

Специальное приложение 5.

Комментарий одного «обзора» о «полярах» .

(Номера ссылок на литературу указаны согласно Списку литературы к Справочнику-2 [91].

Этот же Список также повторяется и ниже предлагаемого вам текста)

В прошлом году группа лиц опубликовала в ведущем журнале отрасли связи «обзор», который указан в самом низу этого текста под условным номером **XX**.

Напомним сначала те правила, которые, как мы полагаем, должны применяться при рассмотрении разработок и исследований алгоритмов декодирования. Они являются главными руководящими «маяками» в наших оценках всех «бурь» прикладной (!) теории кодирования (ТК). Тематика этой отрасли теории информации такова, что её критерии сродни тем олимпийским спортивным дисциплинам, которые характеризуются понятными для всех результатами «голы, очки, секунды». Конкретно для прикладной ТК достаточно давно таким критерием стал ПДС≡«помехоустойчивость-достоверность-сложность». Первый его параметр характеризует удаленность области работы алгоритма декодирования от пропускной способности канала C , второй определяется вероятностью ошибки декодирования, которая должна быть по возможности ближе к вероятности оптимального декодера (ОД) для используемого достаточно эффективного длинного кода, а третий - это количество самых простейших операций алгоритма декодирования с небольшими обязательно целыми числами или оценка этого количества операций относительно длины n используемого кода.

И тут очень важно, что рассмотрение алгоритмов по этим критериям очень просто, а главное, достаточно точно организует нужное ранжирование любых методов кодирования. Эти же параметры определяют и перспективы алгоритмов декодирования, по меньшей мере, ближайшие. Заметим, что критерий ПДС уже не раз отлично работал и тогда, когда наша школа Оптимизационной Теории (ОТ) обсуждала свои расхождения во взглядах со сторонниками тех или иных методов [6,21-25,29,30,43,61,80,89,91].

Но таких же или каких-либо других критериев сравнения в комментируемом «обзоре», который мы для краткости далее обозначаем **ОХ**, мы не увидели вообще. Поэтому и способы выбора анализируемых направлений в разработках декодеров в **ОХ** оказались абсолютно непонятными. В нём сразу получилась настоящая «каша». А далее мы увидим, что она несъедобная.

Но тогда для кого этот «обзор»? Да, его «сочинители» приводят множество стандартов, названия которых ничего не говорят читателям о способах решения там задач кодирования и о сути таких достижений: быстроедействие элементной базы, особенности самих алгоритмов, критерии, которыми определялось их внимание к какому-то методу, сфера приложения и т. д. . Для тех, кто будет покупать? Это – реклама продукции фирм? И что, надо было текст с подобным названием помещать в такой журнал? Он ведь шёл под рубрикой «Наука»! И зачем всё в таком вот виде – неясно.

Но, может, это всё же для проектировщиков-исследователей? А тогда нужен наш стиль и наши критерии. Или другие, конечно, но тоже чётко определённые и оправданные. Так что галочку за публикацию эта агрессивная околонучная компания получила, а цель-то такой серьёзной статьи они сами хотя бы поняли? Получается, что сделанный «рублёвый» замах этой публике не по силам. Здесь без наших уже давно применяемых критериев типа ПДС не обойтись. А у них ничего даже отдалённо похожего на системное изложение ситуации нет. «Не садись не в свои сани!» - про кого это? Мы знаем про кого.

Мы также сразу заранее согласны с тем, что наш комментарий, увы, совершенно не является скучно-академически-корректным. Не получается. Но причина этого в исклю-

чительно грубом выражении несогласия «обозревателей» с нашим аргументированным очень отрицательным мнением о различных «исследованиях», проделанных этой группой аферистов, о чём мы неоднократно высказывались, в частности, в [25,80,86,91], а также в [21,30]. Проблемы прикладной ТК в нашей стране уже давно вышли за рамки научно-инженерной деятельности и теперь уже много десятилетий (!!!) являются проявлением глубокого упадка общей культуры «тружеников науки», о морали и репутации которых говорить корректно теперь вообще совершенно невозможно. Нам не доставляет абсолютно никакого удовлетворения наше частое отвлечение от спокойной исследовательской деятельности, но, кроме нас, сейчас никто не смеет (**боятся!!!**) давать правильные оценки околонуточной суестьи этого переменного и уже немалого по составу «ансамбля» аферистов и их покровителей в наших «читаделях науки», давно не понимающих направления движения новой ТК, нашей Оптимизационной Теории (ОТ) и её основных методов многопорогового декодирования (МПД), а также разных модификаций алгоритма Витерби (АВ) [5,6,20,21,49-52,91].

В связи со многими необычными особенностями нашего текста далее автор данного комментария будет для краткости называться **АК**, «обзор», как договорились, **ОХ**, а ссылку на **ОХ**, указанный в конце этого комментария, мы будем, как уже договорились, обозначать через **ХХ**. Все остальные ссылки, упоминаемые нами здесь, будут соответствовать тому списку литературы Справочника-2 [91], который расположен ниже обложки самого Справочника-2 на странице «Наши книги» именного портала нашей научной школы ОТ [20], который вы можете найти в сети и по контексту «Декодеры Золотарёва», или портала www.mtdbest.ru. Этот список литературы помещён и здесь же, ниже данного текста нашего коммента. Причина такого нашего подхода к «обозревателям» единственная: даже просто поместить ссылку на этот совершенно неприличный по уровню и непонятный по своим целям «художественный свист» индивидуумов, незаслуженно завладевших дипломами кандидатов и докторов наук, рядом с другими работами, отражающими очень трудные реальные успехи различных специалистов в нашей исключительно сложной отрасли науки, - нет, этого делать нельзя! Мы их пока –в такой вот наш условный «карцер»!

Обратимся, наконец, к тексту «обзора». Вместо указания критериев, по которым составители **ОХ** могли бы сравнивать различные методы, они начали с похвал турбо, а потом и LDPC кодов. Но современными эти направления в прикладной ТК уже давно не являются, т. к. им два-три десятка лет. Их безусловную, но ограниченную ценность мы ранее неоднократно отмечали в наших обзорах и монографиях. Промышленность зарубежья их тоже оценила. А теперь эти коды уже заняли своё место в истории развития теории кодирования (ТК). Но «обозреватели» начали долго объяснять что-то про основы их теории, впустую потратив на эти «мысли по поводу» более двух страниц своего довольно короткого по своей сути текста. А ведь журнал – не учебник! Зачем-то ещё была указана и линейная по n сложность кодирования, где n – длина кода, совсем уже второстепенная справка, и т. д.. Получилось весьма плохое начало «ни о чём». Причина - отсутствие опыта и хоть каких-то своих собственных результатов у этих авторов, которые могли бы стать для них реальными и ценными опорными точками для многих сравнений алгоритмов в тексте **ОХ**.

Далее при неопределённых целях, критериях и без ориентира на аудиторию были написаны неуместные для обзоров учебные фразы о некоторых методах и нарисованы две совсем нечитаемых картинки для разных методов с неизвестными сложностью и быстродействием, что, конечно, сразу попросту обнулило их ценность. А мы знаем, что если не учитывать вопросы сложности, то и проблемы декодирования в теории кодирования нет, т. к. почти все коды по вероятности ошибки оказываются вполне хорошими. Возможно, сравнение хотя бы с возможностями различных версий известного блочного алгоритма Витерби (БВ) [5,6,20,49-52,91] могло бы стать удобным контрольным и опорным

ориентиром для указанных в **ОХ** методов. Но «обозреватели», насколько мы понимаем, незнакомы и с этим направлением развития самого популярного метода декодирования прошлого века. Укажем также, что, как и в их «диссерах» (мы понимаем так, что диссертация – это совсем другой серьезный научный квалификационный труд!), никакого упоминания и результатов ОТ в тексте **ОХ** тоже нет [1-9]. Но, кстати, почему? У нас более 600 работ по прикладным вопросам ТК. А наши методы имеют все даже теоретически наилучшие возможные параметры по критерию ПДС. Не читали? Ну, тогда это и вправду вовсе никакой не обзор!

Далее, укажем на совершенно непонятное происхождение графиков на рис.1 и 2. Они – откуда? От наших «обозревателей» или от авторов зарубежья? Так что пользы и от них никакой. Но как раз в связи с этим укажем, что в недавнем пособии для ВУЗов одного из членов этой странной компании никакие из расхваливаемых методов «обзора» не указывались тоже. Не странно ли? Зато там в [13(с.58)] студентам предлагают изучать особенности таких методов декодирования, которые для кодов средней длины имеют сложность, на много порядков большую числа атомов во Вселенной. Конечно, это очень ценно, да? Но студентам-то такие странности зачем? Так ведь ещё и в другом месте в [13(с.258)] тем же студентам наш мудрый автор 400-страничного пособия предлагает своё второе «откровение», согласно которому экспонента сложности для его оптимальных блоковых алгоритмов вдвое больше, чем у свёрточного АВ или у нашего запатентованного БАВ [6,49-52,91]. А много ли это? Если бы NASA сделанный в конце ещё того тысячелетия оптимальный декодер (ОД) повторила именно по схеме из [13], а затем и согласно нашему патенту для БАВ, то такой наш ОД оказался бы примерно в 16'000 раз проще «чуда» из пособия. Вопрос: «обзорам» таких «изобретателей» стоит доверять? Велика ли от них польза хоть в чём? И нужны ли студентам такие странные фокусы? Мы думаем, что от подобных «чудес» надо оберегать даже аспирантов.

Кстати, ничего более ценного в этом четырёхсотстраничном пособии для студентов нет абсолютно. В этом мы предлагаем вам убедиться самостоятельно. Подчёркнём, что, например, мы пишем только о ценном, обучающем и реально развивающем новом материале, который студенты усвоят и научатся создавать реально что-то новое, то, чего не было 10-20-30 лет назад. Однако ничего такого в [13] нет. Более того, и в материалах докторской защиты в виде доклада этого «лидера группы поддержки поляров» не было ни единого нового слова в теории кодирования. Воистину это тот самый случай: докторская – это просто вторая кандидатская. Печально.

Вернёмся к **XX**. Добавим к этому, что график для недвоичного кода на рис.2 также абсолютно неуместен, т. к. он относится к совершенно другой группе методов декодирования. Для него также не указываются никакие параметры сложности, а значит, что и его тоже сравнивать просто не с чем.

Ну, а тогда и здесь «обозревателям» снова поможем именно мы. Укажем на то, что их собственные результаты в «диссерах» по недвоичным кодам соответствуют (по их же данным для кодов Рида-Соломона (РС)!) сложности N порядка $N \sim p^3 \cdot \ln p$. И напомним, что в теории ОТ сложность N многопороговых декодеров (МПД) для символьных (недвоичных) кодов всего лишь пропорциональна длине кода p : $N \sim p$ [1,3-10,20,21,80,91]. И, самое главное, эти декодеры для символьных кодов любой длины достигают решений оптимальных декодеров (ОД) даже при весьма высоких вероятностях ошибки канала. Соответствующие макеты программ для символьных кодов специалисты могут переписать к себе с учебных страниц наших трёх сетевых порталов [20] и из материалов для справочника [91], а затем тут же самостоятельно проверить наши (и - заметьте, не только наши!) методы в эксперименте. Но сравнить результаты всё равно будет нельзя, т. к. «обозреватели», как обычно, не привели никаких параметров своих декодеров, если они, декодеры, у них вообще есть.

«Достижения» за границы, повторим, мы не обсуждаем вообще. Они тонут самостоятельно, независимо от наших российских «изобретателей» невесть чего, т. е.

совершенно отдельно от нашей компании халтурщиков. Данных для сравнения каких-либо результатов ни по сложности, ни по достоверности нет и в остальной части **ОХ**, и во всех их «диссерах» (иначе ведь про их «труды» писать нельзя!). Так что первые 2 страницы «обзора» - вообще абсолютно ни о чём.

Краткий подитог. «Обозреватели» сами ничего делать не умеют. И существенно, что никто в мире не может рассчитать ПДС при большом шуме вообще ни для каких декодеров [5,6,20-25,91]. Но наша компания неудачников не умеет ни проводить какие-либо полезные содержательные эксперименты с кодами, ни воспользоваться подсказками «из-за бугра». И только ОТ предлагает и теоретические оценки, и результаты «мгновенных» экспериментов по моделированию работы МПД и других методов ОТ для всех типов каналов. Всё это сделано ещё до 1985 года [5,6,37,41,91]. Предлагаем посмотреть в том числе на порталах [20] и макеты алгоритмов, не относящихся к ОТ, но тоже написанных нами. Очень полезно!

Так что про относительно старые методы «обзора» – ВСЁ. Читайте книги по ОТ и изучайте очень простые теоретические оценки и конкретные экспериментальные характеристики декодеров МПД и алгоритма Витерби (АВ) для всех их модификаций [5,6,20,21,80,91].

Перейдём к полярным кодам, реклама которых, скорее всего, и была основной целью создания **ХХ**. Здесь «обозреватели» тоже слишком явно поторопились. В [6,20,21,25,43,91] у **АК** было очень большое число претензий к «писателям» это «обзора». Мы предлагаем и далее обойтись без обязательного вроде бы строгого научного этикета и при обсуждении этих кодов. Причин для соблюдения строгого дипломатического протокола и тут нет. Пока везде только странные всплески игр «человеческого фактора». А до науки - ой, как ещё тут далеко.

После столь же затянутого структурного описания «поляров», как и в начале, читателю предлагаются крайне некорректные традиционные легенды про эти коды о крайне лёгком достижении ими предела Шеннона и другие неумённые фантазии, лишь некоторые из которых справедливы только при определённых неуточняемых в «обзоре» условиях. Серьёзной теории там вообще нет. Только фокусы. Почему мы так строго? Так ведь кризис везде в мире в сфере ТК на самом деле исключительно острый! Он длится многие десятилетия. Но теорию ОТ, которая все когда-то поставленные проблемы прикладной ТК давно, ещё до 1985 года решила, никто замечать всё равно не хочет [5,6,20,21,91]. Тут можно только удивляться. А полярные коды стали, похоже, последней неоправдавшейся абсолютно ни в чём надеждой прежней крайне математизированной бесплодной ТК.

Далее именно поэтому в **ХХ** сразу же вынужденно (!!!) указывается на весьма слабые возможности «поляров» (а куда деваться! - да, всё обстоит именно так!) и описаны недостатки их декодеров. И далее, как следствие, быстро делается переход на списочное декодирование.

Но школа ОТ очень давно начала объяснять всем, что списочные декодеры (СД) применяют только для очень слабых алгоритмов. СД мало повышают эффективность любых кодов, но полностью разрушают классическую постановку задачи декодирования с редкими возможными ошибочными решениями. А как и почему надо потом обрабатывать ещё дополнительно и списки, считая это нормальным – совершенно непонятно! И что будет в результате – тоже далеко не всегда ясно.

И опять же - ни слова о реальной сложности! Ну, дайте же единственный пример конкретной программной модели декодера! – Нет! А хотя бы укажите сложность через длину кода n , что любят почти все теоретики! – Тоже нет! Правда, для одного алгоритма ПИ всё же указана сложность $N \sim n^* \ln n$, но тут же его сами авторы и обругали, а затем и здесь тоже перешли к СД, о которых мы только что уже всё сказали. Приведённый далее пример каких-то суперскоростных «поляров» при прочих совсем неизвестных данных мы рассматриваем только как насмешку над здравым смыслом, логикой и наукой.

Дальнейшее продолжение факирских манипуляций с кодами опять приводит авторов **ХХ** к СД, которые в свою очередь тут же тоже критикуются. А затем указывается на особую «панацею» для них в виде контрольных сумм CRC. Да, это полезное средство вполне допустимо, как и вообще любое каскадирование, которое полезно абсолютно везде. Но тогда получаем, что подобное улучшение характеристик (тоже недоказанное в **ОХ** какими-нибудь понятными примерами) никак не относится собственно к эффективности самих «поляров». Ведь читателей стараются убедить именно в пользе именно этих кодов. Но это опять никак не получается.

Далее оказывается, что эти радостно восхваляемые коды надо применять при длине кодов $n < 1000$. Ладно. Но в самом большом нашем масштабном обзоре [25] про «поляры» мы показываем, что вполне приемлемые характеристики при $n < 1000$ обеспечивают МПД и наши же версии простейшего с точки зрения логики работы блочного АВ (БАВ) [6,49-52,91]. Мы во многих наших статьях указываем скорости наших конкретных программных моделей и для декодеров этих типов. Но и для вроде бы совсем уже конкретных «поляров» никакие экспериментальные данные в **ХХ** не сообщаются. И как получены аналитические оценки достоверности «поляров» – тоже страшная тайна. Ведь для больших уровней шума это чрезвычайно трудно всегда и абсолютно для всех [5,6,20,21,91]! А сложность фактически даже и не упоминается. Т. е. реально ничего не указывается и здесь. Взамен этого «обозреватели» предлагают такие вот «распевки», что, мол, у них всё хорошо и будет ещё лучше. Да кто бы сомневался?!?

Затем идёт просто восхитительный фрагмент текста, где они хвалят российскую школу «поляров», т. е. (совершенно не шутя!) себя. Но попытка закрепиться хотя бы в придуманной ими самими «табели о рангах» тоже безуспешна. Мы с уважением относимся к работам полувековой и более давности по обобщённым каскадным кодам и к статье М.С. Пинскера в самом первом номере ППИ, на которые указано в **ОХ**. Но никакой связи с «полями» там нет и в принципе быть не может! Это блеф! И очень важное во многих других случаях включение работ наших «обозревателей» в какие-то особые престижные перечни публикаций «где-то там» про «поляры» в текущей реальности ничего вообще не значит, т. к. общемировой кризис в прикладной теории кодирования (кроме теории ОТ! – проверьте уж это сами!) прекрасно поглотил, как мы отмечали выше, и всё связанное с ТК зарубежье! Это совсем неудивительно, т. к. все новые методы наши «теоретики» радостно принимают только «оттуда». А там пока так же, как и у нас – ничего: очень долгий кризис! Но публиковаться-то им тоже надо. Вот и получается как у дедушки Крылова: давайте хвалить друг друга, т. е. в нашем случае «поляры». А про нашу школу ОТ нельзя сказать ничего лучше, кроме: «Нет пророка в своём отечестве!» . Да, воистину так. Но у нас-то в ОТ кризиса не было и нет. И мы всю основу сделали (повторяем это!) ещё до 1985 года. И успешно двигаемся далее.

Можем ещё для уточнения ситуации указать на наш не очень давний обзор [43], где мы напоминаем про коды, в которых есть до девяти составляющих их компонент при каскадировании. Но при этом никаких особых результатов и для таких «поляров» не наблюдалось тоже. Как, впрочем, и хоть каких-либо конкретных оценок сложности. То, что помещено в **ОХ** на рис.4, тоже не имеет никакого отношения к реальной сложности методов для «поляров». Так что и с такими вот «главными достижениями» этой странной агрессивной компании – тоже полный «пролёт».

Раздел о кодах БЧХ и Рида-Соломона (РС) ещё более умиляет своей наивностью. Это напрямую связано с нашим давним твёрдо выполняемым абсолютно правильным решением не обсуждать достижения зарубежных фирм, специализирующихся на разработках и производстве систем кодирования. Теоретики же должны знать, что коды БЧХ крайне слабы, а успешных алгоритмов, улучшающих их характеристики, нигде не описано [1]. В **ОХ** – тоже ничего нет. И – однако же: снова непонятные мимолётные

ссылки на стандарты, которые абсолютно бесполезны. Но затем в ОХ умудрились похвалить алгоритмы Чейза (о! - какой антиквариат!), которые крайне слабы, очень проблемны, абсолютно нетехнологичны и вообще ничего не стоят перед нашими блоковыми АВ и МПД [3,5,6,20,21, 49-52,91]. Но «обозреватели» гордятся тем, что не знают ОТ и характеристик наших алгоритмов. Ну, и зря! Это безответственная глупость, как мы уже много раз писали везде. Тем более, что все характеристики декодеров ОТ мы регулярно публикуем, а наши программные платформы для макетирования алгоритмов свободно доступны. Но «обозревателей» так просто не унять.

А дальше идёт просто реклама каких-то алгоритмов для кодов РС. Но это опять не наши «авторы». А мы уже отметили выше, что символьные МПД по критерию ПДС – теоретически наилучшие среди недвоичных декодеров по достоверности и сложности. И – хватит! Так что именно ОТ надо знать очень хорошо. Все возможности для этого уже давно предоставлены. Но надо кое-что всё же выучить. А иначе как? Никак! Только посмешище.

Тут очень кстати опять вспомнить, что сами «обозреватели» защищались на кодах РС со сложностью декодирования $N > n^3 \cdot \ln n$. Не слабо, да?!? Особенно, если вспомнить, что (приходится снова из-за них это писать!) сложность наших декодеров для недвоичных кодов $N \sim n$! Но эти агрессивно ничего не знающие про ОТ индивиды далее эдак даже как-то вальяжно ставят научному сообществу задачу поиска простого наилучшего по вероятности ошибки метода декодирования. А мы её решили и опубликовали ещё 35 лет назад [37,41].

Ближе к концу ОХ «обозреватели» очень хвалят, правда, с кучей очень странных условностей, коды БЧХ для стирающих каналов. Но мы уже много лет назад написали крайне простую теорию и провели все эксперименты с МПД декодерами в этом канале прямо при $R \sim C$, т.е. непосредственно вблизи границы Шеннона. И всё получилось в лучшем виде очень быстро, легко и просто [5,6,20,21,26,48,62,65,91]! Так что нам для ОД декодирования коды БЧХ уж точно ни к чему. Они крайне слабы абсолютно во всех схемах декодирования. У нас же эта задача тоже давно решена для всех каналов на основе самоортогональных кодов, а не БЧХ. Выходит, что это снова проблема только самих «обозревателей», которые, словно издеваясь опять только над собой и здравым смыслом во всех публикациях крайне глупо непрерывно подставляют себя, громко заявляя о незнании ОТ. Ну, вот и получите! И ведь это уже в который раз! Но им по-прежнему неймётся!

Ну, и немного посмотрим на их «методы» хранения данных. Специфику этой задачи они даже не потрудились объяснить. Конкретные примеры решений очень странные и непонятные. Но ссылки на использование для этого МДР кодов, к которым относятся и коды РС, сразу свидетельствует только об исключительно плохих возможных решениях из-за крайней слабости коротких кодов РС. А более длинные коды этого типа сложны в реализации, но тоже малоэффективны [3,5,6,21,91].

Как раз это же «обозреватели» продемонстрировали и в своих «диссерах». (Снова: у них – вовсе не диссертации с точки зрения научного отношения к ним). А лёгкость оптимального декодирования вообще всех кодов в ОТ во всех случаях обеспечивает наилучшие решения, такие же, как в ОД, и для хранения данных как в битовом, так и во многобайтовом формате [6,10,21,34,72-74]. Вот и вся дискуссия. А все мучительно непоследовательно обсуждаемые в «обзоре» прочие мелкие технические детали ТК абсолютно несущественны.

Воззвания к разработкам «хороших» алгоритмов в Заключении ОХ явно припозднились: всё это уже ещё 35 лет назад в теории ОТ сделано и в сотнях образцов аппаратуры и демопрограмм подтвердилось, а сфера применения новых методов ОТ непрерывно и быстро расширяется. А всё попутное словоблудие в конце этого итогового текста ОХ не имеет к реальным задачам кодирования, с учётом их реального состояния в ОТ, абсолютно никакого отношения. Нынешнее развитие ОТ определяется задачами

постепенного дальнейшего приближения областей работы алгоритмов ОТ к границе Шеннона. Эта труднейшая работа идёт и ещё некоторое время будет продолжаться. Все достижения ОТ защищены более, чем 30 патентами, которые сейчас являются единственным документом, подтверждающим новизну выполненной огромной научной работы.

Оценивая весь этот «опус» в целом как опасную «пустышку», мы в назидание потомкам снова вынуждены указать на следующие обстоятельства. Принципиально ошибочное отношение к теории кодирования (ТК) в ИППИ РАН, который 60 лет не может понять, что ТК – не математическая задача, искалечило судьбы, наверное, сотен и тысяч специалистов, которые все эти годы учились непонятно чему и потом делали непонятно что. По критерию ПДС в ОТ все параметры любых кодов и их декодеров определяются в эксперименте практически «мгновенно». Великая проблема Шеннона решена в ОТ на основе методов поиска глобального экстремума, Основной Теоремы МПД и теории размножения ошибок (РО), т. е. с использованием технологий трёх теорий, которых ранее вообще не было в прежней ТК [5,6,10,20,21,91]. И при этом параметры всех алгоритмов ОТ всегда даже теоретически оказываются по критерию ПДС наилучшими. А продвижение к границе Шеннона, которая абсолютно упруга и, следовательно, недостижима, как и скорость света для материальных тел, будет в ОТ продолжено наряду с решением других ещё более важных и срочных технологических проблем.

Кстати, для АК совершенно неясно, как «обозреватели» вообще посмели что-то объяснять российским читателям, одновременно демонстрируя крайне презрительное к ним отношение. Они ссылаются, в основном, только для англоязычную литературу, которую, как оказалось, весьма трудно даже очень трудно получить из сети или как-то иначе. Буквально несколько публикаций на русском все очень скандальны просто по своей сути, что мы конкретно отметили выше для каждой из них в отдельности. Последние обстоятельства совсем обнуляют пользу даже просто от просмотра текста ОХ.

А с самими «полярниками» разговор очень простой. Точнее, его не будет, пока не будет представлена работающая в широком диапазоне уровней шума, например, двоичного гауссовского канала работающая программа для хоть какого-то полярного кода, которую можно будет полностью проверить по критериям ПДС. Тем более, что они все сообщали, что какие-то программы для их «диссеров» на С++ были-таки написаны. Ну, и где они? Пусть покажут. Но у них абсолютно ничего так и нет. А что кто-то делает там, «в загранке», нам совершенно неинтересно. Эта скандальная публика ведь изображала свою «защиту» у нас в стране. Вот пусть и предъявят свой готовый к проверкам софт именно нам. Где он? Мы ждём уже не один год. Ау-у-у-у!!!

Всё!

* * *

Ан нет!

Эти ребята неуёмные и пишут много, хотя и очень плохо. Никаких реальных результатов по «поляркам» у них нет. А тут я нашёл ещё один комментарий этой «полярной Парочки» примерно годичной давности от 16.02.2021г. к нашему большому обзору [25], который они так долго не могут забыть. Уважают, значит.

Этот их коммент можно найти в сети по контексту «комментарий проблем полярных». Его размер 12 страниц. Что подделаешь! Получается, что АК вынужден в начале 2022 года отодвинуть свои дела и снова обратить внимание на «неудачников-полярников». Ну, опять же, это - их инициатива.

Ладно. Пожалуйста!

Но и здесь почти ничего о науке. Речь только об уровне морали и простой честности. Ничего о репутации. До этих проблем в нашей теории кодирования пока так же далеко, как до звёзд.

Начнём с того, что очень водянистый комментарий «обозревателей» очень затянутый и абсолютно пустой. Длинные цитаты наших текстов из [25] были ни к чему. Это – от неумения писать на нашем действительно могучем русском языке. Ссылки – о,

как надоело! – на всякие непонятные по своему существу стандарты опять повторяют стиль «обзора», который мы только что закончили обсуждать выше. В дискуссиях подобного типа это – «пустышки». Дальнейшие ссылки на применение «поляров» «где-то там» мы, естественно, вовсе не собираемся оспаривать. Наверное, да, они применялись. «ТАМ»! Но причём тут эта Парочка? Мы настаиваем только на том, что вот они-то ничего в ТК вообще не сделали. Ну, так, чтобы они это сделали сами и, извините, чтобы всё ими сотворённое можно было бы полностью проверить. Т. е. нужна полная модель какого-то приличного среди «поляров» алгоритма декодирования от нашей Парочки. А там, что где-то в Америке или Антарктиде, или.... – да, там, может быть, что-то сделали. Но наши «полярники» – нет, они не сделали вообще ничего. Это мы знаем и пишем давно. Но только это.

А дальше у них опять очень забавно. На уровне придуманных проблем мультфильмов обсуждается число найденных результатов про поляры в сетевых поисковиках. У этой Парочки в Гугле – сотни тысяч. Но и у нас тоже есть. Много. Ещё смешней: в Яндексе про нас – сотни миллионов ссылок, а у них – не знаем. Нам и не интересно это. Но они указали ссылки на «поляры» вообще. А мы – только именно на себя. Смешно?! Нам – да! Но давайте посмотрим на прочие обстоятельства их коммента.

Самое плохое у этой Парочки, написавшей комменты, то, что в списке литературы, кроме их двух «диссеров» (это – не диссертации! – это сказки 1001 ночи!), все остальные ссылки – английские статьи. Опять презрение к своим? Наши – что, недостойны усвоить их? Прочесть? Ведь даже просто добраться до этих иноязычных «чудес» трудно. А если напечатать на русском, то что, наш умный люд смеяться будет? Похоже, что да. Ничего у них полезного для реальной ТК нет! И как тогда понять, чем они недовольны на этот раз? Но всё равно по итогам раздела 2 их коммента никаких полных данных о каких-либо своих «полярах», придуманных этой уже совсем почти знаменитой Парочкой, нет ни в тексте, ни в «Литературе» к этому комменту.

Далее мы вместе с ними также чрезвычайно рады, что Арикана, автора «поляров» хорошо наградили. Но наивная парочка и её «группа поддержки» всё же должна учить историю ТК лучше, т. к. мы в [80] долго и очень сильно удивлялись, почему Парочка со своей верной «группой» пишут, что Арикан всё придумал гораздо раньше нас. Ведь мы полностью разработали теорию ОТ и все её главные прикладные вопросы ещё до 1985 года, на 25 лет раньше Арикана. И тут смешно, не так ли? Но здесь на самом деле совсем другая проблема: почему нас-то не наградили. Ведь мы все сделали, доказали в теории и показали в эксперименте. Да ладно уж! Подождём. Но получается, что Парочка и её «группа поддержки» не знает ни собственно современной ТК, завершённой нами, в основном, 35 лет назад, но и её истории. Но такие легкомысленные глупости и провалы недопустимы даже для аспирантов.

В 3 разделе снова читаем, что «там» всё сделано. Что именно – неясно. Но доморощенные «полярники» так и не предъявили ничего! Если за «бугром» что-то полезное действительно реальное сделано, то хоть скопируйте и сами предъявите. Но – полностью. Мы во всех наших статьях про Парочку – только об этом! Дайте именно вашу демопрограмму, которую мы сможем проанализировать! Да, мы снова повторяемся. Но это – из-за них.

Чудно и то, что Парочка пишет, что средний студент запросто запрограммирует «полярный» декодер. Да мы и не сомневаемся в этом! А вот вы, решившие, что заработали «докторскую», почему вы-то это сделать не можете??? **Во – вопрос!!!** Не-е-е-е! Тут что-то не так. Вот МПД декодер – 5÷7 строк на языке C++ и - ВСЁ!. Реально просто. Это – весь МПД. Абсолютно весь! А далее – только вложенные программные циклы. Куда же прощел?!

Однако вот декодера для «поляров» – нет, но его надо предъявить! Потом и поговорим. А в их «диссерах» – абсолютно ничего нет! И даже формального описания, о котором они пишут, – его у них тоже нет. Все ссылки на английском даны без каких-

либо понятных объяснений. Лень, что ли, или сами не поняли? И добраться до них очень трудно. Огромное число ссылок на разных «забугорных» авторов и на скорости их декодеров ничего не объясняют, а бесконечные напоминания о чужих стандартах – пустая потеря времени. Безобразный список литературы, не помогающий пониманию и обсуждению, тоже только раздражает. Почти ничего из него нельзя получить так, чтобы понять без лишних хлопот. Только лозунги.

Кстати, отметим, что практически всё, созданное в рамках ОТ, в том числе сотни англоязычных книг и статей, абсолютно свободно доступны на наших трёх огромных сетевых двуязычных тематических порталах [20], а также представлены в удобной форме гиперссылок во всех последних монографиях и обзорах нашей научной школы ОТ. Читайте книги, переписывайте программные платформы и сразу моделируйте все наши алгоритмы. Всё абсолютно доступно! Но надо понять и научиться. Это огромный материал, который был наработан за 50 лет. Там всё очень интересно, но весьма необычно. И, главное, - просто!

Желаете чего-то такого и от «полярников»? Ну, ждите после дождика в четверг. Похоже на истории с полётами на Луну? Мы думаем, что очень даже да. Но случай с «полярниками» немного другой. Тут про них всё показано, т. к. всесторонне рассмотрено и нами, и другими специалистами. Так что не сомневайтесь: «поляры» - крайне сложно, совершенно непонятно и абсолютно неэффективно.

Подведём итоги про «полярников». За несколько лет после своих «защит» ими так и не созданы никакие модели якобы «разработанных» когда-то алгоритмов. Их ссылка на способных студентов, которые запросто все декодеры от «полярников» сделают, мила и ультранаивна по своей глупости. Уж коли дела обстоят именно так, то почему они, «полярники», уже столько лет терпят наше информационное давление? Взались, как упомянутые ими мифические студенты, и тоже делали бы. Нет? А почему? Да потому что кризиса западной науки, не менее глубокого, чем у нас, мы не затрагиваем. А с нашими «факирами» дела обстоят, видимо, как раз так, как мы пишем. Они не сделали сами вообще ничего. И к тому же настолько ничего не могут и не понимают, что даже переписать и выдать за свои хоть какие-то чужие, но правильные результаты у них не получается. Почему? Там всё исключительно сложно! И что же это там натворили эти закордонные спецы, если наши обманутые, возможно, соответствующими «гениями» из ИППИ РАН, неудачники не могут даже просто повторить тамошние закордонные «чудеса»? А не похоже ли это всё же именно на полёты на Луну?

Ладно. Посмотрим. Ждём-с.

* * *

А желающие могут почитать наш детальный ответ этой компании аферистов [80] где-то годичной давности. Там мы с печальным юмором анализируем их требования, которые, конечно, не уступят по наглости и жёсткости приказам каких-либо арабских шейхов. А с чего бы это они так распустились? Вот это и непонятно. Единственное объяснение: разрешение некоторых давно потерявших себя «корифеев» из ИППИ, где они потом и как бы «защищали» не так давно свои очень вольные фантазии, вести себя неприлично. Нет? Тогда не знаю.

Но конкретные сотрудники этого института, до сих пор почему-то почитаемые высоким чиновным начальством, уже более 30 лет не в курсе реальной научной мысли. И в том же ответе [80] мы цитируем крайне негативные отзывы на защите одного из наших несчастных «полярщиков», их нынешнего лидера. Там раскрыты их многочисленные ошибки, фантазии и просто самый наглый обман. Подчеркнём, что это сделали вовсе не мы, а оппоненты и другие специалисты, внимательно оценивавшие их работу. Но почему защита лидера «полярщиков», тем не менее, завершилась успешно, - это вопрос к разным сановным чиновникам и опять же к руководству ИППИ, которые, как уже давно понятно, не хотят делать ничего правильно просто потому, что тоже с очень давних времён ничего в ТК, как и, так сказать, «корифеи» не понимают. Им уже очень

давно ничего не надо.

Но структура скандала с «полярщиками» крайне сложная. Сюда вмешались ещё и некоторые чиновники ИКИ РАН и другие деятели, решившие, наверное, что их будут слушать молча и с почтительнейшим вниманием. Но на самом деле они продемонстрировали только разруху в головах. Читать все документы, относящиеся к скандалу исключительно трудно. Для тех же читателей, которые захотят понять, как можно избавиться от халтуры и прямого обмана, могут посмотреть наш портал [86]. И даже сюда мы не стали помещать все хулигански непристойные по духу документы от «полярщиков» и их помощников. Это и не нужно. Но понять безграмотность и предельную аморальность некоторого слоя людей, которые уже научились-таки читать, но приобрести совесть забыли, - это по переписке видно. Однако не теряйте времени. Нам достаточно знать основных разрушителей и спокойно ждать программной проверяемой модели какого-то достаточно представительного для класса «поляров» алгоритма декодирования. Но их уже долго, ~ 10 лет нет. Будет? Неизвестно. Наверное, нет. Невероятно, но среди сторонников прежней ТК, кажется, абсолютно никто не умеет как-то программировать хотя бы на среднем уровне. Вообще!

И это – во много десятилетий стремительно развивающемся цифровом мире. Да ещё в науке! Просто невероятно! Возможно, кто-то сможет найти другие причины. Мы – нет! Может быть, надо провести уже настоящую революционную чистку? АУ! Научная власть! Вы где?

Разумеется, мы будем первыми энтузиастами, которые внимательно проведут сопоставление алгоритмов ОТ и декодеров для поляров, если такие программы будут, наконец, созданы у нас в стране. Но, конечно, без списков и без CRC, а то сравнение будет очень неточным. Но даже пусть будут и списки, и CRC, но обязательно вместе и с обычными базовыми методами для полярных кодов.

Мы полагаем, что специалист, который, не дождавшись «полярщиков», возьмётся за эту сложную работу написания представительной модели полярных кодов и полностью завершит её (мы давно понимаем, что декодеры «поляров» просто крайне сложны и абсолютно неэффективны), должен, безусловно, получить в результате выполнения этой важнейшей работы учёную степень, хотя мы абсолютно уверены, что результаты для «поляров» будут крайне слабыми по всем параметрам критерия ПДС. Ну, уж больно неестественна эта крайне странная технология, противоречащая даже простейшим основным базовым теоремам обработки информации и всей логике развития ТК.

А потом мы пригласим такого нового ответственного и смелого учёного к совместной работе. У нас сотни замечательных перспективных тем. Интенсивная прекрасная жизнь в ОТ и вообще в науке ему и его ученикам будет гарантирована.

* * *

Как отмечал научный редактор Справочника-2, появление в ближайшее время новых больших детальных обзоров, которые могли бы объективно отражать состояние нашей очень драматически развивающейся прикладной теории кодирования, пока не ожидается.

В связи с этим повторим кратко наше понимание состояния нашей, пожалуй, самой несчастной отрасли цифровой науки.

Причина долгого кризиса прикладной ТК состоит просто в том, что некоторая часть наших «цитаделей науки» за много десятилетий после ~1985 года, когда была завершена, в основном, вся Оптимизационная Теория (ОТ), не смогла пережить того, что теория кодирования – вовсе не математическая задача. Наша новая ОТ состоит из технологий теорий поиска глобального экстремума, следствий Основной Теоремы МПД и результатов теории размножения ошибок (РО), которых не было в прежней ушедшей с арены науки ТК. А эти три ключевых компоненты ОТ обеспечили решение великой проблемы Шеннона по корректной передаче данных в шумящих каналах. Причём, по

критерию ПДС алгоритмы ОТ – наилучшие даже теоретически по сложности, достоверности и близости к границе Шеннона. Конечно, задача дальнейшего приближения к пропускной способности канала будет ещё некоторое время продолжаться для различных кодовых кластеров, но это для ОТ уже чисто технологический вопрос.

Более того, вся ОТ – на ~ 3 порядка более компактна, чем прежняя совершенно неадекватная для задач декодирования ТК. ОТ – это цельный системно-философский трактат на базе указанных выше своих трёх особых компонент, принципиально новых для ТК. Она содержит, опять в отличие от прежней ТК, совсем небольшое число формул, тем не менее, полностью описывающих возможности всех наилучших по критерию ПДС декодеров для всех каналов.

А итоговым сокрушительным обстоятельством, полностью ликвидировавшим прежнюю ТК, стала абсолютная невозможность рассчитать итоговые достоверности и сложности каких-либо алгоритмов декодирования при большом уровне шума. Наверное, это навсегда или очень надолго. Но аналитических выражений даже при выборе простейших моделей каналов, рассматриваемых в теории кодирования, ни для каких декодеров вблизи границы Шеннона не может быть, как их не бывает для абсолютного большинства масштабных системных проблем, в том числе решаемых, как в случае ОТ, с использованием технологий поиска глобальных экстремумов.

В этом – ключ катастрофы прежней ТК. Абсолютно неконтролируемые никем 3-5-10 (???) совершенно невменяемых и, вследствие этого, неуправляемых «гениев» буквально в двух-трёх конторах, считающих себя крайне высоконаучными, решили, что на их век науки хватит, а тех, кто будет двигаться мимо них реально дальше и на новых принципах (да, такое в науке бывает, но последнее время – редко!), можно «утопить», запретить или хотя бы не замечать. Это у них и получилось, поскольку почти все регулирующие структуры науки сейчас просто ликвидированы, число действительно квалифицированных специалистов минимизировалось, а полному диктату нынешних «цитаделей науки» совершенно ничто не угрожает.

Ну, вот с ОТ у них ничего не получилось. Так и то это только потому, что полную силу она в научном плане набрала ещё в СССР, опубликовав на общем унылом фоне все свои действительно великие достижения почти 40 лет назад.

Новая теория кодирования давно создана и отлично везде работает. Нюансов, а также важнейших и интереснейших деталей – океан. И всё это бурно развивается. Хорошо бы побыстрее. Но нас пока мало.

А что же «гении» из «цитаделей»? О, им не сладко.

Обобщим нашу критику последних десятилетий, т. к. больших обзоров в ближайшее время мы писать не будем. Трудно, долго и отрывает от нашей работы, которая намного интереснее. Так что далее только кратко.

Начнём с «поляров». Теоретики старого покрова умеют только писать формулы, но 60 лет не могут научиться моделировать. И это была последняя «проба пера» в прежнем стиле. Но эта «проба» – совсем плохая попытка, осмеянная нами (но в «строгих тонах»!) в нашем обзоре [25], который мы готовили почти полтора года. Причина? Это они так нам надоели со своими глупостями. Дождёмся ли реальной модели для проверки? Вряд ли. Мы-то умеем программировать и многое перед нашим обзором уже проверили сами. У них нет шансов. Пока забудем про это.

Огромный сетевой портал www.mathnet.ru переполнен различными работами «гениев» из «цитаделей». Мы комментировали много различных «достижений» из этого грандиозного хранилища «чудес». Как мы предлагали и ранее, ищите их и сами. Это же так интересно! Или почитайте [21,30]. А мы ограничимся указанием на то, что там есть «результаты», полученные «гениями» аналитически совсем недавно, почти «на-днях». И в них декодеры на 2 десятичных порядка по входной вероятности ошибки хуже, чем опубликованные нами в том же журнале ППИ, но 36 лет назад экспериментальные данные моделирования МПД, причём, наш метод был, видимо, одновременно и на ~ 2 порядка

проще тех «гениальных теоретических достижений». Сами понимаете, сложность – ой, это же так скучно! О ней в статьях – ничего. Но нас в ППИ больше уже никогда не пускали. Понимаем, что мы не к месту. Там – только «теоретики».

А про остальные проблемы – совсем очень кратко. Результаты автора [13] и его докторскую, которая, как мы уже указали, просто вторая скучная кандидатская, надо отменить. Там ничего достойного науки вообще нет.

Никуда не пристегнуть и питерскую монографию о методах быстрого декодирования, которую мы в [6] отметили в списке литературы как [104]. Указывать здесь самого этого автора – много чести. Но всё же скажем, что он глупо подставился в качестве «группы поддержки» той самой Парочки, которая обиделась на наш обзор про «поляры» [25]. В [104] по списку из [6], а также в его относительно недавней докторской и на самом деле нет вообще никаких методов быстрого декодирования линейных кодов. В ОТ всё многократно эффективнее и проще. Просто он тоже за 25 лет существования до него сотен статей, патентов, книг и Справочника-1 про ОТ тоже не читал о них и ничего не знал, чем вместе с этой парочкой чрезвычайно сильно гордился. Вот вам опять и вся «теория»!

Огромное число очень «наших учёных» забавлялось «теоретическими способами» декодирования со сложностью для не очень длинных кодов, превышающей число атомов во Вселенной. Больше у них ничего серьёзного мы не припомним. Но теперь все они – о!- да, «доктора»! Автор пособия [13] тоже заслужил изъятие «корочек». Особенно за «очень нужное» для студентов описание оптимального декодера с двойной экспонентой сложности относительно алгоритма Витерби. Это нужно оценить особо. И лучше бы – побыстрее.

Хорошо бы ликвидировать и настоящий заговор против теории кодирования в Ульяновске (там, вроде бы, обитают эти «богатыри науки»). Их уже очень много. А значит, это опасно. Их «хобби»: все проблемы декодирования они «решают» с помощью ухудшения качества канала связи. А после этого смело резвятся как дети. В самом деле, весело и неопасно. Ну не будет же кто-нибудь строго осуждать такое «безобидное баловство»! И два серьёзных слова про них: там ничего нет. Даже ошибок. Все тексты – сплошная галиматья, чушь.

Вывод: отобрать дипломы у всех членов этого «детского сада» до единого, а диссовет разогнать совсем и в новые составы советов никого из этих клоунов не включать!

Кстати, диссовет, «принявший защиты» по полярным кодам в ИППИ РАН и в котором не было и до сих пор нет ни одного человека, который написал хотя бы простенькую содержательную заметку по поводу полярных кодов, следует тоже обязательно срочно распустить. Конечно, и редсовет ППИ давно пора, по меньшей мере, хотя бы существенно обновить.

А если вспомнить, что в технических ВУЗах и в Университетах повсеместно читаются курсы ТК ~40-летней давности, переводятся с одобрения наших «цитаделей науки» совершенно странные ещё более древние книги иноземных «умников» в сфере ТК, то можно смело говорить о том, что руководству нашей наукой давно надо заняться кадрами теории кодирования очень основательно. Это значит, что около $20 \div 50$ «корочек» всяческого вида следует отменить, все давно устаревшие ВУЗовские курсы полностью обновить, а студентов научить, наконец, моделировать алгоритмы. Ведь иначе то – никак не получится!

ТК – вовсе не математическая задача. Много формул в ТК уже не будет никогда. **Всё сделано!** Ну, почти всё. В ОТ всё решается масштабными методами и технологиями из теорий поиска глобального экстремума с поддержкой следствий из Основной теоремы МПД на базе теории размножения ошибок (РО).

Успехов вам!

В.В. Золотарёв

Руководитель научной школы ОТ январь 2022 года

Список литературы

(копия списка литературы к новой книге В.В. Золотарёва

«Кодирование для цифровой связи и систем памяти. Справочник-2». [91])

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.
https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/mtd_handbook1.pdf .
2. Самойленко С.И., Давыдов А.А., Золотарёв В.В., Третьякова Е.Л. Вычислительные сети. // М.: Наука, 1981, 278 с.
3. Золотарёв В.В. Теория и алгоритмы многопорогового декодирования. Под научн. ред. члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева // М.: Радио и связь, Горячая линия — Телеком, 2006; 224 с., второе издание - 2014.
<https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/teoriya-i-algoritmy-2006.pdf> .
4. Золотарёв В.В., Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. Многопороговые декодеры и оптимизационная теория кодирования. Под ред. академика РАН В.К.Левина. // М.: Горячая линия — Телеком, 2012, 238 с.
https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/zolotarev_ok2012.pdf .
5. В.В. Золотарев. Теория кодирования как задача поиска глобального экстремума. Под научной редакцией академика РАН Н.А. Кузнецова. // М., "Горячая линия - Телеком", 2018, 221 с.
[Портал РФФИ \(rfbr.ru\)](https://rfbr.ru) ,
<https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/10/kniga-2018-pro-globalnyj-poisk.pdf> .
6. Золотарёв В.В. Оптимальные алгоритмы декодирования Золотарёва. Под научн. ред. члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева // М.: Горячая линия — Телеком, 2021, 262 с.,
<https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/02/optimalnye-algoritmy-dekodirovaniya-zolotareva.pdf> .
7. Zolotarev V., Zubarev Y., Ovechkin G. Optimization Coding Theory and Multithreshold Algorithms. Scientific editor Member of the Russian Academy of Sciences V.K. Levin // Geneva, ITU, 2015, 159 p.
https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/zolotarev_itu.pdf .
- 8.. V.V. Zolotarev. Coding Theory as a Simple Optimal Decoding near Shannon's Bound (Optimization Theory of error-correcting coding is a new quantum mechanics of information theory) // М., "GLT", 2018, 333P, e-book,
https://mtdbest.ru/articles/mtd_book_2019.pdf .
- 9.. Kuznetsov N.A., Zolotarev V.V., Zubarev Yu.B., Ovechkin G.V., Nazirov R.R., Averin S.V. Problems and Discoveries of the Optimization Theory for Coding near Shannon's Bound (OT in illustrations) // Moscow: Hot Line - Telecom, 2020, 45P.
URL: <https://mtdbest.ru/articles/e-comics.pdf> .
10. Кузнецов Н.А., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Овечкин П.В. Недвоичные многопороговые декодеры и другие методы коррекции ошибок в символьной информации // М., Радиотехника, 2010, №6, Вып.141, с.4–9.

https://mtdbest.ru/articles/radiotech_2010.pdf .

11. Зубарев Ю.Б., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Овечкин П.В. Итоги 25-летнего развития оптимизационной теории кодирования. // М., Научно-технические технологии. 2016, Т.17, с.26–32.

12. Золотарёв В.В. Устройство для декодирования линейных сверточных кодов. Авторское свидетельство СССР №492878 от 31.07.72 г.

13.. Кудряшов Б.Д. Основы теории кодирования: учебное пособие для вузов. СПб.: БХВ-Петербург, 2016, 393 с.

14.. Massey J. Threshold decoding. M.I.T.Press, Cambridge, Massachusetts, 1963.
(Русский перевод: Дж. Мессе. Пороговое декодирование. М., Мир, 1966)
<https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/10/porogovoe-dekodirovanie-messi-16m.pdf> .

15. Форми Д. Каскадные коды. — М.: Мир, 1970.

16. Золотарёв В.В. Многопороговое декодирование // Проблемы передачи информации. — М.: 1986. — т. XXII, вып. 1. — С.104–109.

<http://mi.mathnet.ru/rus/ppi/v22/i1/p104>

или: <https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/08/mnogoporogovoe-dekodirovanie-1986-nachalo.pdf> .

17. Золотарёв В.В. Субоптимальные алгоритмы многопорогового декодирования: дис. ... доктора тех. наук. — М., 1990.

18. Золотарёв В.В. Эффективные многопороговые алгоритмы декодирования // Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР. Препринт. — М.: 1981. — 76 с.

19. Золотарёв В.В. Исследование алгоритмов многопорогового декодирования сверточных кодов: дис. ... канд. тех. Наук? М., 1978.

20.. Сетевые ресурсы ОТ: <https://decoders-zolotarev.ru> , www.mtdbest.ru и www.mtdbest.iki.rssi.ru .

21. 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). — М.: Горячая линия — Телеком, 2020. — 36 с.
<http://www.mtdbest.ru/articles/comics.pdf> .

22.. Золотарёв В.В., Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. Теория кодирования как оптимизационная проблема декодирования вблизи границы Шеннона // Труды 21-й Международной конференции по цифровой обработке сигнала. Том 1. Пленарный доклад. М., 2019, с.11–15.
https://mtdbest.ru/articles/DSPA_2019_плeнaрный.pdf .

23.. Зубарев Ю.Б., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Новые технологии и парадигмы помехоустойчивого кодирования: после решения проблемы Шеннона // М., Электросвязь. 2019, №9, с. 56–61.
<https://mtdbest.ru/articles/elsv2020.pdf> .

24.. Золотарёв В.В. Российский подарок Клоду Шеннону и всей теории кодирования. М., 2019.
<https://mtdbest.ru/articles/PocR.pdf> .

- 25.. Кузнецов Н.А., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Назиров Р.Р., Сатыбалдина Д.Ж., Омирбаев Е.Д. Обзор проблем полярных кодов с позиции технологий Оптимизационной Теории помехоустойчивого кодирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2020. — Т. 17, №4, с.9–24, <http://jr.rse.cosmos.ru/default.aspx?id=96> , (?), <https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/01/zolotaryov-antipolyary-2020.pdf> .
- 26.. Золотарёв В.В. О новом этапе развития Оптимизационной Теории кодирования // Цифровая обработка сигналов. — 2017. — №1. — С.33–41. https://mtdbest.ru/articles/Zolotarev_DSPA_2017.pdf .
27. Магаршак Ю. Число, возведенное в абсолют // Независимая газета, 09.09.2009. https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/04/chislo-vozvedennoe-v-absolyut_magarshak.pdf .
- 28.. Ю.Б. Зубарев, В.В. Золотарёв, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин. Оптимизационная теория кодирования: Итоги 25 лет развития. **Пленарный доклад.** // Доклады 18-й Международной конференции "Цифровая обработка сигналов и её применение", Москва, Т.1, 2016, с.6-12. https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/zubarev_dspa2016.pdf .
- 29.. Золотарёв В.В. О реальностях теории кодирования: что там есть на самом деле. https://mtdbest.ru/articles/book2018_full_response.pdf .
30. Золотарёв В.В., Зубарев Ю.Б., Смагин М.С. Преодоление системного кризиса в теории информации // Вестник связи. — 2020. — №8. — С.25–35. https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/01/vestnik-svyazi-vs_08_20_-1.pdf .
- 31.. Кларк Дж., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. // М.: Радио и связь, 1987.
- 32.. Габидулин Э.М., Ларин А.Д. Размножение ошибок при декодировании равномерных свёрточных кодов // Проблемы передачи информации. 1969, Т.V, вып. 3, с.73–77.
33. Ларин А.Д. О максимальной длине размножения ошибок при пороговом декодировании равномерных свёрточных кодов // Известия вузов. Радиоэлектроника. 1972, т.XV, №4, с.507–510.
34. Massey J.L. Catastrophic error propagation in convolutional codes // Proc. 11th Midwest Circuit Theory Symp. University Notre Dame. Ind., May, 1968.
35. Робинсон Дж.П. Размножение ошибок и прямое декодирование свёрточных кодов // В сб.: Некоторые вопросы теории кодирования. — М.: Мир, 1970.
36. В.В. Золотарёв. Способ декодирования информации с использованием свёрточных кодов. Патент РФ №2637487 от 04.12.2017 г.
37. Золотарёв В.В. Алгоритмы коррекции символьных данных в вычислительных сетях // В сб.: Вопросы кибернетики, ВК-105, АН СССР, Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», М., 1985, с.54–62.
38. Золотарёв В.В. Устройство для декодирования линейных свёрточных кодов. Авторское свидетельство СССР № 492878, приоритет от 31.07.72 г., БИ №43.
39. А.В. Никифоров. Частное сообщение.
40. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. М.: Советское радио, 1974.
41. Золотарёв В.В. Многопороговое декодирование в недвоичных каналах. - Вопросы радиоэлектроники, серия ЭВТ, вып.12, 1984, с.73-76.

- 42.. Овечкин Г.В. Теория каскадного декодирования линейных кодов для цифровых радиоканалов на основе многопороговых алгоритмов: дис. ... доктора тех. наук. — Рязань: РГРТУ, 2011. — 301 с.
43. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Овечкин П.В. О сопоставлении новых методов помехоустойчивого кодирования // Доклады 18-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение». Том 1. — М., 2016. — С.59–64.
https://mtdbest.ru/articles/Zolotarev_DSPA2016.pdf.
- 44.. Townsend R.L., Weldon E.J. Self-Orthogonal Quasi-Cyclic Codes // IEEE Trans. On Inform. Theory. 1967, Vol. IT-13, No. 2.
- 45.. Robinson J.P., Bernstein A.J. A class of binary recurrent codes with limited error propagation // IEEE Trans. on Inform. Theory. — 1967. — Vol. IT-13, No. 1.
- 46.. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Дивергентное кодирование свёрточных кодов // Материалы 18-й Международной научно-технической конференции "Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций", 2015, с. 27–32.
<https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/astana2015.pdf>.
- 47.. Золотарёв В.В. Параллельное кодирование в каналах СПД // В сб.: Вопросы кибернетики. ВК-120. — М., 1986.
- 48.. В.В. Золотарёв, Г.В. Овечкин. Каскадирование самоортогональных кодов для каналов со стираниями. // Труды 21 Международной конференции по цифровой обработке сигнала. М., Том 1, 2019, с.124-127.
[DSPA_zol_2019.pdf \(mtdbest.ru\)](https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/03/blockviterbi2017.pdf).
- 49.. В.В. Золотарёв, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин. Характеристики блочных реализаций алгоритма Витерби. // Вестник РГРТУ, 2017, № 59, 30-35.
<https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/03/blockviterbi2017.pdf>
- 50.. Золотарёв В.В., Овечкин П.В. Способ кодирования и декодирования блочного кода с использованием алгоритма Витерби. Патент на изобретение №2608872 от 25.01.2017 г.
- 51.. В.В. Золотарёв. Способ декодирования длинного блочного кода с помощью алгоритма Витерби. Патент на изобретение РФ № 2747881 от 17.05.2021г.
52. В.В. Золотарёв. Расширение возможностей применения блочных версий алгоритма Витерби // Вестник РГРТУ, 2020, № 74, с.34-41.
https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/03/1.4_zolotarev.pdf.
- 53.. Forney G.D. Convolutional codes. II. Maximum-likelihood decoding // Information and control. 1974, Vol. 25, No. 3.
54. Нейфак А.Э. Свёрточные коды для передачи дискретной информации. // М.: Наука, 1979.
55. Solomon G., van Tilborg C.A. A connection between block and convolutional codes // SIAM Journal of Applied Mathematics. 1979. Vol. 37, No. 2.
56. Heller J.A., Jacobs J.M. Viterbi decoding for satellite and space communication // IEEE Trans. on Comm. Technology. Part II. 1971. Vol.COM-19, No. 5.
57. Витерби А.Дж. Границы ошибок для свёрточных кодов и асимптотически оптимальный алгоритм декодирования // В сб.: Некоторые вопросы теории кодирования. М.: Мир, 1970.
- 58.. Золотарёв В.В. Использование многопорогового декодера вместо алгоритма Витерби // Вестник РГРТА. 2002, Вып. 10, с. 117—119.
- 59.. Золотарёв В.В. Способ декодирования помехоустойчивого кода. Патент на изобретение РФ №2377722 от 27.12.2009.
- 60.. Arikan E. Channel Polarization: A Method for Constructing Capacity-Achieving Codes for Symmetric Binary-Input Memoryless Channels // IEEE Trans. Inf. Th. — 2009. — Vol. 55, No. 7, p67.3051–3073.

61. Золотарёв В. В., Овечкин Г. В., Назиров Р. Р. О передаче Оптимизационной Теории лидерства от прикладной классической теории помехоустойчивого кодирования // Некоторые аспекты современных проблем механики и информатики: сб. науч. ст. М.: ИКИ РАН, 2018. С. 82-90. URL:

https://mtdbest.ru/articles/zolotarev_leadership.pdf .

62.. Кузнецов Н.А., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Назиров Р.Р., Аверин С.В. Многопороговые алгоритмы на базе оптимизационной теории вблизи границы Шеннона // Некоторые аспекты современных проблем механики и информатики. Сб. науч. ст. М.: ИКИ РАН, 2018. С. 99–120. DOI: 10.21046/aspects-2018-99-120.

<https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/99-120.pdf> .

63.. В.В. Золотарёв. Способ декодирования помехоустойчивого кода. Патент на изобретение РФ № 2557454 от 20.07.2015г. (QPЭ-d)

64.. *Золотарёв В.В.* Способ декодирования помехоустойчивого кода. Патент на изобретение РФ №2721937 от 25.05.2020 г.. (сложн. ПЭ)

65.. Золотарёв В.В. Способ обнаружения и исправления стираний при приёме дискретной информации Патент на изобретение РФ №2611235 от 21.02.2017 г..

66.. В.В. Золотарёв, Г.В. Овечкин. Дивергентное мультикаскадное кодирование в гауссовском канале вблизи границы Шеннона // ДСПА 2019, тезисы докладов.

https://mtdbest.ru/articles/DSPA_zol_2018.pdf .

67.. В.В. Золотарёв. Способ ускоренного декодирования линейного кода. // Патент на изобретение РФ №2699833 от 11.09.2019 г.

68.. В.В. Золотарёв. Способ декодирования линейного каскадного кода. Патент на изобретение РФ № 2667370 от 19.09.2018г.

69.. Э.М. Габидулин, В.Б. Афанасьев. Кодирование в радиоэлектронике. // М., Радио и связь, 1986, 168 С.

70. А.Г. Зюко, А.И. Фалько, И.П. Панфилов, Л.В. Банкет, П.В. Иващенко. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации // М: Радио и связь, 1985. – 272 с.

71. Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин. Алгоритм декодирования Витерби с продолжением только наиболее вероятных путей //18 Международная конференция «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций».Рязань,2015, с.39-42.

https://mtdbest.ru/articles/super_viterbi.doc .

72.. Овечкин П.В. Разработка алгоритмов повышения эффективности не двоичных многопороговых декодеров в системах передачи и хранения больших объёмов информации. // Дисс. канд. техн. наук, Рязань. РГРТУ, 2009.

73.. Золотарёв В.В. , Овечкин Г.В., Федюков В.С. Повышение достоверности хранения цифровых данных для флеш памяти. // Сборник докладов конференции “Космонавтика и связь», РГРТУ, Рязань, 2013.

https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/kosmonavtika_zolotarev.pdf .

74.. В.В. Золотарёв, Г.В. Овечкин. Применение многопороговых декодеров для исправления ошибок при передаче и хранении данных. // Сб. трудов I Международной научно-практической конференции «Информационная безопасность в свете Стратегии Казахстан – 2050», Астана, 2013, с. 313-321.

<https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/astana.pdf> .

75.. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Многопороговое декодирование для оптических линий связи. // «Вестник РГРТУ», 2013.

https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/vpm_ovechkin.pdf .

76.. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Гринченко Н.Н. Повышение достоверности передачи цифровых данных по оптическим линиям связи. // Сб.: «Тезисы доклада», Харьков, 2013.

- https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/harkov_zolotarev.pdf .
- 77.. Золотарев В.В. 1 , Овечкин Г.В. Применение МПД в схемах с параллельным кодированием. // «ЦОС», 2004.
- https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2020/11/ovechkin_zolotarev_tesis.pdf .
- 78.. В.В. Золотарёв. Способ инжекторного декодирования свёрточных кодов. Патент на изобретение РФ № 2741062 от 22.01.2021г.
- 79.. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Способ реализации символьного порогового элемента в символьном мажоритарном декодере. Патент на изобретение РФ №2573741 от 22.12.2015г.
- 80.. В.В. Золотарёв. Полный и окончательный ответ критикам нашего обзора по полярным кодам. // Сетевой портал научной школы ОТ Декодеры-Золотарёва. <https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/06/pismo-19-rabota-08-06-era.pdf>.
- 81.. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. //М.:Мир, 1976.
- 82.. Д.С. Демидов, Г.В. Овечкин. КОМБИНИРОВАННЫЙ ИМИТАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ В СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ С МНОГОПороговым ДЕКОДЕРОМ // Вестник РГРТУ, 2016, № 55, https://mtdbest.ru/articles/estimation_2016.pdf .
- 83.. Касами Т., Токура Н., Ивадари Е., Ипагаки Я. Теория кодирования. // М.: Мир, 1978.
- 84.. Золотарёв В.В., Назиров Р.Р., Чулков И.В., Овечкин Г.В. Алгоритмы МПД // Российский космос. №1, 2009. с. 60–63. https://mtdbest.ru/articles/roscosmos_r.pdf .
- 85.. Интерактивные Дополнения Справочника-2. // Портал <https://decoders-zolotarev.ru> , страница «Наши книги» <https://decoders-zolotarev.ru/nashi-knigi/> , <https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/12/interactive-add-on.pdf> <https://mtdbest.ru/articles/interactive2022.pdf>
86. Антиполяры, портал ----- <https://decoders-zolotarev.ru/en/antipolars/> .
- 87.. Комментарий одного «обзора» по методам кодирования <https://decoders-zolotarev.ru/wp-content/uploads/2021/12/comment.pdf> .
- 88.. Российская газета, 13.10.2021.
- 89.. Zolotarev V.V., Ovechkin G.V. On the Prospects of Optimization Theory // 2020. 22th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA), Moscow, Russia, 2020. - DOI: 10.1109/DSPA48919.2020.9213241. https://mtdbest.ru/articles/Zolotarev_90_Final.pdf .
- 90.. Gabidulin, E.M.: Sidorenko, Vladimir (Ed.):Rank Codes.TUM.University Press, 2021, (Э.М. Габидулин. Ранговые коды.)
- 91.. В.В. Золотарёв. Кодирование для цифровой связи и систем памяти. Справочник-2. Под научной редакцией члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева. //М., «Горячая Линия – Телеком», 2022, 178 с.
92. Зип-файл **complex22.zip** для Справочника-2. <http://mtdbest.ru/program/complex22.zip>
- Особая ссылка. XX.** П.В. Трифонов, В.Д. Кудряшов, В.Д.Милославская. Обзор современных методов помехоустойчивого кодирования. //М., «Электросвязь», 2021, №6, с.61-66.