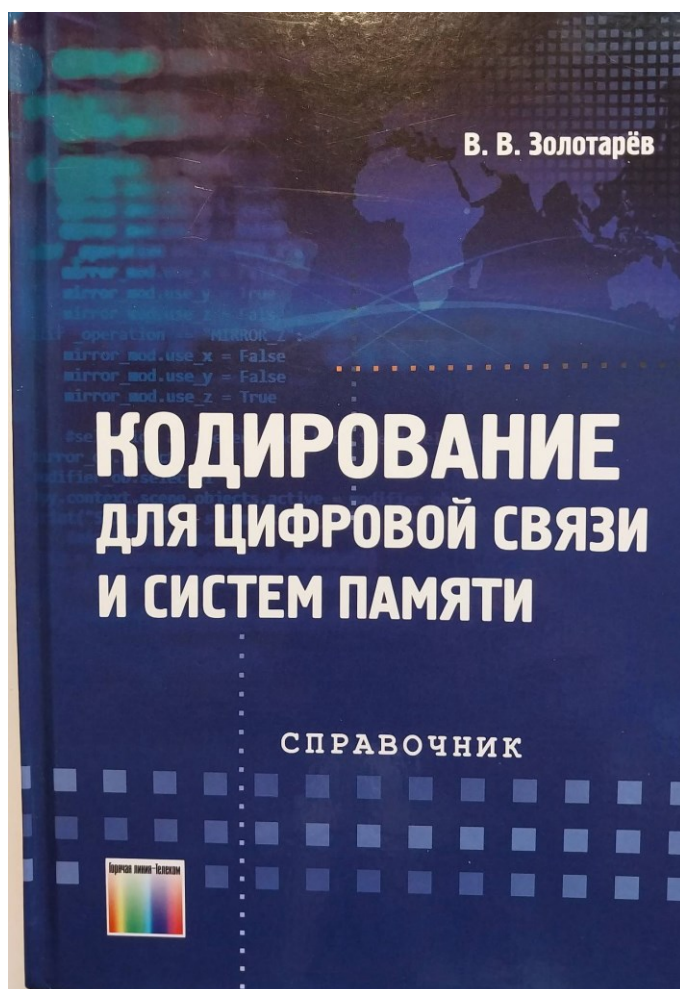


**О НОВОМ СПРАВОЧНИКЕ
ПО ТЕХНОЛОГИЯМ КОДИРОВАНИЯ
В ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ**



В этом 2022 году автор теперь уже настоящей большой энциклопедии по новейшим методам помехоустойчивого кодирования д.т.н., профессор В.В. Золотарёв выпустил в издательстве «Горячая линия – Телеком» книгу «Кодирование для цифровой связи и систем памяти. Справочник». Она предназначена российским специалистам, научным сотрудникам отрасли помехоустойчивого кодирования, а также, конечно, студентам и аспирантам радиотехнического и математического направлений информатики. По уже сложившейся традиции большую вводную статью к этому Справочнику написал её научный редактор член-корреспондент РАН Ю.Б. Зубарев. Ещё одну, весьма образную, вступительную статью для него подготовил заведующий кафедрой вычислительной и прикладной математики РГРТУ, профессор Г.В. Овечкин.

Два десятилетия после издания аналогичного первого справочника в прикладной теории кодирования (ТК) стали очень продуктивными для научной школы Оптимизационной Теории (ОТ), которой руководит автор. Сейчас акценты нового Справочника подчёркивают широкие возможности новой ОТ, кратко изложенной в начальных его разделах и решившей великую проблему Шеннона для шумящих каналов. При этом, что случается далеко не часто, её основными алгоритмами стали уже давно известные методы многопорогового декодирования (МПД) и алгоритм Витерби (AB), который школа ОТ сумела успешно модифицировать и довести до очень технологичного блокового варианта, что очень долго было крайне сложной проблемой для многих теоретиков. А с этими ключевыми алгоритмами теории ОТ специалисты сферы кодирования хорошо знакомы, что создаёт особо благоприятные условия для дальнейшего развёртывания исследований и разработок эффективных декодеров.

Справочник оказался весьма компактным и очень ёмким, так как он всесторонне интерактивно взаимодействует с 10 монографиями, статьями и обзорами научной школы ОТ. Большое число публикаций, приведённых в списке литературы этого уникальнейшего пособия для специалистов, содержат и активные гиперссылки. Такая его организация многократно увеличивает фактически оперативно доступный пользователям объём информации, алгоритмов и технологий. Доступ ко всем первоисточникам, включая монографии автора и его научной школы, абсолютно свободный. Все три сетевых портала www.decoders-zolotarev.ru, www.mtdbest.ru и www.decmtdzol.ru школы автора содержат, кроме публикаций, упоминаемых в Справочнике, около тысячи различных информационно-справочных и учебно-методических блоков.

Как известно, никакие основные характеристики систем кодирования при большом уровне шума аналитически вычислить невозможно. Именно поэтому главным достоинством Справочника оказываются невероятно широкие возможности простого и удобного взаимодействия его читателей с десятками демопрограмм, программными платформами и специальными подготовленными полнофункциональными программными комплексами, которые снабжены инструкциями пользователя, необходимыми для работы с программными ресурсами в системе VC++ для Windows. Эту особую ценность созданного под руководством В.В. Золотарёва программного обеспечения (ПО) в успехах исследований руководителя ОТ и его научной

школы подчёркивал научный редактор обоих справочников и ряда других изданий этой школы Ю.Б. Зубарев. Обширное множество программных средств, разработанных школой ОТ за 50 лет, доступное через Справочник, несомненно, исключительно ценно и для студентов, и для научных работников. Важно, что именно это ПО, созданное под неусыпным контролем теории ОТ, обеспечило и невероятно быстрый прогресс самой теории, и преодоление всех тех сложнейших прикладных проблем ТК, сформулированных Шенноном, которые в рамках прежней чисто математической теории кодирования так и не были решены за истекшие 70 лет своего «бурного» существования.

В самом деле, как показала вся история ТК и как всегда разъясняет сам автор нового издания справочника, вероятности ошибки и сложность любых алгоритмов декодирования никто и сейчас, и, видимо, никогда потом не сможет найти аналитически в виде хоть каких-то обозримых формул при большой вероятности ошибки канала связи, в том числе и около границы Шеннона. Это не получится даже для простейшего порогового декодера. Так что теория кодирования – действительно вовсе не математическая задача. А созданные под заботливым началом теории ОТ специальные алгоритмы теорий поиска глобального экстремума функционалов (ПГЭФ) с привлечением результатов Основной Теоремы МПД (ОТМПД) и технологий теории размножения ошибок (РО), как оказалось, позволяют находить все параметры МПД декодеров и различных модификаций АВ для всех каналов при любом уровне шума практически «мгновенно». Именно вследствие создания школой ОТ этих новых инструментов исследования все теоретики, не понимающие динамики развития цифровых наук и законов взаимодействия теории с экспериментом, отстали от этой школы на ~40 лет. Отметим при этом, что «три кита» ОТ: теория ПГЭФ, теорема ОТМПД и технологии РО вообще отсутствуют в прежней ТК, которая не может перейти на адекватные методы исследований алгоритмов декодирования уже в течение более 30 лет.

Софт, предлагаемый автором Справочника и специально адаптированный сторонниками его научной школы, рассчитан на разные категории специалистов, студентов и инициативных аспирантов. Несколько десятков комплектов программ различного уровня, относящихся к ОТ, позволяют всем пользователям постепенно оценить их обширные возможности и затем применить в собственных разработках. Предлагаемые программные ресурсы свободно доступны для перезаписи, последующего детального ознакомления и непосредственной дальнейшей работы с ними. Полагающиеся к ним инструкции тоже в наличии.

Другим особым свойством этого крайне необычного справочника, раскрывающего немало деталей секретов школы ОТ, является перевод многих ценнейших его разделов на сетевой уровень. Это определяется необходимостью дать студентам и научным сотрудникам правильное описание и обзор текущего уровня работ в ТК остальных научных групп. Но автор и научный редактор правильно решили, что справочная часть этого издания должна быть отделена от обзорной, чтобы не нарушать основного предназначения этой важнейшей публикации.

Особые главы Справочника описывают специальные средства ПО, программные платформы моделирования алгоритмов Витерби с различными наборами параметров, а также софт, иллюстрирующий возможности новых руководящих и технологических парадигм теории ОТ. Они открывают новые горизонты будущих исследований систем кодирования, так как реализация на хорошем технологическом уровне характеристик алгоритмов декодирования вблизи границы Шеннона возможна только с использованием инновационного ПО, реально созданного, как пока получается, лишь школой ОТ.


Сложившееся соотношение системно-теоретических и экспериментально-моделирующих работ в современной ТК, которую сейчас олицетворяет ОТ, показывает, что только грамотное сбалансированное взаимодействие обеих этих компонент при исследованиях сложнейших проблем прикладной ТК способно дать реальные результаты и обеспечить достижение поставленных целей.

Приветствуя издание столь фундаментального по уровню представленных и решённых задач крайне необходимого цифровому миру справочника по современным технологиям кодирования, можно поздравить его автора профессора В.В. Золотарёва, научного редактора члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева и всю научную школу ОТ с действительно пионерским и очень сложным для всех его создателей стилем предъявления обширных научно-методических материалов в нашей особой сфере информатики. Это избавит специалистов от безграничных математических фантазий, вообще не проверяемых практически доступными моделями.

Предоставленная теперь профессором В.В. Золотарёвым возможность «вживую» увидеть реальные простейшие, но очень эффективные декодеры многих типов для всех четырёх классических каналов, изучаемых в ТК, несомненно, поможет немалой части специалистов по технологиям кодирования освоить совершенно необходимые им новые методы создания декодеров и экспериментального подтверждения их теоретических наработок. Наверное, знакомство с ПО школы ОТ вполне может стать хорошим стимулом для создания многими специалистами собственных программных средств для указанных целей. Это намного ускорит все научные и технологические работы в ТК, избавив науку и технику цифровой связи от большей части ошибок, заблуждений и обмана.

Важнейшая роль в восстановлении достойного уровня работ в ТК на базе ОТ и других реальных научных и технологических достижений последующих лет будет, несомненно, принадлежать новому Справочнику. Он сформирован на основе содержания самых новейших монографий школы ОТ и важнейших результатов этих глубоких современных системно-философских трактатов по цифровой информатике. Издание Справочника по материалам поразительно эффективной маленькой научной школы, полностью решившей великую проблему Шеннона для шумящих каналов и опередившей тем самым на несколько десятилетий уровень прежней крайне схоластической теории кодирования, позволит успешно решать новые сложные задачи цифрового информационного сообщества.

Почетный работник высшего профессионального,
образования, доктор физико-математических наук,
профессор, профессор кафедры высшей математики
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина»,
директор лаборатории системного анализа,
Президент Рязанского физико-математического
общества, заместитель генерального директора
Международного фонда ученых и инженеров
имени академика В.Ф. Уткина


Миронов Валентин Васильевич

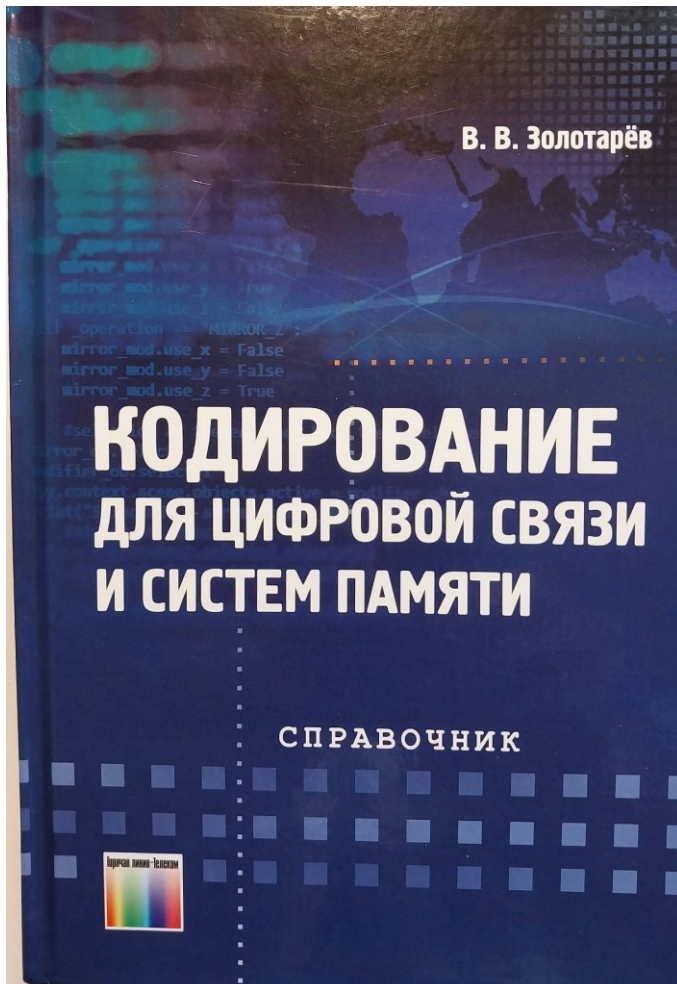
Подпись Миронова В.В. заверяю.
Ученый секретарь ученого совета РГРТУ
к.ф.-м.н., доцент




К.В. Бухенский

=====

ABOUT THE NEW HANDBOOK ON CODING TECHNOLOGIES IN DIGITAL COMMUNICATIONS



In this 2022, the author of the now real large encyclopedia on the latest methods of noise proof coding, Doctor of Technical Sciences, Professor V.V. Zolotarev, published the book "Coding for digital communications and memory systems. Handbook". It is intended for Russian specialists, researchers in the field of noise proof coding, as well as, of course, students and postgraduates of radio engineering and mathematical areas of computer science. According to the already established tradition, a large introductory article to this Handbook was written by its scientific editor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences Yu. B. Zubarev. Another, very imaginative, introductory article for him was prepared by the head of the Department of Computational and Applied Mathematics of the Russian State Technical University, Professor G.V. Ovechkin.

Two decades after the publication of a similar first handbook in applied coding theory (TC) have become very productive for the scientific school of Optimization Theory (OT), which is led by the author. Now the accents of the new Handbook emphasize the broad possibilities of the new OT, summarized in its initial sections and solved the great Shannon's problem for noisy channels. At the same time, which does not happen often, its main algorithms have long been the

well-known methods of multithreshold decoding (MTD) and the Viterbi algorithm (VA), which the OT school managed to successfully modify and bring to a very technological block version, which for a very long time was an extremely difficult problem for many theorists. And experts in the field of coding are well familiar with these key algorithms of OT theory, which creates particularly favorable conditions for the further research and development of effective decoders.

The reference book turned out to be very compact and very capacious, as it interacts comprehensively with 10 monographs, articles and reviews of the scientific school OT. A large number of publications in the literature list of this unique manual for specialists also contain active hyperlinks. Such its organization increases it many times in fact, the amount of information, algorithms and technologies that are available to users promptly. Access to all primary sources, including monographs of the author and his scientific school is absolutely free. All three network portals www.decoders-zolotarev.ru , www.mtdbest.ru and www.decmtdzol.ru of the author's schools contain, in addition to the publications mentioned in the Handbook, about a thousand different information and reference and teaching blocks.

As they know, it is impossible to calculate analytically any of the main characteristics of coding systems at a high noise level. That is why the main advantage of the Directory is the incredibly wide possibilities of simple and convenient interaction of its readers with dozens of demo programs, software platforms and special prepared full-featured software complexes, which are provided with user instructions necessary to work with software resources in the VC++ system for Windows. This special value of software in the success of the research of the head of the OT and his scientific school created under the leadership of author the scientific editor of both reference books and a number of other publications of this school, Yu. B. Zubarev emphasized specially. The vast array of software tools developed by the school during 50 years, available through the Directory, is undoubtedly extremely valuable for both students and researchers. It is important that this software, created under the vigilant control of the OT theory, ensured both the incredibly rapid progress of the theory itself and the overcoming of all those complex applied coding theory (CT) problems formulated by Shannon, which, within the framework of the former purely mathematical coding theory, have not been solved over the past 70 years of their "turbulent" existence.

In fact, as the whole history of CT has shown, and as the author of the new edition of the handbook himself always explains, no one can find the probability of error and the complexity of any decoding algorithms now, and, apparently, will never be able to find in the analytical form of at least some observable formulas with a high probability of communication channel error, including the Shannon's bound realm. It is impossible even for the simplest threshold decoder. So coding theory is really not a mathematical task at all. And the special algorithms created under the careful leading of the OT theory for the new theories of the searching for the global extremum of functionals (SGEF) with the involvement of the results of the Main Theorem of MTD (MTMTD) and the technologies of the theory of error propagation (EP), as it turned out, allow them to find all the parameters of MTD decoders and various modifications of VA for all channels at any noise level almost "instantly". It is due to the creation of these new research tools of the school

OT that all theorists who do not understand the dynamics of the development of digital sciences and the laws of interaction between theory and experiment have lagged behind this school by ~40 years. Note at the same time that the "three whales" of OT: the theory of SGEF, the NTMPD theorem and EP technologies are generally absent in the former CT, which has not been able to switch to adequate research methods for decoding algorithms for more than 30 years.

The software offered by the author of the Handbook and specially adapted by supporters of his scientific school is designed for different categories of specialists, students and initiative graduate students. Several dozen sets of programs of various levels related to OT allow all users to evaluate gradually their extensive capabilities and then apply them in their own developments. The proposed software resources are freely available for rewriting, subsequent detailed acquaintance and direct further work with them. The instructions that rely on them are also available.

Another special feature of this extremely unusual handbook, which reveals many details of the secrets of the OT school, is the transition of its many most valuable sections to the network level. This is determined by the need to give students and researchers a correct description and overview of the current level of work in the CT of other research groups. But the author and the scientific editor correctly decided that the reference part of this publication should be separated from the review, so as not to violate the main purpose of this important publication.

Special chapters of the Handbook describe special software tools, software platforms for modeling Viterbi algorithms with various sets of parameters, as well as software illustrating the possibilities of new guiding and technological paradigms of the theory of OT. They open up new horizons for future research of coding systems, since the implementation at a good technological level of the characteristics of decoding algorithms near the Shannon's bound is possible only with the use of innovative software, actually created, as it turns out, only by the OT school.

The established correlation of system-theoretical and experimental modeling works in modern CT, which is now personified by OT, shows that only a competent balanced interaction of both these components in the study of the most complex problems of applied CT can give real results and ensure the achievement of the goals set.

Welcoming the publication of such a fundamental reference book on modern coding technologies, which is extremely necessary for the digital world in terms of the level of presented and solved tasks, we can congratulate its author Professor V.V. Zolotarev, scientific editor corresponding member of the Russian Academy of Sciences Yu.B. Zubarev and the entire scientific school with a truly pioneering and very difficult for all its creators style of presenting extensive scientific and methodological materials in our special field of computer science. This will save specialists from boundless mathematical fantasies, which are not checked by practically available models at all.

The opportunity now provided by Professor V.V. Zolotarev to see "in live" the real simplest, but very effective decoders of many types for all four classical channels studied in the CT will undoubtedly help a considerable part of coding technology specialists to master the absolutely necessary new methods for creating

decoders and experimental confirmation of their theoretical developments. Probably, familiarity with the software of the OT school may well be a good incentive for many specialists to create their own software tools for these purposes, which will greatly accelerate all scientific and technological work in the TC, saving the science and technology of digital communication from most of the errors, misconceptions and deception.

The most important role in restoring a decent level of work in the TC based on OT and other real scientific and technological achievements of the following years will undoubtedly belong to the new Reference Book-2. It is formed on the basis of the content of the latest monographs of the School of Computer science and the most important results of these deep modern system-philosophical treatises on digital informatics. The publication of a Handbook based on the materials of a strikingly effective small scientific school, which completely solved the great Shannon problem for noisy channels and thereby outstripped the level of the former extremely scholastic coding theory by several decades, will successfully solve new complex problems of the digital information community.

Почетный работник высшего профессионального,
образования, доктор физико-математических наук,
профессор, профессор кафедры высшей математики
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина»,
директор лаборатории системного анализа,
Президент Рязанского физико-математического
общества, заместитель генерального директора
Международного фонда ученых и инженеров
имени академика В.Ф. Уткина

В. Миронов
Миронов Валентин Васильевич

Подпись Миронова В.В. заверяю.
Ученый секретарь ученого совета РГРТУ,
к.ф.-м.н., доцент



К.В. Бухенский
К.В. Бухенский