

© Кукушкин С.С.  
Kukushkin S.

## МЕТОДЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ТЕОРИИ СИНТЕЗА НЕТРАДИЦИОННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ДАННЫХ И СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

## METHODS CONCERNING CONSTRUCTIVE THEORY OF SYNTHESING THE INTRADITIONAL PRESENTATIONS OF DATA AND SIGNALS THAT INCREASE THE EFFECTIVENESS OF INFORMATION TRANSMISSION

**Аннотация.** В статье рассматривается обобщенная задача синтеза кодов широкого класса, включающих в себя преобразования на уровнях цифровых данных и сигналов, предназначенных для передачи информации. Показана возможность построения математических моделей синтеза на основе конструктивной теории конечных полей.

**Annotation.** In article is considered task of the syntheses of the code, adapted for increasing of noise-immunity of the transmission to measuring information. For decision given tasks is offered use such powerful and well designed analytical device, as theory by final flap.

**Ключевые слова.** Помехоустойчивость, передача измерительной информации, теория конечных полей.

**Key words.** Noise-immunity, issue to measuring information, theory by final flap.

Если я видел дальше других, то потому  
что стоял на плечах гигантов.  
И. Ньютон

### 1. Актуальность предлагаемого подхода к системному изучению проблем радиотехнических измерений и передачи информации

В каждой стране есть свои традиции, которые чтят и уважают. Они составляют тот стержень, который не позволяет ломаться во времена тяжелых испытаний. В России такие традиции также есть. Эти традиции имеют принципиальное отличие от той западной модели поведения, которую в настоящее время пытаются навязать РФ. Западная модель построена на том, что обучаемый должен уметь воспользоваться готовыми приемами. Но эти приемы должны разрабатывать другие страны, население которых отличается высокой изобретательностью, данной им от Природы и от Бога в качестве компенсации за другие сомнительные качества и недостатки. Поэтому есть большое стремление превратить их в страны-колонии и страны-изгои для того, чтобы они

служили «донорами», постоянно подпитываемыми США и Запад новыми идеями, изобретениями и открытиями. К числу таких стран относят Россию и некоторые страны СНГ. Традиция советского образования, которой должна следовать и РФ, заключена в том, чтобы, прежде всего, научить думать и изобретать. Развитие интеллекта всегда было главной целью прежней системы образования, фундамент которого так старательно стараются разрушить. Те педагоги, которые учили нынешнее старшее поколение, неустанно, как клятву, повторяли, что «образование нельзя связывать с сосудом, который необходимо наполнить, – это факел, который необходимо зажечь в умах и душе». Потому так много было статей и учебных пособий, которые служили этой благородной цели. И она, в свою очередь, в долгу не оставалась: объединяла все лучшие интеллектуальные силы для повышения качества образования и науки. В итоге и сама государственная система также стала ее поддерживать. В Харьковском высшем командно-инженерном училище, в котором я имел счастье учиться, работал преподавателем Ю.И. Соколовский. Он написал учебное пособие под названием «Основы ра-

*Кукушкин Сергей Сергеевич – ведущий научный сотрудник 4 ЦНИИ Минобороны России, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, тел.+7(495) 515-19-82.*

*Kukushkin Sergey – the main scientific employee 4 Central Scientific Research Institute Ministry of Defence of Russia, doctor of the technical sciences, professor, ph. +7(495) 515-19-82.*

диотехники». Это было умное и захватывающее произведение. И надо отдать должное прежней государственной машине: талант Ю.И. Соколовского был сразу же замечен. Его по ходатайству М.В. Келдыша с согласия МО СССР перевели в Новосибирское отделение АН СССР. Сейчас часто можно услышать произносящееся с гордостью, которая знает себе цену, сообщение о том, что «книг не пишу и даже их не читаю». Для того, чтобы занимать все более высокие научные должности в современной России, этого не нужно. По большому счету это даже вредно.

Однако та модернизация, о которой все больше говорят в России, требует вновь вернуть всех, кто еще может, к активной научной и изобретательской деятельности. Самое удивительное, что на это согласен и сам Запад, в угоду которому наши руководители готовы все сломать и разрушить. Делается это, конечно же, не от любви к России. Дело в том, что массовое научное и изобретательское творчество в СССР когда-то обеспечивало в избытке потребность других стран в новых идеях. Для подтверждения этого факта достаточно проанализировать, за что в последние годы присуждали Нобелевские премии в области науки. Отмечаются многочисленные случаи воровства тех идей, которые были рождены отечественными учеными. Нобелевский комитет завален обоснованными и легко доказуемыми претензиями подобного рода. Еще более значительным стало воровство в области изобретений. Но в 90-е годы система изобретательства, так хорошо отлаженная в СССР, была разрушена. В настоящее время все, что было изобретено в СССР и составляло в понимании США и Запада «ноу-хау», давно украдено и уже реализовано. А подпитки новыми идеями нет. При этом произошедшая революция в области системотехники сломала все преграды, которые ранее были на пути реализации изобретений и открытий. Новая ситуация, сложившаяся в мировом масштабе в области научного творчества, привела к тому, что в разряд острого дефицита переведены «новые идеи». А на их воспроизводство не ориентированы ни западное образование и наука, ни понимание той господствующей роли, которую должны играть США и объединенная западная Европа в будущем. Изобретательство – это не только тяжкий труд, лишаящий ум и душу сна и отдыха, это еще и фундаментальная наука, направленная на то, чтобы процесс творчества не был бы таким изнуряющим.

Поэтому основная задача, которая блестяще реализуется в РФ, заключается в том, чтобы держать тех, кто может изобретать, в нищете и использовать их в качестве интеллектуальных рабов для восполнения того дефицита новых идей, которые образовались в США и западной Ев-

ропе. Снова звучит призыв к тому, чтобы за любые деньги приглашать в Россию иностранных специалистов. Конечно, не для того, чтобы сделать что-то полезное, а чтобы было удобнее красть. Многие считают это хорошим примером интеграции России в Европу, полагая, что это небезрезультатно и хотя бы какие-то плоды в виде технологий к нам вернутся. Правда, пока вместо «ноу-хау» в Россию поступает только «хау-но». Установка на модернизацию также, по меньшей мере, странная. Например, в области информатизации и перехода на цифровые методы телевидения Президентом РФ министру связи и телекоммуникаций ставится задача «следования международным стандартам». Но эти международные стандарты и не разрабатывались для такой страны, как Россия с ее огромной территорией. И что им следовать, когда еще оставшийся в РФ научный потенциал, способный разработать такие новые технологии в области передачи информации, которые не под силу другим странам. Но временные рамки для такой модернизации резко ограничены тем, что носителями новых идей, отвечающих самым высоким требованиям, являются ученые старшего поколения. Молодое поколение, как бы там наверху и не хотелось, не способно к решению подобной задачи по следующим основным причинам. Во-первых, потому, что необходимо обладать огромными знаниями, в том числе и фундаментальными, а для этого даже для особо одаренных молодых людей необходимы многие годы упорного труда. Это, как в пении, наличие прекрасных голосовых данных еще не значит, что будешь хорошим оперным певцом. В СССР доктор технических наук в 45 лет считался «молодым и имеющим перспективу научного роста». Среднего поколения талантливых ученых, которое должно было прийти на смену старшему, вымирающему поколению, нет. При этом многие из молодых ученых уже давно приручены к легко достающимся деньгам, поэтому большие надежды на них, к большому сожалению, возлагать не приходится. Поэтому в бой за настоящую модернизацию могут идти одни старики, но они пенсионеры, которые в родной стране находятся на положении изгоев.

## 2. Желательность систематической теории

Желательность разработки систематической теории, относящейся к системам передачи информации и измерений, определяется настоятельной необходимостью решения следующих задач генерации новых идей, которые бы отвечали высоким требованиям современного системного подхода. С точки зрения изобретательства это способствовало бы усилению способностей



## Предлагаемые модели проблемно-ориентированного преобразования данных

А. Формальное представление байта информации:

- 1) остатками  $b_1, b_2, b_3$  ( $m_1=15, m_2=16, m_3=17$ );
- 2) коэффициентами полиномов-остатков.

. Алгоритмы представлений:

		Вес (разряд)											
		2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>				
<p><b>Модель синтаксического сжатия данных измерений</b></p> <p>1) одним остатком <math>b_2</math></p> <p>Обеспечивает повышение оперативности передачи измерительной информации (ИИ).</p>	$x_i=183$								⇒	$b_{2i}(\text{mod } 16)$			
	1	0	1	1	0	1	1	1		0	1	1	1
	$K_{сж} = n_{\sigma}^{ucx} / n_{\sigma}^{npd} = 8/4 = 2$												
<p><b>Модель повышения достоверности без введения избыточности данных</b></p> <p>2) двумя остатками <math>b_1, b_3</math></p> <p>Применение модели обеспечивает возможность контроля достоверности ИИ при отсутствии корреляционной зависимости передаваемой ИИ и исправления одиночных ошибок при передаче ИИ, обладающей корреляционной зависимостью.</p>	$x_i=183$								⇒	$b_{1i}(\text{mod } 15)$			
	1	0	1	1	0	1	1	1		0	0	1	1
	$K_u = \sigma_{uimp} / \sigma_{imp}$								⇒	$b_{3i}(\text{mod } 17)$			
	где $\sigma_{uimp}, \sigma_{imp}$ - СКО шума при традиционном и предлагаемом представлении ИИ									1	1	0	1
<p><b>Модель помехоустойчивого кодирования с корректирующей способностью</b></p> <p>3) тремя остатками <math>b_1, b_2, b_3</math></p> <p>Обеспечивает помехоустойчивое кодирование ИИ с возможностью исправления одиночных ошибок.</p>	$x_i=183$								⇒	$b_{1i}(\text{mod } 15)$			
	1	0	1	0	1	1	1	1		0	1	1	1
	$K_{P_{\sigma}} = P_{\sigma}^{ucx} / P_{\sigma}^{npd} = 10^{-3}/10^{-4} = 10$								⇒	$b_{2i}(\text{mod } 16)$			
	где $P_{\sigma}^{ucx}, P_{\sigma}^{npd}$ - вероятности искажения бита принятой информации после обработки при традиционном и предлагаемом представлении ИИ									0	1	1	1
								⇒	$b_{3i}(\text{mod } 17)$				
									1	1	0	1	

Рис. 1. Модели преобразования данных с использованием образов-остатков, обеспечивающие возможность синтеза различных проблемно-ориентированных методов повышения защищенности передаваемой информации от помех, компьютерных атак и НСД

При этом уже заранее, пользуясь только опытом применения образов-остатков при передаче информации, можно утверждать, что такое представление позволит достичь значительного комплексного положительного эффекта. Основанием для подобного вывода может служить подобие аналитических описаний процессов нетрадиционного преобразования данных и сигналов:

$$S(t) \equiv x(t) \text{ (четные символы двоичного кода);}$$

$$S(t) \equiv y(t) \text{ (нечетные символы двоичного кода),} \quad (4)$$

где  $S(t)$  – сформированный цифровой поток двоичных символов (видеосигнал);

$x(t)$  – синфазная, а  $y(t)$  – квадратурные составляющие  $S(t)$ .

### 4. Техническая реализация

Квадратурное представление сигналов является удобным и достаточно универсальным средством их описания. Квадратурное представление заключается в выражении колебания линейной комбинацией двух ортогональных составляющих – синусоидальной и косинусоидальной:

$$S(t) = x(t)\sin(\omega t + \varphi) + y(t)\cos(\omega t + \varphi), \quad (5)$$

где  $x(t)$  и  $y(t)$  – биполярные дискретные величины, имеющие в общем случае различную логику их представления на уровне видеосигналов.

Поясним работу квадратурного модулятора на примере схемы формирования сигналов четырехфазной ФМ из потока двухбитовых символов (рис. 2).



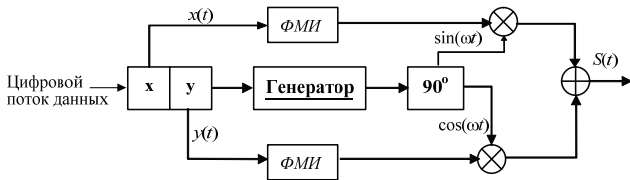


Рис. 2. Схема квадратурного модулятора

Исходная последовательность двоичных символов длительностью  $T$  при помощи регистра сдвига разделяется на нечетные  $y$  и четные  $x$  импульсы, которые поступают на входы формирователей манипулирующих импульсов (ФМИ) соответственно квадратурного ( $\cos \omega t$ ) и синфазного ( $\sin \omega t$ ) каналов. На выходах ФМИ образуются последовательности биполярных импульсов  $x(t)$  и  $y(t)$  с амплитудой  $\pm U_m$  и длительностью  $2T$ , которые поступают на входы канальных умножителей, где они независимо друг от друга модулируют по амплитуде два одинаковых несущих колебания, сдвинутых по фазе на  $90^\circ$ , т.е. находящихся в квадратуре. В результате на их выходах формируются двухфазные  $(0, \pi)$  ФМ-колебания. После суммирования они образуют сигнал ФМ-4 или квадратурный ФМ-сигнал. Таким образом, простейшее преобразование позволяет перейти от традиционного малоэффективного сигнала ФМ-2 к многоосновному ФМ-4 без особых сложностей при технической реализации такого преобразования. При этом в каждом канале осуществляется амплитудная манипуляция, этот вид модуляции называют еще квадратурной амплитудной манипуляцией или просто квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ). При одновременной смене символов в обоих каналах модулятора (с 10 на 01, или с 00 на 11) в сигнале ФМ-4 происходит скачок фазы на  $180^\circ$  ( $\pi$ ). Такие скачки фазы вызывают паразитную амплитудную модуляцию огибающей сигнала. В результате этого при прохождении сигнала через узкополосный фильтр возникают провалы огибающей несущего колебания до нуля. Такие изменения сигнала нежелательны, поскольку приводят к увеличению энергии боковых полос и помех в канале связи.

Четырехфазная ФМ со сдвигом позволяет избежать скачков фазы на  $180^\circ$  и, следовательно, глубокой модуляции огибающей. Формирование сигнала в таком модуляторе происходит так же, как и в модуляторе ФМ-4, за исключением того, что манипуляционные элементы информационных последовательностей  $x(t)$  и  $y(t)$  смещены во времени на длительность одного элемента  $T$  (как показано на рис. 3 (б, в)). Изменение фазы при таком смещении модулирующих потоков определяется лишь одним элементом последовательности, а не двумя, как при ФМ-4. В результате скачки фазы на  $180^\circ$  отсутствуют, так как каждый элемент последовательности, поступающий

на вход модулятора синфазного или квадратурного канала, может вызвать изменение фазы на  $0, +90^\circ$  или  $-90^\circ$ .

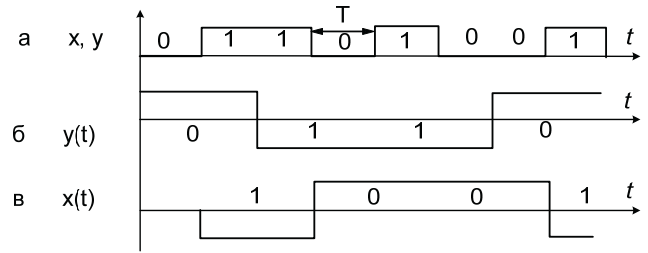


Рис. 3. Формирование манипулирующих сигналов

Преобразованные таким образом сигналы передаются в одном канале. Поскольку один и тот же физический канал используется для передачи двух сигналов, то скорость передачи КАМ-сигнала в отличие от АМ-сигнала в два раза выше.

При идентификации сигналов в условиях неопределенности необходимо иметь в виду, что исходное представление данных на уровне видеосигналов также может быть разным (рис. 4, 5). В качестве исходных данных для идентификации могут использоваться результаты базы знаний, полученные на предыдущем этапе анализа информации (рис. 4, 5).

При квадратурной амплитудной модуляции формируются два логически независимых канала, т.е. единичному уровню в одном канале может соответствовать единичный или нулевой уровень в другом канале. Благодаря этому два выходных сигнала не влияют друг на друга при прохождении по одной и той же физической среде. Пользуясь геометрической трактовкой, каждый сигнал КАМ можно изобразить вектором в сигнальном пространстве. Причем концы векторов в нем отображаются в виде сигнальных точек, координаты которых определяются значениями  $x(t)$  и  $y(t)$ . Совокупность сигнальных точек образует так называемое сигнальное созвездие (*signal constellation*).

В общем случае для системы, поддерживающей  $m$  амплитудных уровней для каждого потока двоичных символов, можно образовать  $m^2$  различных комбинаций нуля и единицы. Аналогично диаграмма, отображающая все возможные значения сигнала (комбинации нуля и единицы) системы многоуровневой модуляции, называется диаграммой констелляции или диаграммой совокупности состояний.

На рис. 4 показана структурная схема модулятора и диаграмма состояний (сигнальное созвездие) системы КАМ-16, в которой  $x(t)$  и  $y(t)$  принимают значения  $\pm 1, \pm 3$  (4-уровневая КАМ). Как видно из рис. 5, созвездие содержит 16 сигнальных точек, каждая из которых соответствует четырем передаваемым информационным битам.

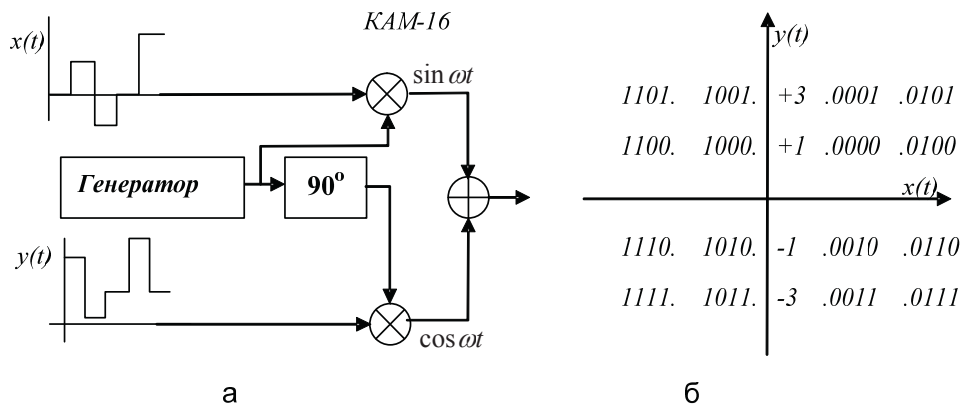


Рис. 4. Схема модулятора и сигнальная диаграмма

Если задается шесть амплитудных уровней ( $\pm 1, \pm 3, \pm 5$ ) для каждого потока, то можно получить систему КАМ с совокупностью состояний, равной  $6^2=36$ . Однако из них в протоколах США ITU-T используется только 32 равномерно распределенных в сигнальном пространстве точек.

Существует несколько способов практической реализации 4-уровневой КАМ. Наиболее распространенным из них является так называемый способ модуляции наложением (*SPM – Superposed Modulation*).

В схеме, реализующей данный способ, используются два одинаковых 4-фазных модулятора (рис. 4). В общем случае при формировании сигналов многопозиционной QAM модуляция ортогональных сигналов осуществляется в цифровом виде. Для этих целей используется два цифровых полосовых фильтра с одинаковой амплитудой входных колебаний, но различающихся фазовым сдвигом в  $90^\circ$ . Уровни усиления амплитуды для каждого потока устанавливают независимо. Для системы, поддерживающей  $m$  амплитудных уровней для каждого потока можно образовать  $m^2$  различных кодовых комбинаций нуля и единицы.

Дальнейшее элементарное усложнение первоначальной математической постановки задачи (4) в соответствии с конструктивной теорией кодирования имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 S(t) &\equiv w(t) \text{ (нечетные символы, имеющие нечетную нумерацию);} \\
 S(t) &\equiv z(t) \text{ (четные символы, имеющие нечетную нумерацию);} \\
 S(t) &\equiv x(t) \text{ (четные символы, имеющие четную нумерацию);} \\
 S(t) &\equiv y(t) \text{ (нечетные символы, имеющие четную нумерацию).}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Это дает возможность осуществить синтез наиболее простой системы КАМ-64.

На рис. 6 показана диаграмма состояний для системы КАМ-64, которая получается, если задается восемь

амплитудных уровней для каждого потока. Из теории связи известно, что при равном числе точек в сигнальном созвездии спектр сигналов КАМ идентичен спектру сигналов ФМ. Однако помехоустойчивость систем ФМ и КАМ различна.

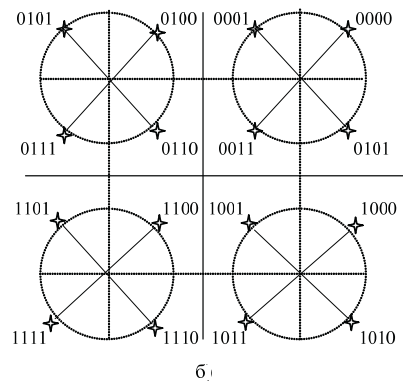
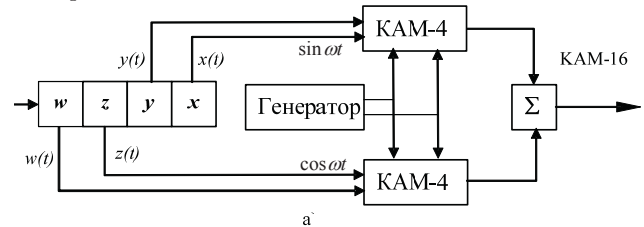


Рис. 5. Схема – а и сигнальная диаграмма – б модулятора КАМ-16

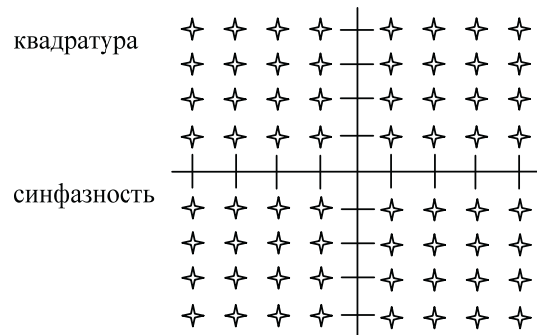


Рис. 6. Диаграмма состояний сигнала КАМ-64

При одинаковом числе точек сигналы системы КАМ имеют лучшую помехозащищенность, чем сигналы системы ФМ. Основная причина этого состоит в том,

что расстояние между сигнальными точками в системе ФМ меньше расстояния между сигнальными точками в системе КАМ.

Одна из новых технологий в модуляционном кодировании связана с совместным использованием различных видов квадратурной модуляции, например, КАМ-16 и ФМ-16.

На рис. 7 представлены сигнальные созвездия систем КАМ-16 и ФМ-16 при одинаковой нормированной мощности сигнала. Расстояние  $d$  между соседними точками сигнального созвездия в системе КАМ с  $L$  уровнями модуляции определяется следующим выражением:

$$d = \sqrt{2} / (L - 1).$$

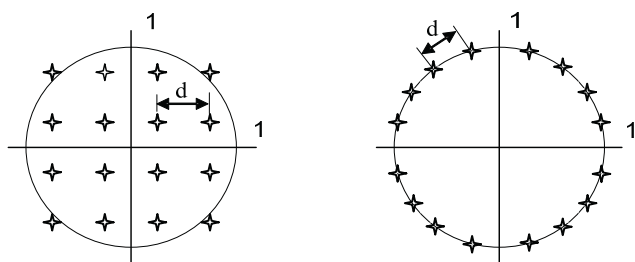


Рис. 7. Сигнальные созвездия КАМ-16 и ФМ-16

Аналогично при ФМ:  $d = 2 \sin(\pi/M)$ , где  $M$  – число фаз. Так, например, при  $M=16$  ( $L=4$ )  $d_{\text{кам}}=0,471$  и  $d_{\text{фм}}=0,390$ , а при  $M=32$  ( $L=6$ )  $d_{\text{кам}}=0,283$ ,  $d_{\text{фм}}=0,196$ .

Из рассмотренного можно сделать следующие системные выводы: нет одного такого типа квадратурной модуляции, который бы обеспечивал возможность достижения преимуществ во всем. Так, например, расстояние  $d$  между соседними точками сигнального созвездия в системе КАМ- $L$  больше, чем у ФМ- $L$ . Однако КАМ- $L$  подвержена большему воздействию помех.

### 5. Что дают новые технологии?

Прежде всего, они дают новое понимание того, что необходимо предпринять для устранения тех или иных недостатков. Известно, например, крайне низкое качество приема ТМИ при испытаниях одного из перспективных образцов РКСН. Основная причина этого заключена в том, что увеличившийся на порядок объем передаваемых данных привел к значительному понижению достоверности ТМИ. Для многих это открытие, а на самом деле – это результат проявления действия физических законов передачи информации. Эти многие авторы «открытий» просто их не знают. Их этому не учили.

Это основное противоречие не может быть разрешено без использования новых цифровых технологий сжатия данных и модуляции сигналов, приводящих к снижению требований к скорости передачи ТМИ.

В «новом» телеметрическом комплексе для того, чтобы повысить надежность приема МПРС двоичных символов при традиционном подходе необходимо, например, уменьшить в два раза скорость передачи информации, а значит и ее объем. На уменьшение объемов передаваемых сообщений пойти нельзя, потому что придется довольствоваться плохой по качеству ТМИ. Другого варианта нет и подтверждением этому является аналогичная практика, используемая в США. Самая высокая скорость передачи ТМИ при испытаниях МБР и БРПЛ США составляет 1,6 Мбит/с, а в отечественном «новом» ТК в составе: БРТС «ОРБИТА-IVМО» – МПРС она в два раза выше этого оптимального значения. Это означает, что традиционный путь развития ракетной телеметрии закончился. Но и новыми цифровыми технологиями передачи информации никто в РФ не хочет заниматься, поскольку эта работа чрезвычайно сложная, непонятная для подавляющего большинства научных сотрудников и неблагодарная по отношению к тем, кто ею все же занимается. Проще и главное выгоднее заниматься тем, чтобы подавлять все новое. Раньше США и другие особо преданные «друзья» России охотно поддерживали чиновников, которые этим занимались. Интеллектуальная диверсия, направленная против России, стала особо модной еще по той причине, что не встречает уже никого сопротивления. Иногда кажется, что уже и нет ни академии РАН, ни остатков совести у научных работников.

Но безнадежно отстав в той же информатике, Россия никогда не сможет быть лидером и в других технических областях. Ярким и наиболее понятным примером этого являются неудачные испытания перспективного РКСН.

Для того, чтобы упростить процедуру синтеза новых технических решений, а также измерительных, связанных, вычислительных и информационных технологий, разработана новая прикладная математическая теория конечных полей (КТКП). Ее основные общие положения применительно к преобразованиям на уровне сигналов приведены в данной статье. Показано, как они работают, в том числе и на уже известных примерах модуляции сигналов. Ранее были рассмотрены примеры синтеза многомерных представлений сообщений, слов, информационных предложений, пакетов данных и телеметрических кадров с использованием тех же теоретических положений, но ориентированных на кодирование ТМИ с использованием образов-остатков [1–3]. Приложения различные, а используемый математический аппарат общий.

Если вернуться к рассмотренным многомерным представлениям сигналов, то могут быть сделаны следующие

щие очевидные выводы. Например, если воспользоваться частным случаем, заключающимся в предварительном разложении потока цифровых данных на квадратурную и синфазные составляющие, то длительность выделяемых импульсов видеосигналов будет в два раза больше по сравнению с традиционным представлением. В два раза будет повышена и энергетика передаваемых символов кода. А это означает, что и МПРС будет устойчиво выделять двоичные символы при той скорости передачи информации. Кроме того, при этом будет существенно повышена и помехоустойчивость передаваемых данных. Этот пример является аналогом случая представления сообщений и слов-измерений образами-остатками, полученными с использованием двух модулей сравнения.

Но самое главное заключается в том, что появляется возможность синтеза новых видов модуляции, в том числе и таких, которые человек не сможет придумать без применения теории. Например, из приведенного математического описания следует, что цифровой поток

можно разделить не только на две составляющие. При этом для каждой из составляющих может быть использована различная двоичная логика отображения двоичного кода. Например, вместо кода БВН (без возвращения к нулю) (NRZ – его аналог в терминологии США), может быть использована бифазная двоичная логика видеокода BIQ.

Все преимущества обобщенного однотипного математического описания нетрадиционных преобразований данных и сигналов невозможно представить в одной статье. Поэтому предполагается написать серию статей, посвященных фундаментальным основам проектирования новых измерительных, связанных, вычислительных и информационных технологий, базирующихся на теоретических положениях новой прикладной конструктивной математической теории преобразования, кодирования и передачи данных. Для более детального изучения этого нового научного направления можно воспользоваться монографиями [1–3].

#### Литература

1. Кукушкин С.С. Теория конечных полей и информатика: В 2т. – т.1: Методы и алгоритмы, классические и нетрадиционные, основанные на использовании конструктивной теоремы об остатках. – М.: МО РФ, 2003. – 284с.
2. Кукушкин С.С., Гладков И.А., Чаплинский В.С. Методы и информационные технологии контроля состояния динамических систем – М.: МО РФ, 2008, – 327с.
3. Кукушкин С.С. Математические методы преобразования и обработки измерительной информации при испытаниях и штатной эксплуатации ракетно-космической техники – М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2009, –276с.
4. Кукушкин С.С., Мороз А.П. Патент №2115172, 1995г.
5. Кукушкин С.С. Синтаксическое сжатие передаваемых данных //Двойные технологии №1, 2005. – с.34 – 38.
6. Кукушкин С.С. Двумерные технологии модуляции сигналов, как основа реформирования и развития систем связи и передачи информации М.: Двойные технологии, №1 2007, с.42 – 49.
7. Кукушкин С.С. Модели векторного представления и нетрадиционного преобразования данных в системе остаточных классов //Измерительная техника, №3, 2007, – с 15 – 20.

Материал поступил в редакцию 28. 06. 2010 г.