

Модификация алгоритма Витерби для каналов с большим уровнем шума



Золотарёв В.В., ИКИ РАН,

12.11.2025

23 конференция

«Современные проблемы ДЗЗ»

- Для передачи данных из цифровых массивов по радио эфиру и обратно нужно устройство преобразования цифровых данных, которые нужно сохранить в целостности даже при наличии помех. Для этого используется важнейшее в радиотехнике устройство
 - **МОДЕМ !.**
- Но это же просто? Радио известно давно.
- Но когда надо передать, а затем и принять «цифру», почти всегда без каких-либо ошибок, модем становится самым ключевым узлом системы связи, сердцем которого являются таинственные **декодеры**, т. е. алгоритмы, реализация которых -«высший пилотаж» науки
 - теории помехоустойчивого кодирования!

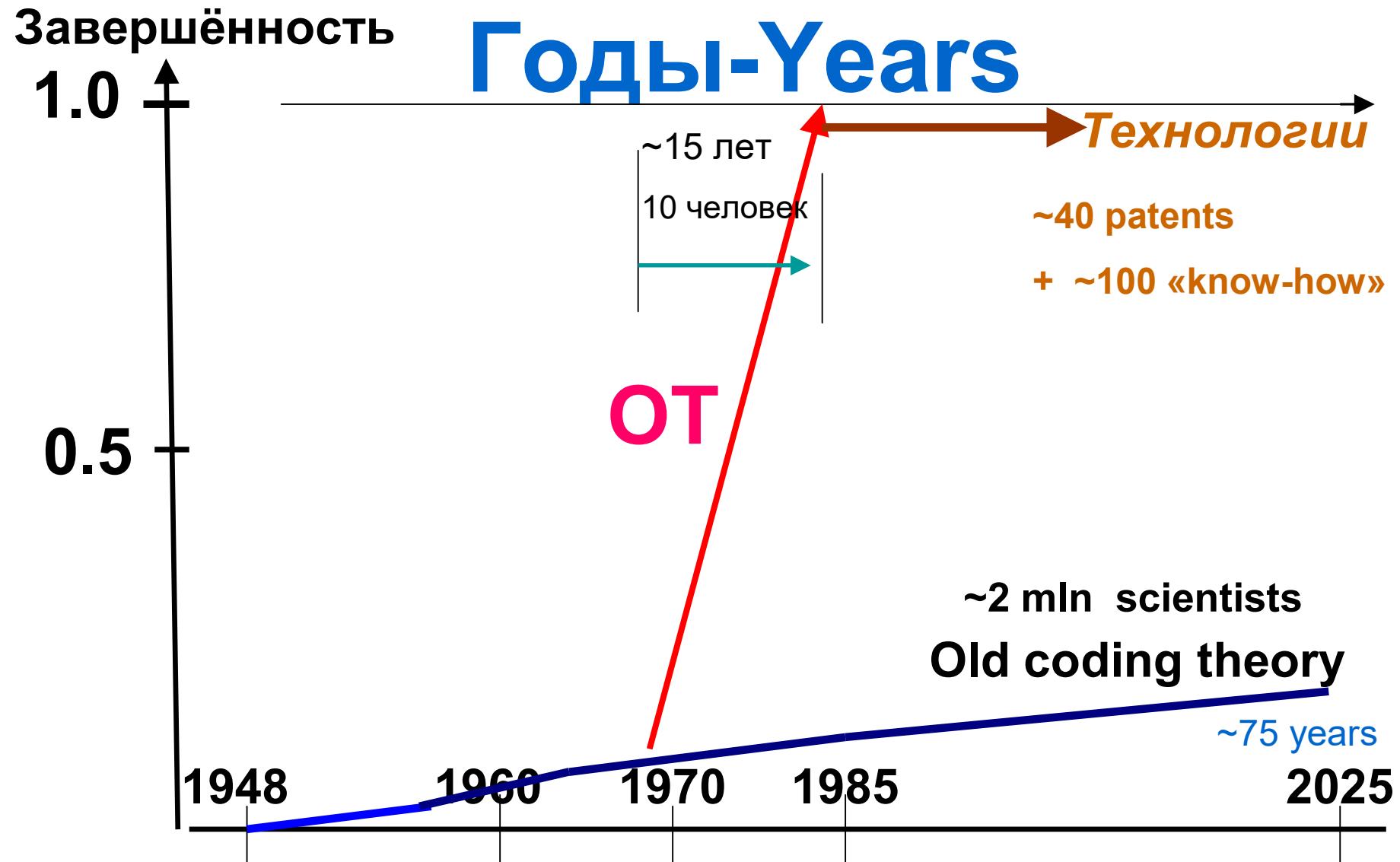
Уточним:

кодирование снижает
размеры антенн и требуемую
мощность передатчика,
а также
увеличивает
скорость, дальность
и достоверность передачи
данных для многих типов
каналов связи

Улучшение помехоустойчивости алгоритма Витерби

- 1. Предложены методы декодирования, близкие к АВ по достоверности, которые обеспечивают простое достижение высокой достоверности АВ с $K=15$, но при меньшей памяти.
- 2. Принято решение о патентовании способа декодирования и расширении диапазона параметров, при которых новый метод оказывается более компактным при аппаратной реализации.
- 3. Метод включен в обширный комплекс оптимальных алгоритмов декодирования, который получил по аналогии со славянским алфавитом общее название **Новой единой азбуки цифрового обмена информации.**

Динамика развития «классической» ТК и новой Оптимизационной Теории



Основные преимущества ОТ

Лучшие характеристики по критерию ПДС - **полностью решена великая проблема Шеннона - 1984г. !**

Разница со всеми прочими методами:

всегда более, чем на 2 порядка быстрее прочих;

Только алгоритмы ОТ являются оптимальными декодерами (ОД);

Очень **простая настройка** элементов декодеров

Удобная реализация **быстрых версий** алгоритмов ОТ

Всё запатентовано!

Наши сетевые порталы

- 1 - www.decmtdzol.ru –new!
- 2 - www.mtdbest.ru
- 3 - www.decoders-zolotarev.ru
- 4 - www.mtdbest.iki.rssi.ru –архив
 - Там - ~1500 блоков информации: статьи, обзоры, 11 монографий с профильными академиками РАН и ~40 демопрограмм и платформ с ПО (!) научной школы ОТ для цифровых сетей

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНАМ И ТОВАРНЫМ
ЗНАКАМ



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL
PROPERTY, PATENTS
AND TRADEMARKS

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

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

Для первого ознакомления с ОТ

-

Соавторы:

Н.А. Кузнецов,
академик РАН

и

Член-
корреспондент
РАН

Ю.Б. Зубарев

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



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



Москва
ИКИ РАН
2020 г.

Фрагмент алгоритма LDPC

Одна итерация алгоритма IBP включает:

- вычисление надежности символов в форме LLR и формирование сообщений к проверочным узлам:

LDPC

$$q_{i,j} = \text{LLR}_i + \sum_{k \in C_i, k \neq j} r_{k,i};$$

- вычисление проверок и формирование сообщений к кодовым узлам:

НЧ

$$r_{j,i} = 2 \tanh^{-1} \left(\prod_{k \in R_j, k \neq i} \tanh \frac{q_{k,j}}{2} \right).$$

- формирование выходного вектора, т. е. определение «жесткого» решения по надёжностям для каждого бита, по правилу

$$b_i = \text{sign} \left(\text{LLR}_i + \sum_{k \in C_i} r_{k,i} \right).$$

- проверка принадлежности полученного вектора b_i к пространству кодовых слов, выполняемое путем пересчета проверок на чётность, как в алгоритме BF;

У ВХОДА В СТЕЛЛЕНБОССКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ЮАР!) ВИСИТ СЛЕДУЮЩЕЕ СООБЩЕНИЕ:

«Уничтожение любой нации не требует атомных бомб или использования ракет дальнего радиуса действия. Требуется только снижение качества образования и разрешение обмана на экзаменах учащимися.

Пациенты умирают от рук таких врачей.

Здания разрушаются от рук таких инженеров.

Деньги теряются от рук таких экономистов и бухгалтеров. Справедливость утрачивается в руках таких юристов и судей.

Крах образования — это крах нации».



- **Литература.**
- 1. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы. Справочник. - Под научной редакцией члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева. // М., «Горячая линия – Телеком», 2004, 126 с.
- 2. В.В. Золотарёв, Ю.Б. Зубарев, Г.В. Овечкин. Многопороговые декодеры и оптимизационная теория кодирования. // Под редакцией академика РАН В.К. Левина. М., «Горячая линия – Телеком», 2012, 238с.
- 3. В.В. Золотарёв. Теория и алгоритмы многопорогового декодирования. - Под редакцией члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева. 2-е издание. // Москва, "Горячая линия - Телеком", 2014, 266 с.
- 4.. Кузнецов Н.А., Золотарёв В.В., Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В., Назиров Р.Р., Аверин С.В. Проблемы и открытия Оптимизационной Теории помехоустойчивого кодирования (ОТ в иллюстрациях) - Под научной редакцией академика РАН Н.А. Кузнецова // М.: Горячая линия - Телеком, 2020, 36 с.
- URL: <http://www.mtdbest.ru/articles/comics.pdf>.

- 5. В.В. Золотарёв. Оптимальные алгоритмы декодирования Золотарёва. - Под научной редакцией члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева // М., "Горячая линия - Телеком", 2021, 268с.
- 6. В.В. Золотарёв. Кодирование для цифровой связи и систем памяти. Справочник-2. - Под научной редакцией члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева. // "Горячая линия - Телеком", 2022, 176с.
- 7. Г. В. Овечкин, А. Н. Пылькин. О трёх значимых юбилеях теории кодирования. *Вестник РГРТУ*. 2024. № 9, 153-157.
- <https://disk.yandex.ru/i/6u202EIMnOHofA> .
- Все книги по ОТ, включая справочники, свободно доступны на страницах «Наши книги» следующих сетевых порталов:
 - www.decoders-zolotarev.ru ,
 - www.mtdbest.ru , www.decmtdzol.ru .
- Поздравление научной школе ОТ в связи с тремя её юбилеями:
- <https://disk.yandex.ru/i/6u202EIMnOHofA> .

www.mtdbest.ru

спасибо !

www.decmtdzol.ru

www.decoders-zolotarev.ru

ИКИ РАН

www.mtdbest.iki.rssi.ru

e-mail: zolotasd@yandex.ru

моб.: +7-916-518-86-28

12.11.2025 г.

ИКИ РАН

