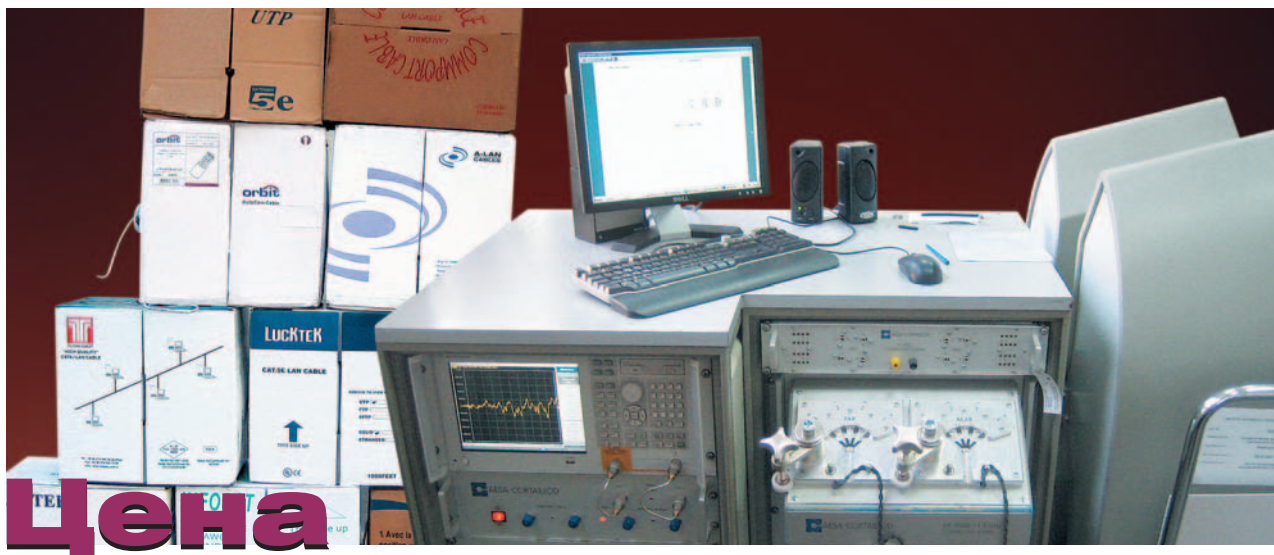


Публикация данного тестирования в № 10 за этот год вызвала большой резонанс. По просьбам наших читателей и участников рынка, а также с согласия автора, мы публикуем более детальный вариант первого тестирования LAN-кабелей в Украине.



Цена не аргумент

Сегодня на украинском рынке СКС существует достаточно большой выбор недорогой кабельной продукции категории 5е китайского производства. Данный материал – итог тестирования 11 кабелей из этого сегмента. Основная цель данных испытаний – проверить соответствие тестируемой кабельной продукции параметрам категории 5е.

Выставка CeBIT, которая ежегодно проходит в Германии, в 2007 году запомнилась одним, на первый взгляд, незаметным событием – появлением предложений LAN-кабелей нестандартных конструкций с биметаллическими проводниками: Copper Clad Aluminium (CCA) и Copper Clad Steel (CCS). Проводники таких кабелей изготавливаются из двух металлов – алюминия или стального сердечника, покрытого тонким слоем меди.

Кабели с биметаллическими проводниками известны достаточно давно. Например, в аудиотехнике применяются кабели, у которых медные проводники покрыты слоем серебра. По словам производителей таких кабелей, это позволяет добиться лучшего качества звука за счет использования скин-эффекта (поверхностного эффекта).

Сущность скин-эффекта состоит в неоднородном распределении переменного тока по сечению проводни-

ка. При достаточно высоких частотах ток, в основном, протекает в тонком поверхностном слое (в скин-слое) и практически отсутствует в глубине проводника. Поэтому утверждение производителей аудиокабелей имеет определенный смысл, так как в этом случае электрический сигнал будет проходить по серебряному слою проводника, а серебро обладает меньшим удельным сопротивлением в отличие от меди. Если говорить о практическом смысле LAN-кабелей, использующих скин-эффект, то в этом случае речь может идти не об увеличении качества электрического сигнала, а о снижении стоимости самого кабеля, так как алюминий и сталь дешевле меди.

Заверения и предупреждения

На практике на вопрос о характеристиках кабелей с проводниками CCA и CCS можно получить неоднозначный

ответ – менеджеры китайских компаний-продавцов говорят о том, что они примерно в два раза хуже, чем характеристики своих полностью медных аналогов. Насколько справедливой может быть такая количественная оценка кабеля категории 5е, не понятно. Всегда считалось, что по своим характеристикам кабель или соответствует требованиям категории, или им не соответствует. Менеджеры же других компаний-продавцов, в основном отечественных, говорят о полном соответствии характеристик кабелей ССА или ССС требованиям категории 5е, это красноречиво подтверждается данными из прайс-листов, информации на упаковке и маркировке кабеля, а также другой информационной рекламой.

Что касается стоимости кабелей с проводниками ССА и ССС, то в этом случае все компании-продавцы единогласно заявляют о двукратном их преимуществе перед кабелями с полностью медными проводниками. Это подтверждается наличием конкретных предложений кабелей ССА или ССС в прайс-листах некоторых украинских компаний, где указанная на них цена действительно значительно ниже по сравнению с обычными медными кабелями. Разница в цене вполне объяснима, так как стоимость алюминия почти в 3,5 раза меньше меди, а сталь, в свою очередь, гораздо дешевле алюминия.

Обратившись к европейскому опыту в данном вопросе, можно узнать, что специализирующаяся на тестировании элементов СКС на предмет соответствия международным стандартам, авторитетная независимая испытательная лаборатория "ЗР Third Party Testing" (Дания) в конце 2006 года опубликовала информационный бюллетень для своих клиентов и бизнес-партнеров. Этот документ констатирует, что пользователи игнорируют или же не понимают технических ограничений ССА-кабелей, недостатки которых связаны со свойствами алюминия. Специалисты ЗР Third Party Testing отмечают следующие критические моменты.

- Повышенное затухание сигнала вследствие более высокого электрического сопротивления алюминия в сравнении с медью. Как отмечается в бюллетене, деградация рабочих характеристик кабеля будет зависеть от толщины слоя меди.
- Низкое сопротивление на разрыв вследствие низкой прочности алюминия.
- Низкая способность к перегибам кабеля, что при повторных изгибах может привести к обрыву проводника.

Бюллетень ЗР Third Party Testing обращает внимание на то, что органы стандартизации IEC и CENELEC не разрешают использовать кабели с ССА-проводниками. Допускается использование только медных проводников.

Собственно говоря, в странах Европейского Союза практически невозможно найти в продаже такие кабели. Причина проста – стандарты в Европе неукоснительно соблюдаются.

Чтобы составить реальную картину о положении дел в нижнем ценовом диапазоне LAN-кабелей в Украине и найти ответы на вышеперечисленные вопросы, проверить утверждения и заверения участников рынка, необходимо получить дей-

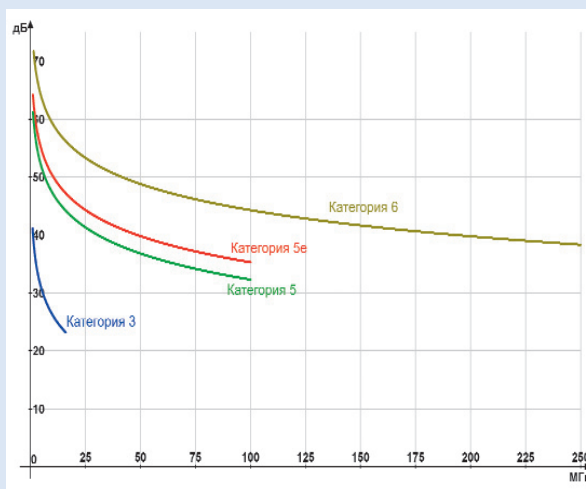
Что такое категория кабеля и расширенный диапазон частот?

В стандартах СКС отсутствует четкое определение термина "категория". Однако существует определение конкретных категорий. Например, в американском стандарте ANSI/TIA/EIA-568-B.2 есть следующее определение категории 5е: "This designation applies to 100 Ω cables whose transmission characteristics are specified up to 100 MHz". То есть, к категории 5е относятся 100-омные кабели, чьи характеристики (параметры) передачи специфицированы до 100 МГц.

Например, если говорить о параметрах передачи, которые специфицируют кабели категории 5е, то следует перечислить Attenuation или Insertion Loss, Return Loss, NEXT, ELFEXT, PS NEXT и PS ELFEXT.

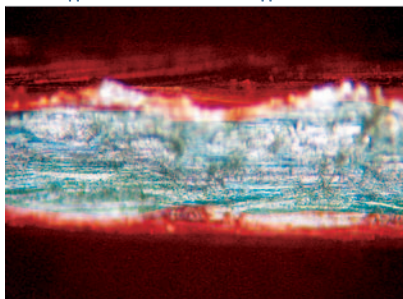
Кроме того, что кабель должен удовлетворять указанным общим параметрам передачи (Attenuation, Return Loss и NEXT), предельные значения по этим параметрам на одинаковой частоте для разных категорий отличаются. Эти предельные значения в стандартах определяются формулами, где в качестве переменной величины выступает частота сигнала (f). Так, минимальные значения по параметру NEXT для кабеля категории 6, 5е, 5 и 3 длиной 100 метров, согласно американскому стандарту, выражаются формулами:

$$\begin{aligned} \text{NEXT}_{\text{cable cat.6}} &= 44,3 - 15 \cdot \log(f/100) \\ \text{NEXT}_{\text{cable cat.5e}} &= 35,3 - 15 \cdot \log(f/100) \\ \text{NEXT}_{\text{cable cat.5}} &= 32,3 - 15 \cdot \log(f/100) \\ \text{NEXT}_{\text{cable cat.3}} &= 23,2 - 15 \cdot \log(f/16) \end{aligned}$$



Минимально допустимые значения по параметру NEXT для кабелей категорий 3, 5, 5е и 6

На фото кабеля, сделанном под микроскопом, четко видны слои алюминия и меди



ствительные данные о характеристиках кабелей ССА или ССС. Для этого в испытательной лаборатории ОАО "Одескабель" было проведено широкомасштабное тестирование таких кабелей.

Участники тестирования

Для проведения тестирования в лабораторию поступило 11 различных образцов кабелей типа UTP, промаркированных как категория 5е, из ценового диапазона от \$45 до \$70 за упаковку 305 метров (аналогичная продукция известных производителей стоит не менее \$95 за упаковку). Кабели приобретались в период августа-сентября 2007 года.

Было принято решение протестировать не только образцы кабелей с проводниками типа ССА или ССС, но и другие кабели из указанного ценового диапазона. Производители таких кабелей, согласно имеющейся информации, в основном китайские или турецкие компании.

На оболочке образца кабеля торговой марки ORBIT маркировка сообщает о категории 5, однако на сайте и в прайс-листах компании, которая его реализует в Украине, четко указано – категория 5е. Поэтому кабель ORBIT также рассматривался как кабель категории 5е. Основанием для этого было то, что принятая в Америке классификация кабелей и других элементов СКС, отличается от международной и европейской. Соответственно, понятие "Категория 5е" стандарта ANSI/TIA/EIA-568-B равнозначно "Кате-

Участники тестирования		
Торговая марка	Маркировка по оболочке	Цена за 305 м
COMM-PORT	2007-02-132 COMMPORT DATA LAN CABLE 100 ?UTP 4x2x24 AWG LEVEL CATEGORY 5e	57 \$
NET'S	NETS-CCS-US05E CM75 UTP Cat 5E 4PR 24AWG CSA LL43774 3P VERIFIED TO TIA/EIA-568-B.2 CAT5E	54 \$
A-LAN	A-LAN CABLES 4PR 24 AWG UTP SOLID CABLE CAT 5E PVC	56 \$
TELTEKS	2006-1-671 TELTEKS DATA LAN CABLE 100 ?UTP 4x2x24 AWG LEVEL CATEGORY 5e [T9EK]	70 \$
Data Link	Data Link UTP cat 5e 4P 24 AWG CSA LL43774 ETL&3P VERIFIED TO TIA/EIA-568-B.2 cat 5e	71 \$
LINTEK	LINTEK UTP DATA CABLE 4pr 24 AWG CATEGORY 5E 155MHz	48 \$
LUCKTEK	CAT.5E UTP CABLE SOLID 4PAIRS ISO 11801	49 \$
ORBIT	ORBIT CAT5 UTP CABLE 4PR ISO/IEC 11801 & TIA/EIA VERIFIED	66 \$
ADVANCED	ADVANCED 4PR 24AWG UTP ISO/IEC 11801 AND TIA/EIA 568 CM (UL) C(UL) VERIFIED CAT5E	48 \$
GKS	LAN CABLE GKS 4x2x24 AWG ENHANCED ANSI/TIA/EIA-568A-5 ISO/IEC 11801-2° EDITION CD(2000)-IEC 332-1 IEC61156-5*	45 \$
INFOSAT	LAN CABLE INFOSAT 4x2x24 AWG ENHANCED ANSI/TIA/EIA-568A-5 ISO/IEC 11801-2° EDITION CD(2000)-IEC 332-1 IEC61156-5*	70 \$

гории 5" стандартов ISO/IEC 11801 (ред. 2, 2002 г.) и prEN 50173-1. Спецификации прежней категории 5 исключены из всех современных стандартов. В дальнейшем мы будем оперировать термином "Категория 5е", чтобы не было разночтений.

Тестовое оборудование

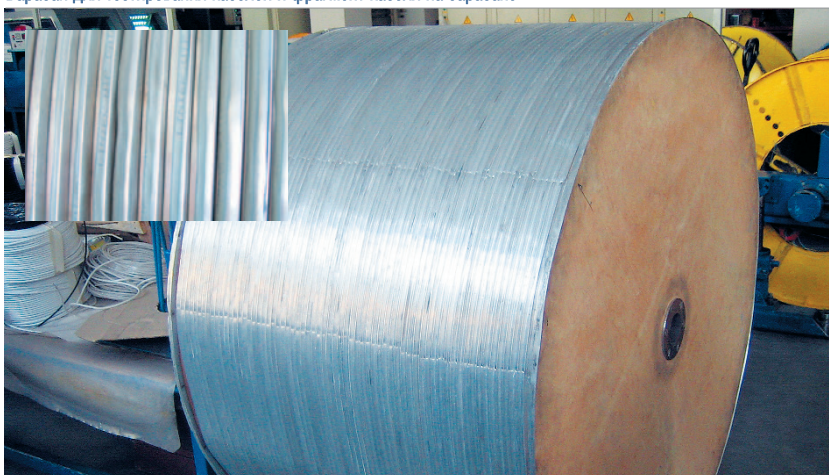
Лаборатория, в которой проводились замеры, предназначена для проведения приемо-сдаточных испытаний LAN-кабелей производства ОАО "Одескабель".

Для проведения измерений геометрических характеристик кабеля

используется аналоговый микрометр с отсчетом 0,01 мм и погрешностью измерений ± 2 мкм, а также металлическая метровая линейка.

В качестве тестового оборудования для измерений электрических характеристик и параметров передачи сигнала кабелей используется автоматическая измерительная система AESA 9500 LF-HF производства AESA S.A. (Швейцария). Она предназначена для тестирования любых типов LAN-кабелей и может производить измерения более ста параметров. Данная система оснащена ВЧ анализатором параметров цепей марки E5062-A производства Agilent Technologies

Барaban для тестирования кабелей и фрагмент кабеля на барабане



(США) и способна проводить тестирование в диапазоне частот до 1,5 ГГц, что достаточно для проведения испытаний самых современных кабелей категории 8.

Методика тестирования

Все контролируемые параметры можно разделить на 2 группы – первичные электрические параметры, которые формируются исходя из конструктивных характеристик кабеля, и вторичные электрические параметры (параметры передачи сигнала), которые напрямую зависят от первичных параметров. Малейшее отклонение значений первичных параметров кабеля в итоге приводит к неудовлетворительным характеристикам передачи сигнала. Первичные параметры мы будем называть электрическими характеристиками кабеля, а вторичные параметры – параметрами передачи сигнала. Именно такой принцип группирования заложен в стандартах серии IEC 61156 – Electrical characteristics (Электрические характеристики) и Transmission characteristics (Параметры передачи).

Тестирование образцов проводится в несколько этапов – начиная с оценки геометрических характеристик кабелей и заканчивая тестированием электрических характеристик и параметров передачи сигнала.

На первом этапе проверялась общая длина кабеля в упаковке на основании данных о расстоянии между метражными метками. Также с помощью микрометра проверялся диаметр токопроводящей жилы проводника, изолированного проводника и наружный диаметр кабеля по оболочке.

Следующий этап испытаний – измерение электрических характеристик и параметров передачи сигнала кабелей. Тестирование проводилось на соответствие требованиям категории 5е согласно международному стандарту IEC 61156-5. В случае, если кабель не соответствовал требованиям категории 5е, то проверялось его соответствие требованиям категории 5 согласно стандарту IEC 61156-2.

Измерялись следующие электрические характеристики:

- электрическое сопротивление проводника (Conductor resistance), Ом/100 м;
 - омическая асимметрия (Resistance unbalance), %;
 - рабочая емкость (Capacitance), нФ;
 - сопротивление изоляции (Insulation resistance), МОм/км,
- а также параметры передачи сигнала:
- собственное затухание (Attenuation), дБ;
 - возвратные потери (Return Loss), дБ;
 - переходное затухание (NEXT), дБ;
 - суммарное переходное затухание (PS NEXT), дБ;
 - защищенность на дальнем конце (ELFEXT), дБ;
 - суммарная защищенность на дальнем конце (PS ELFEXT), дБ;
 - волновое сопротивление (Impedance), Ом;
 - задержка распространения сигнала (Delay), нс.

Что такое категория кабеля и расширенный диапазон частот?

с.63 ◀

Если подставить значение частоты в данные формулы, то можно определить минимально допустимое значение NEXT на определенной частоте. Для наглядности, по приведенным формулам строятся графики с кривыми допустимых значений в специфицируемой категорией диапазоне частот.

Фактические измеренные значения NEXT будут удовлетворять требованиям категории, если в специфицируемом диапазоне частот они оказались больше минимально допустимых значений (или хотя бы равняются этим значениям). На графике кривая фактических значений будет располагаться выше кривой предельных значений, и не будет пересекать ее.

Очевидно, что если кабель соответствует категории 5е, то он автоматически соответствует категории 5 и тем более 3, но это не означает, что он соответствует категории 6. Если же он не соответствует категории 5е, то он не будет соответствовать и категории 6, но, возможно, будет соответствовать категории 5 или 3. Аналогичным образом определяется соответствие кабеля и по остальным параметрам, специфицирующим категорию.

Если обобщить вышесказанное, то можно сказать, что категория – это способ классификации кабелей и других элементов СКС в зависимости от максимальной частоты, до которой специфицируются параметры передачи электрического сигнала или диапазона частот, в котором они специфицированы.

Итак, в формулы можно подставить значения частоты из диапазона, специфицирующего конкретную категорию. А что будет, если в формулу подставить значения частоты, превышающего данный диапазон? Например, если рассматривать категорию 5е, но в диапазоне частот до 350 МГц. Будет ли это нарушением стандарта? Нет, не будет, так как в этом случае рассматривается соответствие кабеля более жестким условиям, по сравнению со стандартными. Будет ли кабель категории 5е в расширенном диапазоне частот до 350 МГц соответствовать требованиям категории 6, которая, как известно, специфицирована до 250 МГц? Нет, вероятней всего, не будет, поскольку специфицированные параметры у этой категории существенно выше. Так, требования по параметру NEXT к кабелям категории 6 во всем диапазоне частот выше на 9 дБ по сравнению с требованиями категории 5е. Но кабель, который тестируется с более жесткими требованиями, будет однозначно удовлетворять категории 5е.

В чем же тогда заключается смысл расширенного диапазона частот для категории 5е, ведь реально кабель не

▶ с.67

С целью более наглядной демонстрации результатов и последующего анализа электрических характеристик, тестирование проводилось в расширенном диапазоне частот до 350 МГц.

Перед измерением электрических характеристик и параметров передачи, 100 м кабеля наматывались на специальный барабан с металлической, спирально расположенной перегородкой толщиной 1,5 мм. Спираль выполнена так, чтобы каждый виток кабеля и соседние с ним витки находились на расстоянии, которое позволяет максимально снизить влияние межвитковых помех кабеля в процессе тестирования и не исказить полученные результаты. Оба конца кабеля подключались с помощью специальных коннекторов к измерительному оборудованию. Испытания проводились при температуре окружающей среды 20°С.

Надо сказать, что не все результаты измерений можно привести в обзор в силу ограниченного объема статьи, поэтому мы остановимся на наиболее важных и показательных параметрах и характеристиках кабелей.

Общий итог

Как правило, итоги подводятся по окончании статьи, но некоторые моменты приходится выделить, предваряя результаты тестирования, настолько они удручающи. Главный итог испытания заключается в том, что ни один из протестированных образцов кабелей не удовлетворяет требованиям категории 5е, и только один из них с большой натяжкой можно отнести к категории 5. Можно говорить о соответствии категории 3, хотя отдельные образцы не удовлетворяют даже этим спецификациям.

Геометрические характеристики кабелей

При измерении фактической длины каждого образца кабеля в упаковке, в четырех случаях обнаружено несоответствие с заявленной длиной (305 метров или 1000 футов). В двух случаях в упаковке оказалось по 300 м кабеля, в одном случае – 304 м. Обратило на себя внимание наибольшее несоответствие по длине у образца кабеля NET`S. Его длина в упаковке, согласно метражным меткам, составила 279 метров, но расстояние между метками у данного образца вместо положенных 100 см составило 98 см. В итоге фактическая длина кабеля NETS`s составила 273,4 м. Но это еще не все. Оба конца кабеля NET`S были претерминированы коннекторами RJ45. В итоге получился некий соединительный шнур. Но мы прекрасно знаем, что максимальная длина соединительного шнура (патч-корда) в распределительном узле не может превышать 5 м, а на рабочем месте в случае применения многопользовательской розетки (MUTO) его максимальная длина может составлять не более 20 м согласно требованиям стандарта ISO/IEC 11801 (ред. 2, 2002 г.). Так может ли соединительный шнур быть длиной 273,4 метра? Нет, причина в другом. Известно, что соединительные шнуры (патч-корды) в

случае импорта в Украину подпадают под таможенную пошлину 2%, в отличие от обычных кабелей без соединителей, на которые распространяется пошлина 20%. Именно таким образом – под видом соединительного шнура, по всей видимости, и был ввезен в Украину данный кабель.

Уже в процессе тестирования электрических характеристик образца кабеля NET`S оказалось, что на одном из его концов имеется только три пары. Чтобы найти четвертую, отмотали и отрезали 20 м кабеля. Искомой пары не оказалось, как ее не оказалось и после отмотки следующих 10 м. Это вынудило отказать от поисков четвертой пары на данном конце.

Сюрпризы ожидали и при измерении диаметра токопроводящих жил. Выяснилось, что только пять кабелей удовлетворяют минимальному требованию категории 5е, согласно которому диаметр медного проводника должен быть не менее 0,50 мм и не более 0,65 мм.

Для остальных образцов обнаружено несоответствие реальных значений диаметров с величинами, указываемыми в прайс-листах и на веб-сайтах компаний, которые представляют соответствующую продукцию в Украине. Для одного из образцов разница составила 0,1 мм.

Диаметр изолированного проводника и максимальный диаметр кабеля не нормируются стандартом IEC 61156-5. Но эти физические характеристики специфицируются в основном стандарте СКС – ISO/IEC 11801, в разделе требований к соединительному оборудованию. Так, у кабелей категорий 5е и 6 номинальный диаметр изолированного проводника должен находиться в пределах 0,7-1,4 мм. А наружный диаметр кабеля не должен превышать 9 мм.

По разным типам проводников следует выделить две группы кабелей: из "чистой" меди и кабели с биметалли-

Геометрические характеристики тестируемых кабелей						
Параметр	Материал токопроводящих жил	Диаметр токопроводящих жил (мм)	Диаметр изолированного проводника (мм)	Диаметр кабеля (мм)	Расстояние между метражными и метками (см)	Длина кабеля в упаковке (м)
Должно быть	медь	>0,50	0,7-1,4	<9	100	305
COMMPORT	медь	0,43-0,44	0,87-0,89	4,9	100	300
NET`S	ССС (2 пары) медь (2 пары)	0,43-0,45	0,88-0,90	4,9	98	273,4
A-LAN	ССА (2 пары) медь (2 пары)	0,50-0,51	0,89-0,91	5,1	100	304
TELTEKS	медь	0,50-0,51	0,92-0,94	5,3	100	300
Data Link	медь	0,48-0,49	0,87-0,88	4,9	100	305
LINTEK	ССА	0,40-0,41	0,80-0,85	5,5	100	305
LUCKTEK	ССА	0,50-0,51	0,93-0,96	5,0	100	305
ORBIT	медь	0,44-0,45	0,88-0,90	5,00	100	305
ADVANCED	ССА	0,50-0,51	0,90-0,92	5,0	100	305
GKS	ССС	0,50-0,51	0,90-0,92	5,1	100	305
INFOSAT	медь	0,47-0,49	0,89-0,91	4,9	100	305

ческими проводниками (ССА и ССС). Чтобы определить материал, из которого изготовлены токопроводящие жилы проводников кабелей, необязательно проводить химический анализ. Достаточно визуального исследования сечения проводника. Медь обладает характерным цветом, который выделяется на фоне "металлического" цвета алюминия или стали. Далее необходимо выделить кабели из второй группы (ССА или ССС). Для этого нужно обратить внимание на два параметра – гибкость проводника и его электрическое сопротивление. Алюминиевый проводник ССА будет заметно гибче медного проводника и, тем более, стального проводника ССС. Сопротивление стали (углеродистое железо) гораздо выше сопротивления меди и алюминия. Согласно справочным данным, у алюминия, по сравнению с медью, удельное сопротивление более чем на 60 % выше. Значение этой характеристики у железа в 5,5 раз выше, чем у меди.

В итоге, из одиннадцати образцов три оказались с проводниками ССА, два кабеля с гибридными проводниками, один – с проводниками ССС, и 5 кабелей с медными проводниками. Кабели с медными проводниками, в большинстве своем,

Что такое категория кабеля и расширенный диапазон частот?

с.65 ◀

работает в таком диапазоне? Дело в том, что с ростом частоты электрического сигнала фактические значения по параметрам передачи ухудшаются, то есть приближаются к предельным на более высоких частотах. И если кабель будет соответствовать требованиям в расширенном диапазоне частот 350 МГц, то это значит, что в рабочем диапазоне частот для категории 5е (до 100 МГц) запас по параметрам передачи будет существенным. Это позволит снизить вероятность возникновения проблем с кабельной системой по причине некачественного монтажа и тем самым повысить ее надежность.

имеют заниженный диаметр жилы по сравнению с требованием категории 5е. Таким образом, только кабель TELTEKS удовлетворяет требованиям категории 5е по своим геометрическим характеристикам (см. таблицу на стр. 66).

Электрическое сопротивление и омическая асимметрия проводников						
	Электрическое сопротивление проводника (не более Ом/100 м)		9,5			
	Омическая асимметрия проводников в паре (не более %)		±2			
Пара			Синяя	Оранжевая	Зеленая	Коричневая
COMMPORT	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	11,36	11,38	11,77	11,63
		b	11,55	11,44	11,72	11,50
	Омическая асимметрия (%)		-0,83	-0,30	0,23	0,55
NET'S	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	67,03	22,98	25,62	69,66
		b	69,66	26,97	25,63	70,82
	Омическая асимметрия (%)		-1,92	-7,98	-0,01	-0,82
A-LAN	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	14,85	9,15	9,19	14,23
		b	14,96	9,16	9,18	14,83
	Омическая асимметрия (%)		-0,35	-0,05	0,05	-2,06
TELTEKS	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	9,04	9,01	9,25	9,12
		b	9,12	8,99	9,17	9,08
	Омическая асимметрия (%)		-0,47	0,11	0,46	0,14
Data Link	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	9,90	9,85	9,88	10,00
		b	9,88	9,90	9,88	10,10
	Омическая асимметрия (%)		0,15	-0,25	0,00	-0,48
LINTEK	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	19,64	21,74	19,06	19,33
		b	19,55	19,03	19,40	18,90
	Омическая асимметрия (%)		0,23	6,64	-0,87	1,13
LUCKTEK	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	14,14	14,73	14,42	14,73
		b	14,29	12,74	14,49	14,63
	Омическая асимметрия (%)		-0,55	7,28	-0,22	0,33
ORBIT	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	11,28	11,16	11,19	11,01
		b	11,30	11,09	11,19	11,05
	Омическая асимметрия (%)		-0,09	0,28	-0,02	-0,15
ADVANCED	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	14,71	14,63	14,30	14,61
		b	14,89	14,38	13,78	14,81
	Омическая асимметрия (%)		-0,56	0,84	1,84	-0,69
GKS	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	40,21	43,77	38,94	41,94
		b	43,89	41,15	41,20	40,49
	Омическая асимметрия (%)		-4,38	3,08	-2,81	1,76
INFOSAT	Сопротивление проводника, (Ом/100 м)	a	9,28	9,49	9,36	9,37
		b	9,30	9,32	9,42	9,49
	Омическая асимметрия (%)		-0,11	-0,47	-0,16	0,21

Примечание: a – проводник с изоляцией основного цвета, b – проводник с изоляцией дополнительного цвета

График Attenuation у кабеля NET`S

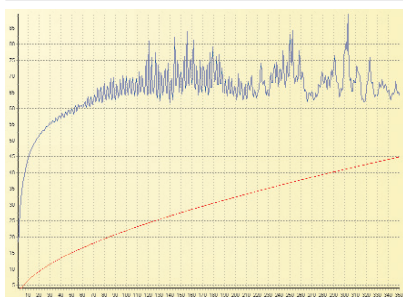
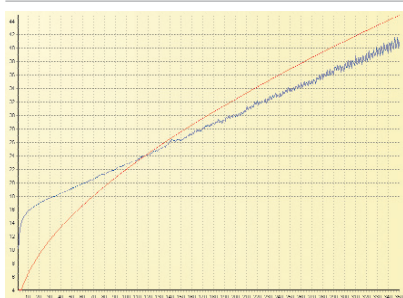
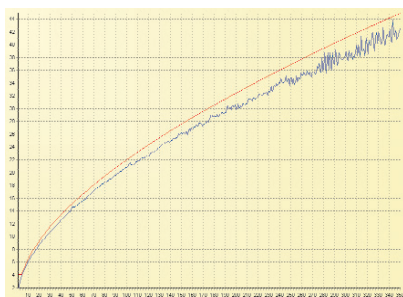


График Attenuation у кабеля GKS



Значения Attenuation у кабеля ORBIT



Электрические характеристики кабелей

Электрическое сопротивление

Согласно требованиям IEC 61156-5, электрическое сопротивление каждого проводника должно быть не более 9,5 Ом/100м. Только у двух образцов – TELTEKS и INFOSAT – этот параметр соответствует спецификациям категории 5е. У образца A-LAN удовлетворительные значения сопротивления получены только у половины из восьми проводников.

Все проводники остальных кабелей не соответствуют требованиям. Причем результаты, полученные у двух образцов, NET`S и GKS, по сравнению с тре-

буемой величиной оказались хуже более чем в 4 раза. Именно у этих образцов проводники изготавливаются по технологии CCS.

Омическая асимметрия

Омическая асимметрия – параметр, который показывает разность электрического сопротивления двух проводников одной пары и измеряется в процентах. Как и в случае с электрическим сопротивлением, требованиям стандарта удовлетворяют только те же 2 образца – TELTEKS и INFOSAT.

Анализ параметров передачи электрического сигнала

Чтобы сделать вывод о соответствии определенной категории, необходимо, чтобы фактическое значение по каждому параметру тестирования хотя бы равнялось предельному во всем диапазоне частот. Конечно, желательно, чтобы имелся запас больше нуля. В сводной таблице на странице 71 указаны результаты тестирования кабелей на соответствие требованиям категории 5е согласно спецификациям стандарта IEC-61156-5. По всем параметрам для каждого конкретного кабеля указана минимальная разница между фактически измеренным и предельно допустимым значениями, то есть наихудший запас в дБ, а также значение частоты, на которой наихудший запас имел место.

Затухание

Затухание (Attenuation) – это ослабление мощности сигнала, вызванное потерей электроэнергии за счет сопротивления электропроводной жилы проводника. Низкие значения затухания свидетельствуют о хорошей производительности кабеля. Затухание обуславливается конструктивными особенностями кабеля (качественные характеристики материала проводника и изоляции, площадь поперечного сечения жилы), длиной и частотами передаваемых сигналов.

Для образцов с токопроводящими жилами типа CCS – NET`S и GKS, получены наихудшие значения затухания (также как и по электрическому сопротивлению) среди всех образцов кабелей. Если у NET`S дела совсем плохи, то у GKS значения затухания возвращаются в рамки требований стандарта, но только после частоты 120 МГц. Этот пример прекрасно иллюстрирует влияние скин-эффекта – с ростом частоты ток вытесняется на медную поверхность проводника CCS. Однако в данном случае производитель кабеля GKS, по всей видимости, изготовил стальные проводники кабеля с недостаточным медным покрытием для нормального его функционирования на частотах до 100 МГц.

Напомним, что фактические значения по параметру затухание в графическом представлении должны располагаться ниже кривой предельных значений.

У кабеля TELTEKS, имеющего медные проводники и удовлетворительное сопротивление, измеренное значение затухания не соответствует требованиям стандарта. Возможные причины такого результата – это низкая степень чистоты меди, неверное соотношение диаметров жилы проводника и толщины изоляции, а также другие технологические факторы, что на высоких частотах неблагоприятно сказывается на параметрах передачи сигнала. В итоге только 3 образца соответствуют требованиям категории 5е по параметру затухание. Все они состоят из медных проводников. При этом образец кабеля Data Link имеет нулевой запас.

Что касается образца A-LAN, у которого две пары типа CCA не прошли тест по затуханию, две другие пары (медные) соответствуют категории 5е. Остальные кабели, у которых применяется проводник типа CCA, не соответствуют категории 5е, что подтверждает предостережение, озвученное в начале статьи – кабели с проводниками типа CCA (и тем более CCS) обладают повышенным затуханием.

Волновое сопротивление

Волновое сопротивление (Impedance) – это один из важных параметров, который зависит от технологии производства и используемых при изготовлении проводника материалов. В частности, на значение данного параметра влияют степень чистоты меди (проводник должен быть изготовлен из меди чистоты 99,999 %), равномерность диэлектрической проницаемости материала изоляции равномерные геометрические характеристики по всей длине проводника (концентричность, эксцентриситет, диаметр медной жилы и изолированного проводника), постоянство шагов скрутки проводников в пару и другие факторы.

Чтобы добиться равномерных геометрических характеристик, необходимо располагать производственной линией, в состав которой входит высокоточное волоочильное и экструзионное оборудование, оснащенные системами охлаждения и контроля. Само собой разумеется, важно неукоснительное соблюдение технологии изготовления и технологических режимов производства.

Ни один из протестированных кабелей не соответствует требованиям по параметру волновое сопротивление (значение этого параметра, согласно спецификациям категории 5е, должно находиться в пределах

100±15 Ом для диапазона частот до 100 МГц). Например, волновое сопротивление у образца кабеля Infosat в диапазоне частот до 100 МГц достигает значения 180 Ом.

Возвратные потери

Возвратные потери (Return Loss) – это отношение мощности прямого сигнала к обратному. Параметр показывает уровень отражений электрического сигнала в кабеле, вызванных неравномерностью волнового сопротивления по всей его длине. Следовательно, все, что сказано о факторах, влияющих на значение параметра волновое сопротивление, необходимо принимать во внимание при оценке параметра возвратные потери.

Абсолютно все образцы кабелей не соответствуют требованиям категории 5е по возвратным потерям. График Return Loss для кабеля Infosat красноречиво свидетельствует о реальном положении дел.

NEXT и PS NEXT

Параметры NEXT и PS NEXT показывают уровень переходного затухания и, соответственно, суммарного переходного затухания электрического сигнала, которое измеряется на ближнем конце кабеля. Параметр говорит о качестве скрутки пар и их сбалансированности. Фактические значения должны быть равными или

График волнового сопротивления у кабеля INFOSAT

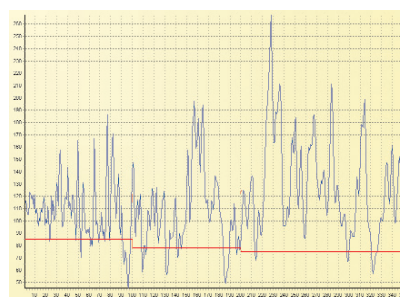
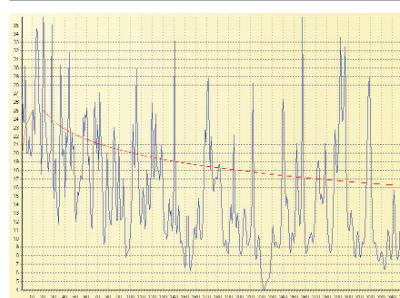


График Return Loss у кабеля INFOSAT



меньше предельных значений во всем измеряемом диапазоне частот.

Большая часть протестированных образцов не соответствуют требованиям категории 5е по параметру NEXT, и 2 образца не соответствуют требованиям категории 5е по параметру PS NEXT.

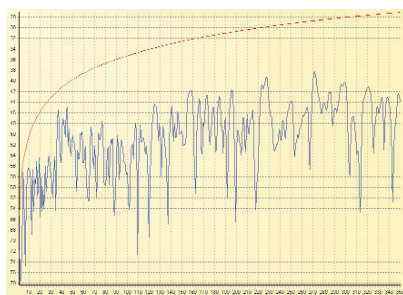
ELFEXT и PS ELFEXT

Параметры ELFEXT и PS ELFEXT в большей степени зависят от затухания сигнала и качества скрутки пар. Данные параметры необходимы для

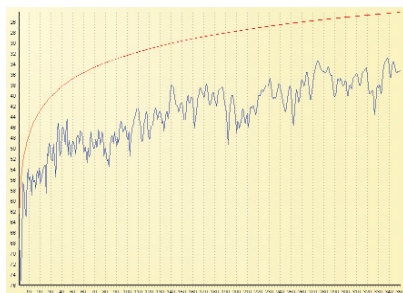
Результаты тестирования параметров передачи сигнала на соответствие требованиям категории 5 (IEC 61156-2)

Кабель	Параметр передачи								Итог
	Attenuation		Return Loss		NEXT		ELFEXT		
	Частота (МГц)	Наихудший запас (дБ)	Частота, (МГц)	Наихудший запас (дБ)	Частота, (МГц)	Наихудший запас (дБ)	Частота, (МГц)	Наихудший запас (дБ)	
COMMPORT	4,46	0,18	13,87	-0,44	44,31	2,41	89,85	-3,72	Не соответствует
NET S	90,35	-58,40	1,00	-8,23	56,93	9,57	77,72	-19,72	Не соответствует
A-LAN	4,00	-0,07	56,44	2,98	39,11	9,12	96,54	5,78	Не соответствует
TELTEKS	91,34	-1,56	76,49	-2,79	69,56	1,23	1,00	4,89	Не соответствует
Data Link	10,90	0,00	12,88	1,62	4,46	4,46	9,91	4,60	Соответствует
LINTEK	58,91	-0,99	15,35	-7,18	96,04	1,68	5,70	-2,36	Не соответствует
LUCKTEK	4,22	-0,02	39,11	-9,22	90,59	1,58	1,00	8,96	Не соответствует
ORBIT	4,46	0,25	50,25	-7,59	98,02	6,55	98,02	8,58	Не соответствует
ADVANCED	80,45	-6,90	79,95	-10,05	61,14	6,89	5,46	7,93	Не соответствует
GKS	4,22	-10,37	71,29	-1,97	1,00	0,24	1,00	-11,93	Не соответствует
INFOSAT	84,41	-1,34	83,42	-7,70	96,54	-0,92	1,74	1,52	Не соответствует

Значения NEXT у кабеля Data Link



Значения PS NEXT у кабеля Data Link



оценки возможности работы некоторых приложений, которые используют двунаправленную передачу данных, например, 100Base-T.

Как и следовало ожидать, наихудшие показатели по параметрам ELFEXT и PS ELFEXT имеют образцы с проводниками типа CCS – NET`S и GKS, то есть те, у которых наихудшее затухание.

По результатам тестирования кабелей на соответствие категории 5е видно, что ни один из испытанных образцов кабелей не соответствует данным требованиям. Кабели типа CCS показали наихудшие результаты. А вот оценить разницу между медными кабелями и кабелями типа ССА достаточно сложно, так как неудовлетворительные фактические характеристики и тех, и других требуют более детального анализа. Единственное, можно отметить, что уровень затухания сигнала у кабелей типа ССА выше, чем у медных аналогов.

Снижение требований

Следующим этапом анализа была оценка полученных результатов тестирования на возможность соответствия кабеля требованиям катего-

рии 5 (IEC 61156-2), они несколько отличаются от требований категории 5е. Например, должны рассматриваться только такие параметры как затухание, возвратные потери, NEXT и ELFEXT. Все суммарные параметры (PS NEXT и PS ELFEXT) не специфицируются для категории 5.

Кроме меньшего числа контролируемых параметров, требования по параметрам NEXT, возвратные потери и ELFEXT, предъявляемые категорией 5 ниже тех, что используются при оценке категории 5е. А вот требования по параметру затухание для категорий 5 и 5е одинаковые.

Как и в случае с категорией 5е, общие итоги тестирования кабелей на соответствие требованиям категории 5 вновь неутешительны. Остались те же проблемы с затуханием и возвратными потерями, улучшились показатели по параметру NEXT и немного улучшились по параметру ELFEXT.

Как оказалось, только один образец кабеля может претендовать на присвоение пятой категории. Это Data Link, хотя нулевой запас по параметру затухание позволяет говорить о соответствии с большой натяжкой. Остальные кабели можно отнести только к категории 3, а кабель NET`S не удовлетворяет требованиям даже этой категории.

Вопросы цены и качества

Первое в Украине полномасштабное тестирование LAN-кабелей нижнего ценового диапазона свидетельствует о том, что в этом активно развивающемся сегменте телекоммуникационного рынка требуется наведение порядка. К сожалению, мы вынуждены констатировать, что это касается не только LAN-кабелей, но и другой кабельно-проводниковой продукции. А поскольку проблема существует, она должна решаться. И от этого никуда не деться.

Главным преимуществом испытанных LAN-кабелей является их низкая цена, которая достигается путем снижения содержания меди – с помощью применения тех-

нологий ССА или ССС или попросту снижением диаметра медной жилы. В итоге кабели полностью теряют свои потребительские свойства. От кабелей категории 5е остается только одно название и внешний вид. В данном случае нельзя аргументировать понятием "оптимальное соотношение цена/качество", так как на ноль делить нельзя.

Что же собой представляет качественный кабель?

Процесс изготовления LAN-кабелей – высокотехнологичное производство.

Пользователь должен понимать, что качественный LAN-кабель возможно изготовить только при соблюдении ряда условий:

- наличие специализированного оборудования для производства;
- применение только качественных материалов;
- технический контроль на всех этапах производства, завершающийся приемосдаточными испытаниями с использованием высокоточного измерительного оборудования;
- наличие в штате квалифицированных специалистов и инженеров;
- жесткое соблюдение требований действующих международных норм и стандартов.

При соблюдении перечисленных условий можно будет получить как первичные, так и вторичные необходимые характеристики. В итоге кабель будет соответствовать требованиям стандартов.

Как решается проблема

Несомненно, функционирование рынка LAN-кабелей в Украине должно протекать в цивилизованном русле.

Чтобы прийти к этому, необходимо просто обратить внимание на европейский опыт. Ведь уже наступило время решать все накопившиеся проблемы, причем безотлагательно, учитывая евроинтеграционные процессы, скорое вступление Украины в ВТО и перспективу членства Украины в ЕС.

В Европе на первом месте стоит вопрос качества, а уже затем цены.

Если качество продукции не удовлетворяет нормам, все остальные характеристики продукта не обсуждаются. Например, для успешной реализации кабелей в Германии необходимо, чтобы и изделия и производство были сертифицированы в авторитетной независимой лаборатории. Иначе кабель никто не купит, а с его производителем не будет связываться ни один дистрибьютор. Сертификацию осуществляют независимые лаборатории, такие как DELTA (Дания), 3P Third Party Testing (Дания), GHMT (Германия), ETL (офисы по всему миру) и многие другие. Это в основном коммерческие организации, в которых работают истинные профессионалы в данной области. Независимые лаборатории не только тестируют кабель и по итогам тестирования выдают сертификаты соответствия. Они также постоянно контролируют и проводят мониторинг производства и продукции. К примеру, периодически на рынке представители лабораторий проводят закупки образцов кабелей, которые затем тестируют на соответствие нормам. Производитель об этом может даже не догадываться. Если же возникают проблемы с качеством кабеля, то на изготовителя могут налагаться штрафные санкции, или же он может привлекаться к более серьезной ответственности.

Кроме вышеуказанных, в Германии действуют и некоммерческие организации – органы технического и рыночного надзора, которые также проводят постоянный мониторинг и технический контроль за всей реализуемой продукцией.

Такие же органы должны присутствовать и в Украине. Однако их появление не решит проблемы в целом. Основным недостатком на сегодня является отсутствие национальных стандартов на СКС. Следует незамедлительно утвердить их, чтобы обеспечить соответствие СКС и LAN-кабелей на отечественном рынке с европейскими и международными требованиями.

Причем такой стандартизацией должны заниматься исключительно профессионалы. К примеру, разработкой базового международного стандарта на СКС ISO/IEC 11801 занимается рабочая группа WG3 подкомитета SC25. Членами подкомитета являются национальные организации по стандартизации 27 стран участников (P-members), которые принимают основные решения, а также 11 стран-наблюдателей (O-members), которые тоже имеют право голоса. Вот небольшой список таких организаций по стандартизации – ANSI (США), DIN (Германия), BSI (Великобритания). Украину представля-

ет ДСТУ на уровне участника (по данным на 24.05.2007). Фактическими же членами рабочей группы WG3 являются специалисты таких известных в мире компаний и организаций, как 3M, AMP, Siemon, Anixter, 3P Third Party Testing, DELTA и многие другие. То есть на национальном уровне в органах стандартизации в рабочих группах представлены производители оборудования, фактические участники рынка, которые и создают в итоге стандарты.

После того, как в Украине будут приняты соответствующие стандарты, необходимо вводить обязательную сертификацию на импортируемые LAN-кабели и другие элементы СКС, чтобы, наконец, препятствовать поступлению на рынок некачественных товаров.

Естественно, это далеко не все меры – необходимо решать проблемы таможенного оформления и другие специфические вопросы, которые находятся в ведении государственных органов и Торгово-промышленной палаты.

Только тогда можно будет говорить о том, что в Украине, наконец, есть более-менее цивилизованный рынок LAN-кабелей и рынок СКС.

Олег Лучак,
начальник службы сбыта СКС
ОАО “Одескабель”
luchak@odeskabel.com

Результаты тестирования параметров передачи сигнала на соответствие требованиям категории 5e (IEC 61156-5)													
Кабель	Параметр передачи												ИТОГ
	Attenuation		Return Loss		NEXT		PS NEXT		ELFEXT		PS ELFEXT		
	Частота, МГц	Наихудший запас, дБ	Частота, МГц	Наихудший запас, дБ	Частота, МГц	Наихудший запас, дБ	Частота, МГц	Наихудший запас, дБ	Частота, МГц	Наихудший запас, дБ	Частота, МГц	Наихудший запас, дБ	
COMMPORT	4,46	0,18	13,87	-5,44	44,31	-0,59	80,94	1,20	89,85	-6,92	89,85	-4,10	не соответствует
NET'S	90,35	-58,40	1,00	-11,23	56,93	6,57	27,98	8,36	77,72	-22,92	77,72	-20,56	не соответствует
A-LAN	4,00	-0,07	56,44	-2,02	39,11	6,12	9,17	5,49	96,54	2,58	96,29	4,60	не соответствует
TELTEKS	91,34	-1,56	76,49	-7,79	69,56	-1,77	69,81	0,62	1,00	1,69	1,00	3,25	не соответствует
Data Link	10,90	0,00	12,88	-3,38	4,46	1,46	5,46	3,47	9,91	1,40	9,91	3,45	не соответствует
LINTEK	58,91	-0,99	15,35	-12,18	96,04	-1,32	18,08	0,33	5,70	-5,56	1,74	-4,01	не соответствует
LUCKTEK	4,22	-0,02	39,11	-14,22	90,59	-1,42	95,55	0,98	1,00	5,76	3,47	5,74	не соответствует
ORBIT	4,46	0,25	50,25	-12,59	98,02	4,06	35,16	5,68	98,02	5,38	91,83	7,04	не соответствует
ADVANCED	80,45	-6,90	79,95	-15,05	61,14	0,81	61,14	3,75	5,46	4,73	7,68	6,32	не соответствует
GKS	4,22	-10,37	71,29	-6,97	1,00	-2,76	1,00	-1,11	1,00	-15,13	1,00	-13,24	не соответствует
INFOSAT	84,41	-1,34	83,42	-12,70	96,54	-3,92	96,78	-1,00	1,74	-1,68	91,09	0,70	не соответствует