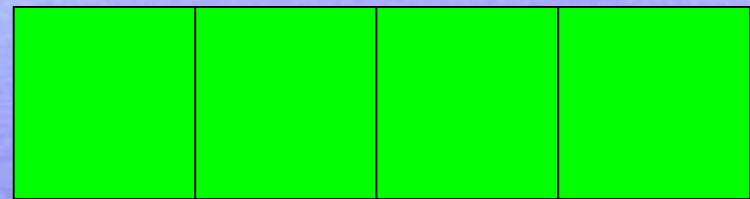
Кодирование - это введение избыточности

K - информация



r - избыточные символы

+



$n=k+r$ - **длина блока**

$R=k/n < 1$ -

кодовая скорость

Основное ограничение теории информации для кодирования (К.Шеннон)

- Всегда должно выполняться условие

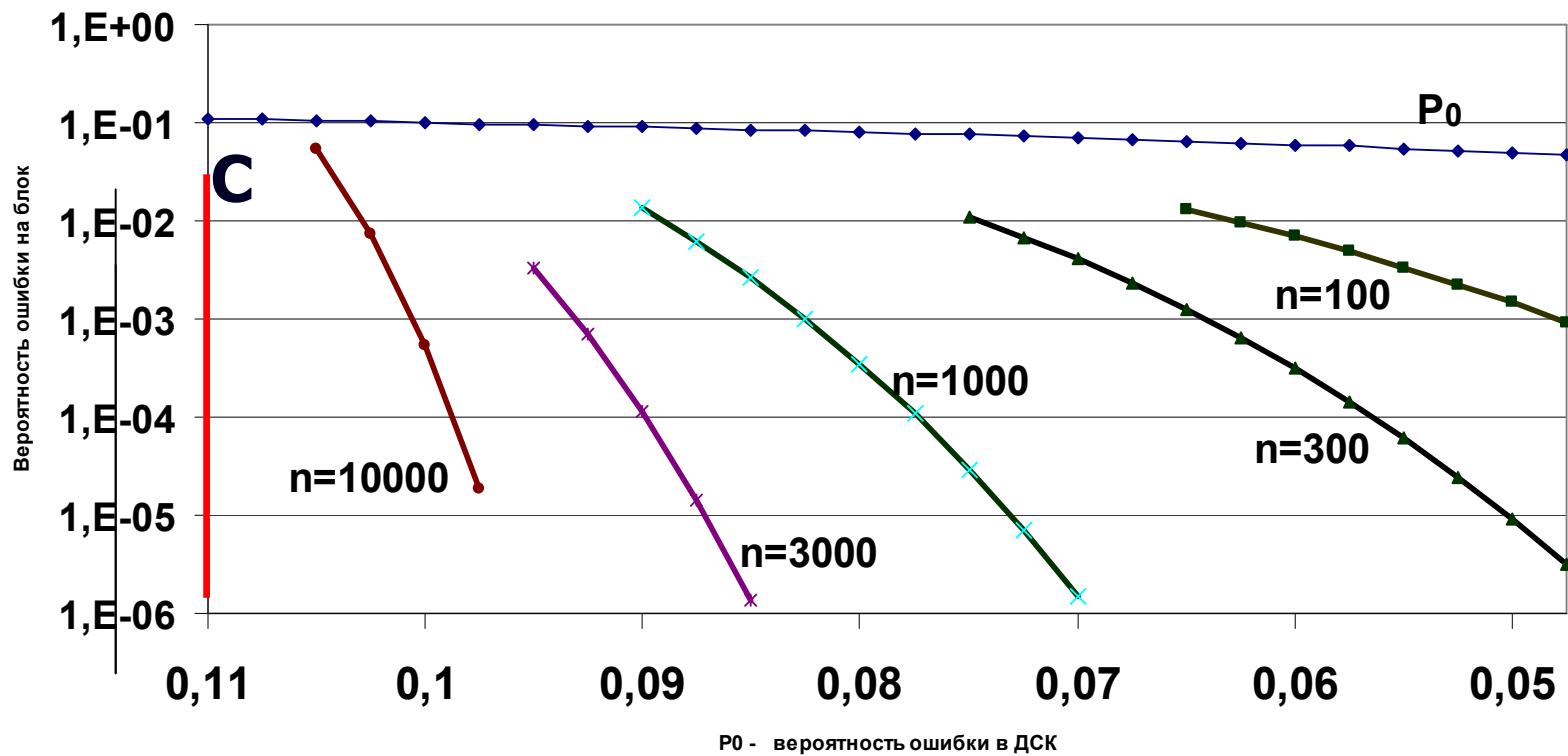
$$\underline{R < C !}$$

- - Кодовая скорость меньше пропускной способности канала
- Тогда возможна передача цифровой информации со сколь угодно малой вероятностью ошибки, если длина блока данных будет достаточно велика.
- С этого результата началась теория помехоустойчивого кодирования

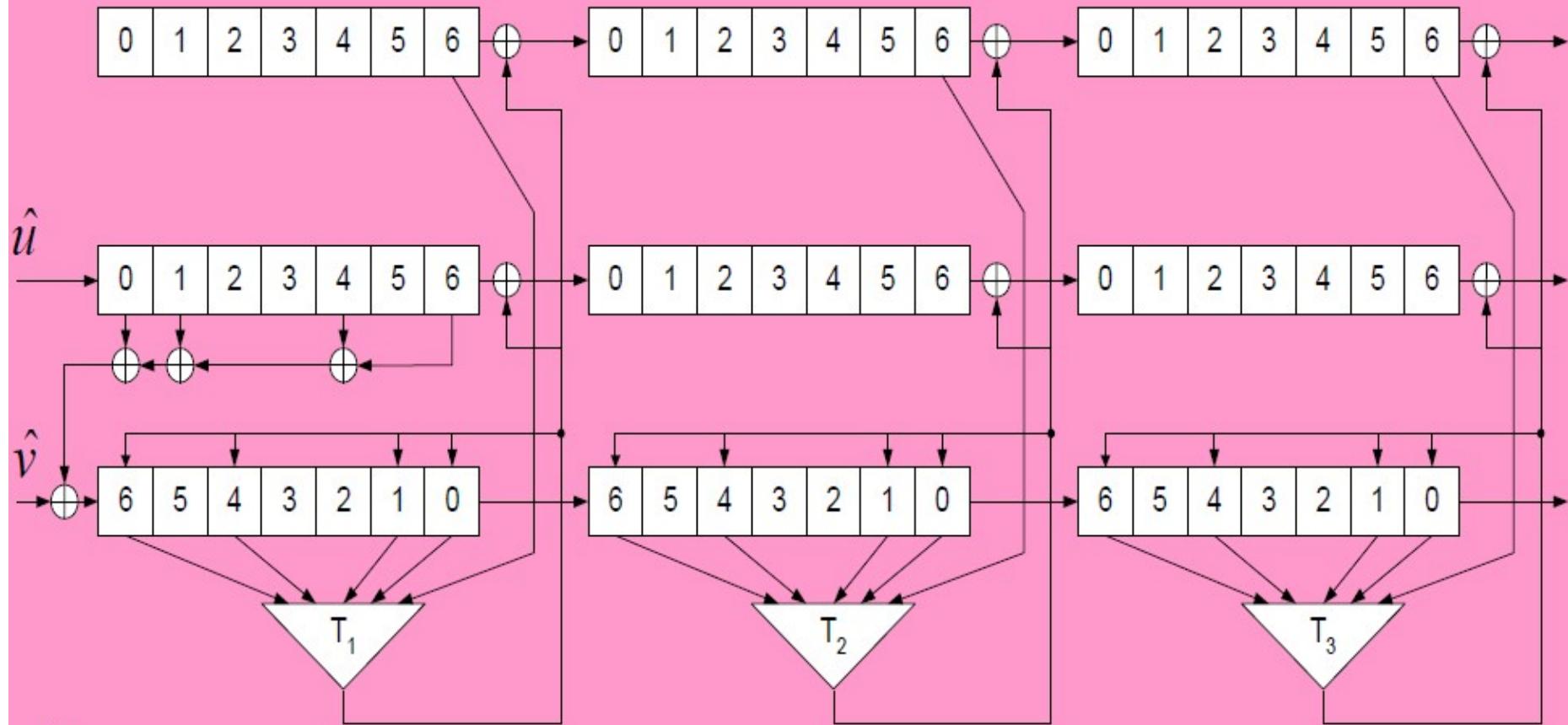
Нижние оценки вероятностей ошибки декодирования блоковых кодов с $R=1/2$

Даже коды длины $n=1000$ неэффективны при вероятности ошибки в канале $P_0 > 0.08$. А теория-то утверждает, что можно успешно работать при $P_0 < 0.11$!!!

И это при 2^{500} вариантах!

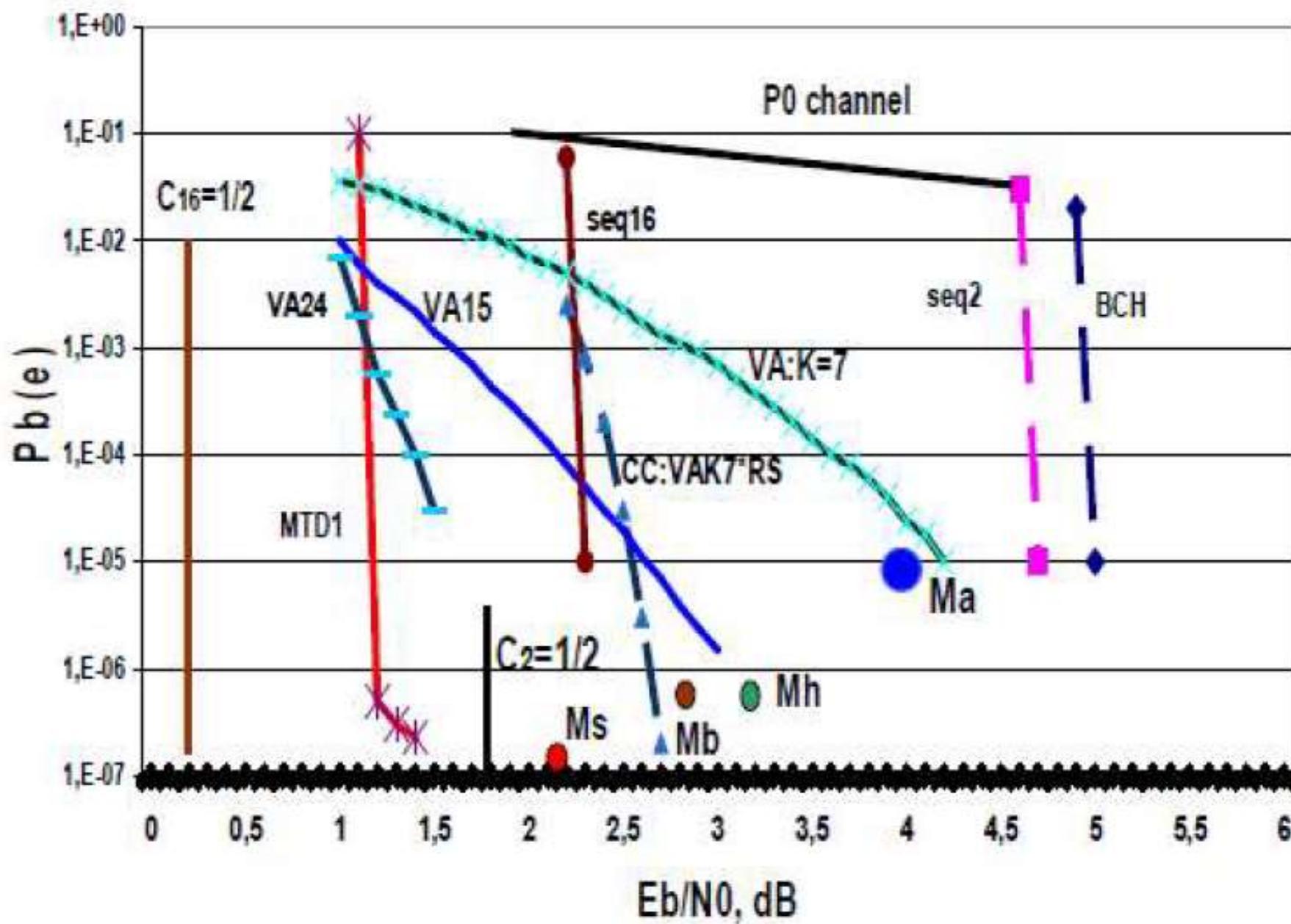


Свёрточный многопороговый декодер для кода с $R=1/2$, $d=5$ и 3 итерациями



→ Основа оптимизационной теории
справочник

OT: приём эстафеты от алгебраической теории



Многопороговый декодер (МПД) для спутниковых и космических каналов
Он повышает КПД их использования в 3 - 10 раз, в том числе для ДЗЗ.

МАКЕТ на информационную скорость ~1,08 Гбит/с

The multithreshold decoder (MTD) for satellite and Space channels, raises efficiency of their usage in 3-10 times, including channels up to 1Gb/s



ИКИ РАН

МПД для космоса, оптических каналов и систем ДЗЗ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ
ЗНАКАМ

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL
PROPERTY, PATENTS
AND TRADEMARKS



ФГБУН Институт космических исследований РАН
за разработку «Многопороговый декодер
помехоустойчивых кодов для каналов спутниковой
и космической связи с большим уровнем шума»
(Золотарёв В.В.)



Руководитель

Б.П. Симонов

XV Юбилейный международный Салон
изобретений и инновационных технологий



«АРХИМЕД-2012»

ДИПЛОМ

Решением Международного Жюри
награждается

ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБУН Институт космических исследований РАН
за разработку «Многопороговый декодер
помехоустойчивых кодов для каналов спутниковой
и космической связи с большим уровнем шума»
(Золотарёв В.В.)

Председатель
Международного Жюри,
Президент Евразийской
патентной организации

А.Н. Григорьев

Президент Салона

Д.И. Зезулин

Руководитель
Федеральной службы
по интеллектуальной
собственности

Б.П. Симонов

Теория кодирования . . . – 2018г.



Золотарёв Валерий Владимирович – выпускник МФТИ, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), лауреат премии Правительства России в области науки и техники, награждён Золотой медалью Международной инженерной конференции и Золотой медалью Европейского союза (ЕС) «За исключительные достижения».

Опубликовал более 220 научных работ, в том числе 4 книги по практическим методам теории кодирования. Международный совет по электротехнике (МЭИТУ) в 2015 г. избрал его «Лауреатом года» по монографии «Методы оптимизированного поиска глобального экстремума в теории кодирования». Обладатель 16 патентов на изобретения в РФ и за рубежом.

Золотарёв В. В. – автор Оптимизированной Теории (ОТ) помехоустойчивого кодирования, которая показывает, каким образом простые аналитические и особо достоверные методы коррекции ошибок в цифровых системах обеспечивают успешную работу в низкочастотной среде при пропускной способности канала единица. Сложность представления этого алгоритма увеличилась с двумя строками в минимальной пятистрочной стихии, что стало успешным и технологичным решением проблемы Шеннона, поставленной более 70 лет назад.

На сегодняшний день в научной школе В. В. Золотарёва предстаствованы обширные материалы по ОТ и его программам по многим ведущим международным декодированием.

Представлены теоретические и практические результаты современной теории кодирования как задачи поиска глобального экстремума функционала в дискретных пространствах. Рассмотрены различные методы простой коррекции ошибок при максимальном допустимом уровне шума. Показано, что многолучевые декодеры, различные версии алгоритма Виттерби и новые методы кодирования успешно решают на высоком технологическом уровне главную проблему теории информации – простое и эффективное декодирование вблизи границы Шеннона.

Для специалистов в области систем связи, инженеров, студентов старших курсов, а также аспирантов математических и радиотехнических факультетов.

Сайт издательства:

www.techbook.ru



Теория кодирования
КАК ЗАДАЧА ПОИСКА
ГЛОБАЛЬНОГО ЭКСТРЕМУМА

В. В. Золотарёв

ТЕОРИЯ КОДИРОВАНИЯ КАК ЗАДАЧА ПОИСКА ГЛОБАЛЬНОГО ЭКСТРЕМУМА

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ
ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО
КОДИРОВАНИЯ –
НОВАЯ «КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА»
ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ



• «....2018 год является юбилейным для теории кодирования. 70 лет назад Клод Шеннон выдвинул проблему простого и эффективного декодирования перед наукой и техникой в своей замечательной статье "Математическая теория связи". Отрадно найти её успешное решение в юбилейном году в монографии российского учёного».

• Академик РАН
Н.А. Кузнецов

Монография 2021 г.



От научного редактора

- История науки не знала до сих пор такого случая, чтобы небольшая научная школа полностью развернула в принципиально новом направлении столь грандиозную и инерционную, но одновременно и такую необходимую для техники связи сложнейшую отрасль науки, полностью решив сформулированные для неё прикладные научные и технологические проблемы.
- Член-корреспондент РАН Ю.Б. Зубарев

Справочник по кодированию-2022



Золотарёв Валерий Владимирович – выпускник МФТИ, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института космических исследований РАН, лауреат премии Правительства России в области науки и техники, Золотой медали Международной выставки изобретений и Золотой медали Европейского союза (ЕС) «За исключительные достижения». Опубликовал более 260 научных работ, в том числе 11 монографий по практической теории построения и кодированию.

Международным советом электровизии (ИСО/ПТ) в 2015 г. издана его монография на английском языке.

Автор более 15 патентов на изобретения в РФ и за рубежом.

Изложены теоретические основы и описаны конкретные методы оптимального декодирования (ОД) с линейной отдачей кодов сложности для всех основных видов цифровых каналов связи с независимыми изменениями шумов до ограничений их пропускной способности. Все методы Оптимальной Теории (ОТ) поиска оптимального кодирования представлены как технологии, обеспечивающие полное решение великой проблемы Шеннона. Слайдовые и блочные модификации алгоритма Виттерби (AB) и многошаговые декодеры (МПД), относящиеся к давно известным инженерам и специалистам, абсолютно понятны любому коррекции ошибок, описаны как кодовые системы, проектированные с использованием тонких методов настройки их параметров для задач поиска глобальных экстремумов функционалов.

Справочный и методический материал всесторонне поддерживается информационными и технологическими ресурсами трёх сайтов порталов научной школы ОТ:



ISBN: 978-5-9912-0976-2
9 785991 209762

сайт издательства:
www.techbook.ru

КОДИРОВАНИЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ И СИСТЕМ ПАМЯТИ

В. В. Золотарёв

КОДИРОВАНИЕ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ И СИСТЕМ ПАМЯТИ

СПРАВОЧНИК



- Справочник написан с учётом всех тех очень важных для прикладной теории кодирования достижений, которые в монографиях школы ОТ нынешнего тысячелетия описаны как конкретные итоги успешного полного решения главной и самой сложной проблемы цифрового мира, поставленной более 70 лет назад К. Шенноном: простого высокодостоверного декодирования цифровых данных вблизи пропускной способности шумящих цифровых каналов.
- Член-корреспондент РАН Ю.Б. Зубарев

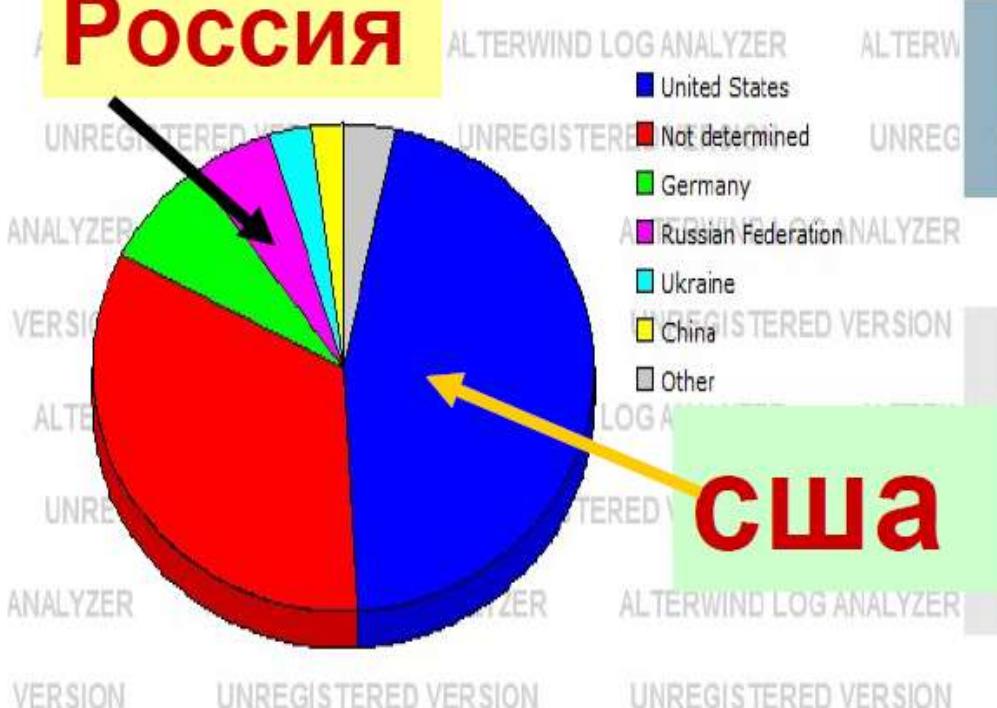
Новые порталы по методам кодирования

[www.mtdbest.ru.](http://www.mtdbest.ru)

[www.decoders-zolotarev.ru.](http://www.decoders-zolotarev.ru)

**За 2016 год - более 93 тыс. читателей
на наших порталах из 85 стран мира**

Россия



Rank	Country
1	United States
2	Not determined
3	Germany
4	Russian Federation
5	Ukraine

США

Для первого ознакомления с ОТ

-

Н.А. Кузнецов, В.В. Золотарёв, Ю.Б. Зубарев,
Г.В. Овечкин, Р.Р. Назиров, С.В. Аверин

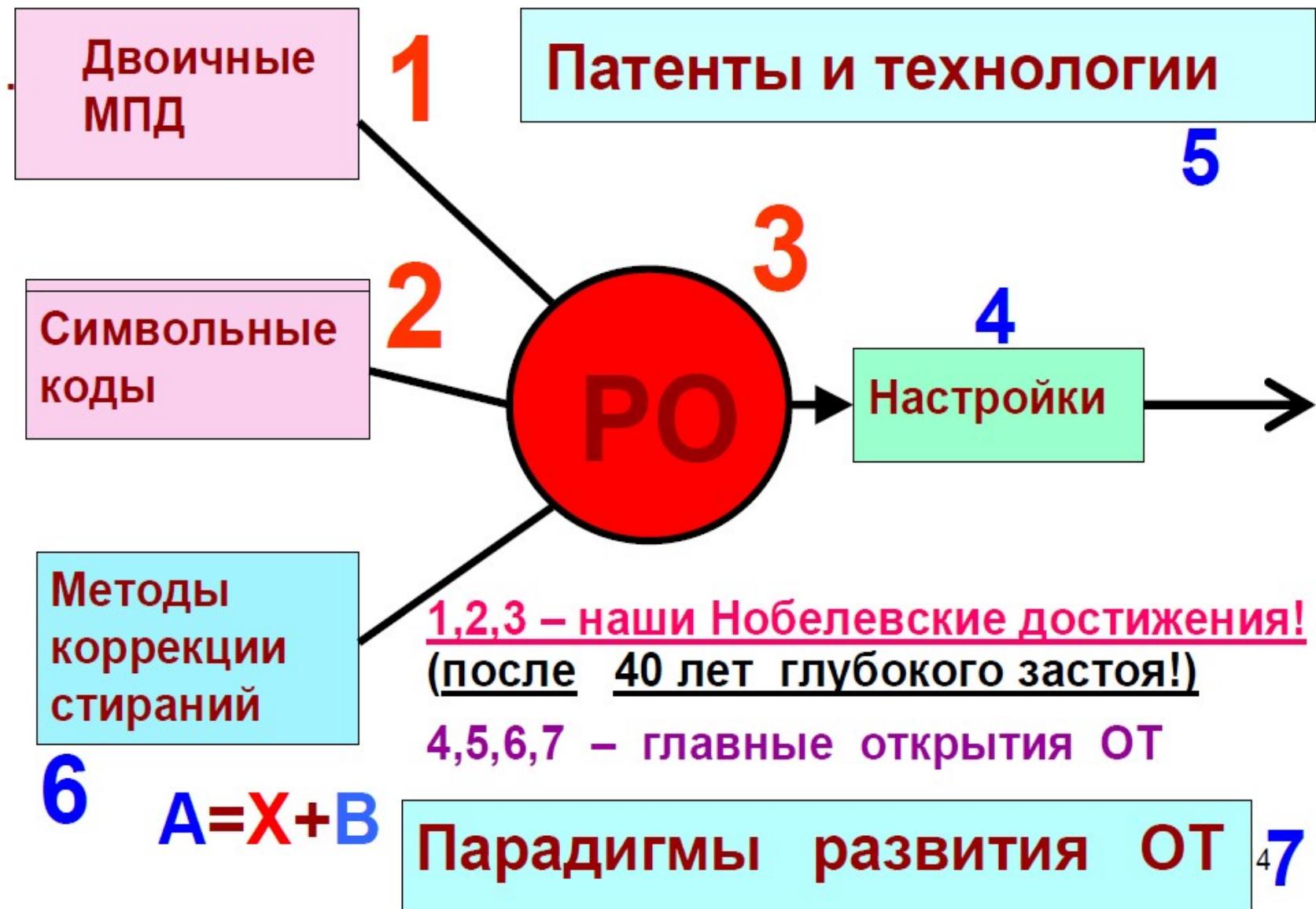


Проблемы и открытия
Оптимизационной Теории
помехоустойчивого кодирования
(ОТ в иллюстрациях)



Москва
ИКИ РАН
2020 г.

Открытия Оптимизационной Теории



Применение наиболее мощных систем кодирования канала и источника

- 1. **Кодирование канала.**

Повышает достоверность передачи данных на 2-5 десятичных порядков,

ЭВК~8-15 дБ

- 2. **Кодирование источника.**

Достигается сжатие данных в 2-5 и более раз.

- 3. Общий итоговый энергетический выигрыш от применения методов теории информации - **до 40 - 100 раз !**

Результат создания ОТ

- 1.. Основная теорема и её обобщения на все каналы.
- 2.. Теория размножения ошибок.
3. Теория поиска глобального экстремума функционалов +

↑
ПО

- Ни одной из этих теорий не было в прежней ТК.

ОТ создана заново.

Её девиз: теория + эксперимент!

Более 150 типов моделей декодеров – лучших по всем параметрам критерия ПДС

Наша помощь - всем

Всё - в свободном доступе.

- Более **800 статей** за **50 лет**;
- **16** книг, из них **11 монографий** с участием академиков и членов РАН;
- Три сетевых портала

www.decoders-zolotarev.ru, www.mtdbest.ru

www.mtdbest.iki.rssi.ru

с 1000 блоков данных.

Два единственных в России справочника по кодированию с технологиями решения проблемы Шеннона для всех типов каналов

www.mtdbest.ru

спасибо !

www.decoders-zolotarev.ru

ИКИ РАН

т.(495)-333-24-12

www.mtdbest.iki.rssi.ru

e-mail: zolotasd@yandex.ru

моб.: +7-916-518-86-28

15.11.2022 г.

ИКИ РАН

