

## Критические замечания о новой книге профессора В.В. Золотарева

(печатается в порядке обсуждения)

### «Теория кодирования как задача поиска глобального экстремума. Оптимизационная теория помехоустойчивого кодирования – новая «квантовая механика» теории информации». М.: Горячая линия - Телеком, 2018

Автор книги – профессор В.В. Золотарев, многократно подчеркивает революционный характер результатов, полученных в его научной школе, и отмечает, что эти результаты по существу открывают неограниченные возможности для совершенствования современных систем телекоммуникации.

В частности, им утверждается (стр. 154): «Важность, успешность и перспективность ОТ (ОТ – Основной Теоремы, доказанная автором) можно только сравнить с появлением квантовой механики в самом начале прошлого века. Но тогда физика, как наука, не столь много значила в жизни людей. Тем не менее, научные результаты Планка, Шрёдингера и целой плеяды других великих физиков были высоко оценены научным сообществом, и они заслужено стали Нобелевскими лауреатами, хотя период возвышения физики наступил гораздо позже.

Достижение, **фактически в одиночку**, аналогичных по масштабу результатов нашей научной школой, конечно, имеет гораздо большее значение, т.к. **мы решили важнейшую и чрезвычайно сложную проблему простого достижения высокой достоверности цифровых потоков в условиях большого шума в период взрывного развития нашей информационной цифровой цивилизации** (здесь и далее текст выделен нами), создав все возможности для применения простых и понятных методов нашей «квантовой механики» в цифровой технике и науке будущего.

Таким образом, изложенные в книге данные свидетельствуют об успешном решении главной научной и технологической проблемы всей информационной цифровой цивилизации – создание обширных классов простых методов достижения произвольно высокой достоверности передачи, хранения и восстановления цифровой информации на базе методов поиска глобальных экстремумов функционалов в специальных дискретных пространствах».

И далее (стр. 179): «Основная Теорема успешно приняла эстафету во всех прикладных вопросах от классической алгебраической теории кодирования и выходит в новое бескрайнее интеллектуальное пространство оптимизационных алгоритмов с линейной от длины кода сложностью, **решающих все проблемы достижения оптимальной по максимуму правдоподобия достоверности цифрового контента нашей информационной цивилизации**».

Использование автором своей книги характеристики ее содержания как комплиментарных прилагательных в превосходной степени, а также высокие оценки представленных в ней научных результатов, безусловно, привлекают к ней пристальное внимание специалистов, следящих за развитием важного научного направления теории связи по теории помехоустойчивого кодирования/декодирования принятых сообщений, и знакомых с результатами в этой области, изложенными в

многочисленных научных статьях, монографиях, а также в учебной литературе.

Однако, при внимательном изучении данной книги возникает ряд критических замечаний, как редакционного характера, так и по существу затронутых в ней проблем, на которые, по нашему мнению, целесообразно обратить внимание ее потенциальных читателей.

Прежде всего, следует отметить, что с профессиональной точки зрения определять теорию кодирования – как задачу поиска глобального экстремума, является нонсенсом. Теория кодирования содержит правила построения помехоустойчивых кодов, структура которых позволяет при определенной длине кодовой комбинации (КК) исправить наибольшее количество возникших в ней при приеме ошибок (или пакетов ошибок) и в книге она не затрагивается.

Другая сложная проблема, которой специалисты уже много лет уделяют пристальное внимание, связано с декодированием принятого сообщения. Эта проблема действительно, как хорошо известно, связана с формированием на выходе декодера такой информационной последовательности символов, при которой евклидово расстояние между соответствующим сигналом и поступающим по каналу связи на вход демодулятора, имеет минимальное значение.

Претенциозное название автором созданной им теории, как «**новой квантовой механики**» теории информации», никакой полезной информационной нагрузки не несет. Для информации отметим также, что автору не следовало применять в своей книге термин «квантовые каналы», так как он уже давно задействован в современной теории связи и относится к одному из ее направлений, по которому имеется ряд публикаций, где рассматривались вопросы демодуляции сигналов в таких каналах связи [1, 2].

С нашей точки зрения, завышенная самооценка автора представленных в его книге научных результатах не оправдывается ее реальным содержанием.

Отметим основные замечания по данной книге, на которые ее читателям следует, по нашему мнению, обратить внимание.

1. Автор не учитывает уже сложившиеся методы сравнения важнейших показателей систем связи (их энергетической и спектральной эффективности), которые представлены во многих книгах [3-7] и позволяют определять, насколько их параметры уступают потенциально возможным по Шеннону. Для того, чтобы выполнить сравнение разных систем необходимо указать их основные параметры: удельную скорость передачи сообщений по каналу связи ( $R_f$ ), кодовую скорость используемого помехоустойчивого кода ( $R_c$ ), его длину, отношение сигнал/шум на входе демодулятора ( $\rho_b$ ), приходящееся на один принятый бит сообщения, минимальное значение отношения сигнал/шум на входе демодулятора в «идеальной» по Шеннону системе, которое при-

ходится на один принятый бит сообщения ( $\rho_{об}$ ). Значения  $\rho_b$  и  $\rho_{об}$  определяются при условии, что удельная скорость передачи сообщений в «идеальной» и в сравниваемой системах связи имеют одно и то же значение. В книге не приводятся полные данные о значениях этих параметров для рассматриваемых в ней систем связи с кодами, допускающими мажоритарное декодирование.

В книге нет сравнения предложенных в ней кодов с рядом эффективных методов передачи и приема сообщений в современных системах связи [3-7]:

1) решетчатой кодированной модуляции (РКМ), в которой используются сверточные коды;

2) кодовой модуляции с битовым перемежением (МКБП) и с турбокодом (ТК);

3) многоуровневой кодовой модуляции (МКМ) с ТК и др.

Поэтому утверждения автора о высоких, не достижимых прежде характеристиках систем связи, в которых применяются мажоритарные коды, выглядят, мягко говоря, необоснованными.

2. Автор отмечает, что характеристики рассмотренных им систем связи близки к пределу Шеннона (не указывая насколько) при большом уровне шумов. Не ясно, что автор имеет в виду, так как известно, что в теории Шеннона характеристики систем связи зависят только от отношения сигнала/шум на входе демодулятора, а не от уровня шумов.

3. В книге представлены лишь частные результаты, основанные на компьютерном моделировании помехоустойчивости приема конкретных кодов с конкретными параметрами. Общие закономерности изменения помехоустойчивости исследуемых кодов с увеличением их длины, что необходимо для обоснования утверждения автора книги о возможности с помощью таких кодов приблизиться к пределу Шеннона, не рассмотрены. Полученные автором нижние границы эффективности таких кодов (стр. 89), такой цели служить не могут. Ведь по определению реальные характеристики кодов всегда хуже, чем те, которые определяются полученными в книге нижними оценками вероятности ошибки декодирования мажоритарных кодов.

4. В нескольких местах книги делаются неверные по существу утверждения: рассматриваемые в ней коды позволяют исправлять в кодовой комбинации более  $(d-1)/2$  ошибок, где  $d$  – минимальное расстояние между КК используемого кода.

5. Нет сравнения параметров кодов, допускающих мажоритарное декодирование, с известными границами, установленными Хэммингом, Плоткиным, Бассалыго и Элайесом, Варшавовым и Гильбертом. Эти границы определяют область, в которой у оптимальных кодов с определенной длиной может находиться количество исправляемых ошибок, которое зависит от  $R_c$  – их кодовой скорости. Без такого сравнения некорректно говорить об особо высоких показателях систем связи, в которых применяются исследуемые в книге коды.

6. Характеристики рассмотренных кодов наверняка уступают характеристикам кодов с максимально достижимым расстоянием (МДР), у которых при заданной кодовой скорости  $R_c$  кодовое расстояние  $d$  между КК имеет наибольшее значение. Такие МДР коды могут обеспечить высокую надежность связи при сравнительно небольшой длине и, в тоже время, имеют достаточно

простой алгоритм декодирования. К такому классу кодов относятся, в частности, коды Рида-Соломона. Нам представляется странным, что автор несколько раз отмечает низкую эффективность кодов Рида-Соломона.

Таким образом, по нашему мнению, утверждения автора, что в его научной школе «...**решены все проблемы достижения оптимальной по максимуму правдоподобия достоверности цифрового контента нашей информационной цивилизации**», нельзя признать обоснованными.

Огорчительным и недостаточно корректным с научной точки зрения является явная недооценка профессором В.В. Золотаревым тех фундаментальных результатов, которые были получены многими отечественными и зарубежными учеными за последние десятилетия. Желая подчеркнуть значение собственных научных результатов, приписывая им уникальность и особую важность, профессор В.В. Золотарев, в частности, отмечает (стр. 197): «...алгебраическая теория кодирования за многие годы **своего условного лидерства не решила никаких основных проблем своего развития: не нашла простых способов своего развития: коррекции ошибок выше уровня половины кодового расстояния**, не преодолела сложностей декодирования в гауссовском канале связи, а также не вышла на линейный от длины кода уровень сложности декодирования...».

Мы полагаем, что читатель этого отзыва, ознакомившись с историей теории связи и, в частности, с историей создания и развития в XX столетии теории кодирования, которая изложена, например, в книге [8], не примет столь уничижительный взгляд профессора В.В. Золотарева на достижения крупнейших ученых и исследователей прошлых лет.

Д.т.н., профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

*Быховский М.А.*

Д.т.н., профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

*Дворкович В.П.*

#### Литература

1. Хелстром К. Квантовая теория проверки гипотез и оценивания. М.: Мир, 1979.
2. Коржик В.И., Финк Л.М., Щелкунов Н.Н. Расчет помехоустойчивости систем передачи дискретных сообщений. Справочник. М.М.: Радио и связь, 1981.
3. Варгаузин В.А., Цикин И.А. Методы повышения энергетической и спектральной эффективности цифровой радиосвязи. СПб.: БХВ-Петербург, 2013.
4. Зюко А.Г., Фалько И.П., Панфилов И.П., Банкет В.Л., Ивашенко П.В. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации // Под. ред. А.Г. Зюко. М.: Радио и связь, 1985.
5. Зяблов В.В., Коробков Д.Л., Портной С.Л. Высокоскоростная передача сообщений в реальных каналах связи. М.: Радио и связь, 1991.
6. Прокис Дж. Цифровая связь // Перевод с английского под ред. Д.Д. Кловского // М.: Советское радио, 2000.
7. Быховский М.А. Гиперфазовая модуляция – оптимальный метод передачи сообщений в гауссовских каналах связи. М.: Техносфера, 2018.
8. Быховский М.А. Пионеры информационного века. М.: Техносфера, 2006.