ЗАМЕТКИ об (инжекторах) Power over Ethernet

Часть 3

Д. Терентьев, технический директор компании COMMENG /
ic@commeng.ru

УДК 621.391.31, DOI: 10.22184/2070-8963.2021.94.2.48.54

Статья посвящена вопросам технологии Power over Ethernet (PoE) – разработке инжекторов, их совместимости с другим оборудованием, проблемам эксплуатации. В течение многих лет периодически возникали проблемы, которые автору приходилось решать, и вопросы, которые требовали ответа. Некоторые из них коротко описаны в этих заметках, в заголовке которых слово "инжекторы" помещено в скобки, так как все описанное относится, в значительной степени, к технологии PoE в целом. Автор просит иметь в виду, что статья собрана из отдельных кусочков – "заметок", и на строгость изложения и полноту раскрытия темы не претендует.

НЕОБХОДИМЫЕ НАПОМИНАНИЯ

В предыдущих частях данной статьи читатель найдет:

В первой части (опубликована в журнале "ПЕРВАЯ МИЛЯ", 2020, № 7–8, с. 68–73):

- Краткий словарь – поможет, если встретится незнакомый термин или аббревиатура;
- Заметку № 1. Разъем RJ-45 (8p8c) – как выяснилось, одна из самых проблемных частей при передаче PoE;
- Заметку № 2. Защита от помех – попытка ответить на вопрос, почему контроллер PoE – самая уязвимая часть;
- Заметку № 3. Черные квадраты № 1 и 2 – где рассматривается общая схема с выделением в отдельные функциональные блоки частей, выполняющих в зависимости от вида (Passive PoE или Standard PoE) различный набор функций.

Во второй части (опубликована в журнале "ПЕРВАЯ МИЛЯ", 2021, № 1, с. 54–59):

- Заметку № 4. Трансформаторы, в которой LAN-трансформаторы рассматриваются как часть электрической цепи для передачи PoE;

- Заметку № 5. Сравнение источников Passive PoE и Standard PoE – сопоставительный анализ двух схем помогает разобраться в особенностях технологии;
- Заметку № 6. Совместимость Passive PoE и Standard PoE – рассматриваем ее на основе анализа стандартов и результатов практического применения, делаем выводы;
- Заметку № 7. Off-designe mode – пример того, что выводы могут быть, на первый взгляд, абсолютно логичными, но, тем не менее, ошибочными.

ЗАМЕТКА № 8. ТОК. НАПРЯЖЕНИЕ. МОЩНОСТЬ. СОПРОТИВЛЕНИЕ КАБЕЛЯ. "ДЛИННЫЙ" ETHERNET

Когда мы пытаемся вытащить что-нибудь одно,
оказывается, что оно связано со всем остальным.

(Закон Муира. Из метазаконов Мерфи)

Ток

Выше было показано, какие ограничения налагают на ток PoE пассивные элементы, обычно применяемые в PS и PD – разъемы RJ-45 (Заметка № 1)

и распространенные LAN-трансформаторы (Заметка № 4). При использовании всех четырех пар кабеля, величине тока в одном проводнике 0,5 А и напряжении 50 В можно передать в линию до 100 Вт. Для увеличения тока необходимо использовать другие разъемы (например, штыревые) и более мощные трансформаторы, что позволит повысить его величину примерно в 1,5 раза.

Напряжение

Увеличение напряжения питания за счет уменьшения потерь в кабеле может дать больший выигрыш в передаваемой на PD мощности, чем увеличение тока.

Некоторые производители предлагают Ethernet-решения с использованием напряжения Passive PoE величиной 100 В и выше (для компенсации потерь в физических сегментах, соединяющих несколько последовательно включенных устройств), но это является редким исключением.

Для Standard PoE и абсолютного большинства применений Passive PoE напряжение соответствует требованиям норм электробезопасности. При использовании Passive PoE величина напряжения может быть различной, например для питания ODU (наружного блока) некоторых систем БШПД используется 24 В. Принято считать, что номинальное напряжение питания PSE-контроллера составляет 48 В. Это довольно близко к истине, но не совсем так – для подачи полной мощности в режиме PoE++ этого номинала мало. Например, схеме LTC 4279 [12] для подачи 13 Вт будет достаточно и 45 В, а для PoE++ необходимо будет обеспечить питание напряжением не менее, чем 51 В. А для мощностей 70 и 90 Вт – уже не менее 55 В. Максимальное же напряжение питания LTC 4279 составляет 57 В.

При повышении рабочего напряжения до 75 В постоянного тока оборудование попадает под действие технических регламентов по безопасности низковольтного оборудования, например ТР ТС 004/2011 [23] или директивы 2014/35/EU [24], со всеми вытекающими последствиями: изменение требований к конструкции, проведение испытаний, подтверждение соответствия.

Мощность

По мере роста потребностей PD изменялись требования стандартов и возможности PSE по подаче мощности в кабель: от максимально возможных согласно IEEE 802.3af 15,4 Вт до 100 Вт и выше, обеспечиваемых современными схемами PSE. Одновременно уменьшались потери в кабеле – за счет использования четырех пар и увеличения сечения жил при переходе от Cat.3 к Cat.5e.

Как отмечалось выше, компания COMMENG пока ограничилась выпуском инжекторов Passive PoE с максимальной мощностью 100 Вт и Standard PoE – 90 Вт не по техническим причинам, а из-за отсутствия спроса.

Сопrotивление кабеля

Обсуждать возможность применения кабелей с биметаллическими проводниками автор не считает нужным, это плохо во всех отношениях, в том числе для передачи PoE. Если у кого-то все-таки остаются сомнения, рекомендуем ознакомиться со статьей [25].

Здесь нужно еще раз уточнить, что настоящие заметки касаются только интерфейсов 100BASE-TX и 1000BASE-T, хотя технологии передачи Ethernet по медножильным кабелям (а значит, и технологии PoE) продолжают развиваться.

Исключим из рассмотрения кабели Cat.6 и Cat.6a, применение которых если и уменьшает потери напряжения по сравнению с Cat.5e, то незначительно. Качественный кабель Cat.5e с диаметром жил 0,511 мм (AWG24) или 0,52 мм имеет сопротивление проводника постоянному току порядка 9 Ом на 100 м. Таким образом, при использовании для PoE четырех пар вносимое сопротивление будет равно 4,5 Ом, а падение напряжения в кабеле при величине тока 1 А – 4,5 В.

Вернувшись в начало заметки № 8 ("Напряжение"), увидим, что при таком токе PSE-контроллеру для передачи полной мощности в кабель нужно повысить напряжение питания. Если же подвести итоги всему выше сказанному, то применение кабеля с медными жилами диаметром 0,52 мм позволяет без ограничений использовать PoE IEEE 802.3af/at/bt при стандартной длине физического сегмента.

В заключение надо добавить, что существует проблема увеличения сопротивления жил кабеля (а значит, и затухания сигнала) при его нагревании – например, если он проложен по конструкциям мачты или подвешен и нагревается солнцем. Очевидно, что если в "перегретый" кабель подается PoE, это окажет влияние не только на передачу питания, но и на передачу данных. Этот вопрос имеет практическое значение, и, насколько известно автору, исследования в данном направлении ведутся.

"Длинный" Ethernet

Стандартная длина физического сегмента кабеля для интерфейсов 100BASE-TX и 1000BASE-T составляет 100 м. На практике она может быть и несколько больше, но незначительно. Чтобы увеличить дальность, можно использовать репитеры,

Рис.12. Возможные варианты подачи питания на инжекторы от низковольтной ЭПУ переменного тока

кабель с низким затуханием или их комбинацию, за такими решениями уже закрепилось неофициальное название "длинный" Ethernet [26, 27].

Для "длинного" Fast Ethernet практически идеально подошли малопарные кабели, разработанные для сетей ШПД, – их конструкции рассчитаны на прокладку по стенам зданий, в грунте, кабельной канализации и коллекторах, подвеску на столбах и опорах. С увеличением диаметра проводников растет и допустимая длина физического сегмента, которая при диаметре жил 0,9 мм превышает 300 м.

Сопротивление постоянному току проводника длиной 1 км для диаметров 0,52/0,64/0,9 мм составляет соответственно $84 \pm 7 / 55 \pm 3 / 26 \pm 3$ Ом [28]. Уменьшение сопротивления жил позволяет передавать PoE достаточной мощности на большее расстояние и/или по двум парам поверх данных (логично будет использовать для 100BASE-TX двухпарный кабель), а также передавать PoE в следующий физический сегмент линии, как это реализовано в репитере [21].

ЗАМЕТКА № 10. ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ИНЖЕКТОРОВ

Организовать питание инжекторов PoE можно по нескольким вариантам, показанным на рис.12 (альтернативные источники вроде солнечных батарей рассматривать не будем). Правильный выбор может повысить надежность работы и снизить затраты на оборудование и его эксплуатацию.

Пусть у нас есть два типа инжекторов PoE, отличающихся лишь тем, что в первом (№ 1) постоянное напряжение от источника питания подается на схему PSE без преобразования, а во втором (№ 2) на инжектор подается напряжение переменного тока, которое затем преобразуется преобразователем.

Инжектор № 1 выигрывает у инжектора № 2 почти во всех отношениях:

- цена ниже, а габариты меньше за счет отсутствия конвертера AC/DC;
- нет проблем ни с электробезопасностью, ни с подтверждением соответствия требованиям технических регламентов [23, 24];
- из-за упрощения схемы и снижения количества элементов значительно повышается надежность и снижается наработка на отказ.

Инжектор № 2 имеет преимущество при питании от сети переменного тока.

Рассмотрим объект связи, имеющий электроустановку постоянного тока с номинальным напряжением 48 В. В этом случае самым оптимальным вариантом будет подача постоянного напряжения непосредственно на инжекторы (рис.12а). Напряжение в пределах от 44 В (ниже этой отметки – уже глубокий разряд аккумуляторов) до 54 В (величина напряжения при полной зарядке) вполне подходит для питания большинства PD Standard и Passive PoE.

Рис.13. Измерительный адаптер Commeng MA-8P8C

В некоторых проектах (БШПД, радиорелейные системы транспортной сети) встречается и применение инвертора для питания инжекторов напряжением 220 В (рис.12б). Преобразование напряжения происходит при таком решении три раза, что, на взгляд автора, совершенно нерационально во всех отношениях.

В тех случаях, когда для резервирования питания переменным током используется ИБП (рис.12в, г) ничто не мешает нам использовать для подачи напряжения на инжектор или несколько инжекторов без преобразователя AC/DC маломощный блок питания (рис.12г). Если рассматривать стоимость реализации вариантов в и г, то она отличается незначительно, а при использовании одного блока питания для нескольких инжекторов № 1 может оказаться даже меньше, чем стоимость при применении инжекторов № 2.

То же самое верно и в случае питания инжекторов непосредственно от сети переменного тока (рис.12д, е).

ЗАМЕТКА № 10. МЕТРОЛОГИЯ

Посмотри на меня в визатор, родной.

Какая точка отвечает? – зеленая!

Теперь на него посмотри – тоже зеленая.

И у тебя зеленая! А теперь на Уэфа посмотри, какая точка – оранжевая? Это потому, что он чатланин!

(Би, персонаж кинофильма "Кин-дза-дза")

Рис.14. Схема простого тестера PoE

"Визатор"

Измерительный адаптер для подключения приборов к контактам разъема 8P8C, представленный на рис.13, мы сделали лет 10 назад.

Адаптер этот может также обнаруживать PoE, а реализована эта функция очень просто: к каждой из двух пар проводов, по которым может передаваться PoE, через нормально разомкнутый контакт кнопки последовательно подключены резистор и двухцветный светодиод. Схема такого тестера PoE представлена на рис.14 (если быть точным, изображена половина схемы, вторая половина полностью аналогична).

Если на вход схемы подано напряжение Passive PoE, то зеленый светодиод горит. Если к кабелю подключен PSE Standard PoE, то, измерив ток через резистор, PSE-контроллер считает, что он подключился к PD и пытается определить класс мощности последнего, для чего подает уже более высокое напряжение. Так как ответа он не получает, то пытается это делать снова и снова, в результате чего зеленый светодиод мигает.

Если полярность напряжения обратна стандартной, то светодиод горит или мигает ярко-желтым цветом.

Простейшая схема позволяет определять: наличие и тип PoE (Passive/Standard); режим (A или B, A+B), полярность – стандартная или инверсная.

Тестовая линия Cat.5e

Для того чтобы быть уверенным, что устройства с Ethernet-портами работают нормально, недостаточно соединить их патч-кордом, а надо использовать кабель длиной, близкой к предельно допустимой – 100 м.

Нередко приходится видеть бухты кабеля, лежащие на рабочих столах инженеров или рядом с ними – на полу или стульях. Когда нам это

Рис.15. Тестовая линия ТЛ Cat5e-100

надоело, то несколько отрезков кабеля Cat.5e различной длины поместили в ящик, а концы подключили к разъемам. Это очень упростило работу. Правда, ящик получился объемным и тяжелым, поэтому мы поставили его на колеса.

Но возможен и другой вариант – искусственная линия на пассивных элементах RLC, имитирующая затухание кабеля в нормируемом диапазоне (для Cat.5e – до 100 МГц).

В начале 2000-х мы занимались продажей и технической поддержкой систем абонентского уплотнения EMX и FCM производства фирмы IPS (Словения). Для целей их проверки без использования кабеля были разработаны искусственные линии, с высокой точностью имитирующие затухание кабеля парной скрутки с полиэтиленовой изоляцией и номинальным сечением жилы 0,4 мм² в диапазоне до 1000 кГц. Можно пересчитать параметры линии на эквивалентную длину симметричных кабелей парной или четверочной скрутки с различными сечениями жил, например марок МКС или КСПП. Искусственные линии позволяют передавать напряжение дистанционного питания и идеально подходят для использования вместо кабеля при проверке практически любого оборудования цифровых абонентских линий с различными интерфейсами xDSL, а также интерфейсами U ISDN.

Были разработаны также тестовые линии для настройки, проверки и испытаний

оборудования с портами E1 для симметричного и коаксиального кабелей. Применение таких устройств и их характеристики регламентируются рекомендацией МСЭ-Т G.703 [29].

Искусственная линия и две тестовые линии E1/120 и E1/75 [30] до сих пор не сняты с производства. Заказывают их все реже, но все же заказывают – для измерительных лабораторий и комплектов ЗИП.

Логично было предположить, что аналогичная по назначению тестовая линия, имитирующая отрезок кабеля Cat.5e длиной 100 м может быть востребована. Поэтому такая разработка была сделана, при этом допускалась передача PoE током не более 0,3 А в одном проводе (т.е. до 60 Вт при использовании всех восьми проводников). К сожалению, или мы ошиблись в оценке ее перспектив, или просто не смогли продвинуть на рынок, поэтому эта тестовая линия, показанная на рис.15, до серийного производства не дошла.

Тестер Ethernet и тестер PoE

Для проверки инжекторов ОТК нашей компании использует следующий метод: инжектор подает PoE в кабель длиной 120 м, на другом конце которого установлен стенд PD с подключенным в качестве нагрузки реостатом. Кроме тестирования функций PoE, необходимо проверить влияние схемы инжектора на передачу данных. Вместо измерения первичных параметров и затухания линии проверяется следующее: возникают ли в ней ошибки и потери кадров на максимальной скорости передачи. Для этого двухканальный тестер-анализатор Ethernet подключается к портам DATA-инжектора и стенда PD (используется тест RFC 2544).

Сколько тысяч измерений сделал тестер-анализатор МАКС-ЕМ производства НПП "КОМТЕХ" [31] трудно сказать, но применяется нами он уже около 10 лет как при разработке, так и в качестве контрольного прибора на ОТК.

Когда мы приступили к разработке мультимедийного инжектора Standard PoE [32], понадобилось проводить быстрое тестирование инжекторов, а также входной контроль микросхем PSE-контроллеров. Важно было также иметь прибор, чтобы при необходимости представить заказчикам или поставщикам результаты измерений. Выбрали по описанию в интернете тестер марки PoE PRO производства Ideal Networks [32]. Кроме функций тестирования PSE, кабельного тестера, рефлектометра и генератора сигналов для прозвонки кабеля, тестер умеет распознавать несколько интерфейсов. Вроде бы такой набор функций и не особо нужен

(вот при эксплуатации СКС он пригодится), а все равно приятно. Когда начали с этим тестером работать, в покупке не разочаровались. Получилось примерно как с автомобилем, от которого получаешь больше пользы и удовольствия, чем ожидал.

ВМЕСТО ПОСЛЕСЛОВИЯ

People pay us to integrate things
for them, because they don't have
the time to think about this stuff 24/7.

Steven Jobs

Заметки об (инжекторах) Power over Ethernet отражают несколько факторов, повлиявших на разработку инжекторов COMMENG, которые в результате имеют довольно своеобразный набор технических решений, делающих в определенных случаях их применение оптимальным.

В качестве приоритетов при разработке были определены совместимость с абсолютным большинством типов оборудования Ethernet, высокая надежность, простота при внесении в проекты и в эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обоснование решений Power over Ethernet нового поколения. Информационный документ. CommScore, Inc., 2014.
2. Стандарты питания от PoE до PoE++, внедрение и методы проверки. URL: <https://skomplekt.com>
3. **Иванов О.** PoE – технология электропитания устройств с использованием витых пар локальных сетей Ethernet // Компоненты и технологии. 2014. № 6.
4. **Пахомов С.** Технология 1000Base-T на физическом уровне // Компьютер Пресс. 2002. № 2.
5. URL: <https://ieee802.org>
6. Заметки о Power over Ethernet, № 2: Сага о контактах // Яндекс Дзен. Технический директор COMMENG.
7. 58 Series PCB Jack 5803B-10P8C-D datasheet.
8. Электротехника – наука о контактах. RJ-45 // Яндекс Дзен. Электрик и связист – это сила.
9. **Терентьев Д.** Электромагнитная защита портов оборудования с интерфейсами 100/1000BASE-T. Часть 1. Особенности оборудования и линий, реализация схем защиты // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2020. № 1. С. 46–52.
10. **Терентьев Д.** Электромагнитная защита портов оборудования с интерфейсами 100/1000BASE-T. Часть 2. Заземление оборудования и экранов кабелей. Принципы защиты от импульс-

ных помех и их реализация применительно к Ethernet. Ответы на вопросы и промежуточные итоги // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2020. № 2. С. 54–60.

11. **Терентьев Д.** Электромагнитная защита портов оборудования с интерфейсами 100/1000BASE-T. Часть 3. Как обеспечить надежную работу оборудования и систем связи в условиях воздействия электромагнитных помех. Решения и рекомендации инженеров COMMENG // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2020. № 3. С. 36–42.
12. LTC4279. Single Port PoE/PoE+/LTP0E++ PSE Controller. LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION, 2017.
13. 10/100Base-T Single Port Transformer Modules. TRC 1188NLE. Huizhou Trxcom Electronics Co., Ltd.
14. PoE Signal Path Transformer 60 W/120 W signal patch. Document 1008-1. Coilcraft, Inc., 2018
15. LAN-Übertrager WE-LAN. Artikelnummer 7490220123. Spezifikation für Freigabe. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG, 2018.
16. Инжектор/Сплиттер Commeng PoET IS-AB f/f. Техническое описание. ООО "Комменж", 2020. URL: <https://commeng.ru>
17. Инжектор Commeng PoET Inj-AB f/f. Техническое описание. ООО "Комменж", 2020. URL: <https://commeng.ru>

Разрабатываем и производим устройства
защиты от перенапряжений для систем
связи и электроустановок с 1996 года.

25 лет на рынке

commeng | www.commeng.ru
youtube: COMMENG: как это сделано.

Сделано в Санкт-Петербурге

18. Инжектор Commeng PoE Inj-Multi f/f. Техническое описание. ООО "Комменж", 2020. URL: <https://commeng.ru>
19. LT4293. LTPoE+/IEEE 802.3bt PD Interface Controller. ANALOG DEVICES. 2019.
20. Power-over-Ethernet (PoE) Interface Controllers. URL: <https://www.analog.com>
21. Репитер Commeng RPT 100B-TX v.2.0. Техническое описание. ООО "Комменж", 2018. URL: <https://commeng.ru>
22. Заметки о Power over Ethernet, №1: Off-design mode или о пользе (не)чтения технических описаний // Яндекс Дзен. Технический директор COMMENG.
23. Технический регламент Таможенного Союза 004/2011 "О безопасности низковольтного оборудования".
24. Directive 2014/35/EU of the European Parliament and of the council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of electrical equipment designed for use within certain voltage limits.
25. Пономарев С. О массовом применении алюминиевых проводников в коаксиальных ТВ-кабелях и кабелях "витая пара", импортируемых из ЮВА // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2020. № 7-8. С. 32-37.
26. Ефременко Д., Семенов А., Сидоренко С., Руденко В. Кабели для "Длинного" ETHERNET: о чем говорит рынок // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2016. № 4.
27. Семенов А., Сидоренко С., Терентьев Д., Руденко В. "Длинный" ETHERNET становится еще длиннее // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2017. № 2.
28. Кабели малопарные высокочастотные для широкополосного доступа. URL: <http://informsystema.com>
29. Recommendation ITU-T G.703: Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces. Geneva, 2016.
30. Каталог продукции COMMENG / Измерительные приборы и устройства / Искусственные и тестовые линии. URL: <https://commeng.ru>
31. URL: <http://www.kometeh.ru>
32. URL: <https://www.idealnetworks.net>

"Оптическое Волокно" начали поставки нового типа оптического волокна

Как сообщила 3 марта пресс-служба завода "Оптическое Волокно" (г. Саранск), в начале 2021 года на нем было запущено серийное производство нового типа оптического волокна (ОВ) – стандарта G.654.E. Волокно этого типа будет применяться для проекта ПАО "Ростелеком" по строительству новой

магистральной ВОЛС от западных до восточных границ РФ под рабочим названием TEA NEXT ("Транзит Европа – Азия нового поколения").

Улучшенное одномодовое ОВ G.654 с сердцевиной из чистого кварца обладает низкими потерями при передаче данных на большие расстояния, что позволяет использовать его для строительства высокоэффективных телекоммуникационных сетей, таких как наземные системы дальней связи и магистральные подводные кабели с оптическими усилителями. Помимо прочего, пониженный коэффициент затухания и увеличенная эффективная модовая площадь позволяют проектировать магистральные сети с оптимальным количеством пунктов усиления и регенерации сигнала, что снижает затраты на оборудование при постройке ВОЛС.

Вытяжка ОВ G.654 освоена АО "Оптическое Волокно" (ОВС) менее чем за шесть месяцев совместно с компанией Sumitomo Electric, – стратегическим партнером завода.

Перед запуском серийного производства качество волокна G.654 производства ОВС было подтверждено совместными испытаниями с ПАО "Ростелеком" и российскими кабельными заводами: ООО "Инкаб", ООО "Сарансккабель-Оптика", ООО "Оптен-Кабель", ООО "Алтай-Кабель" и АО "Москабель-Фуджикора".

Впервые о планах построить TEA NEXT "Ростелеком" сообщил в июне 2020 года. TEA NEXT – масштабный коммуникационный проект по строительству ВОЛС, маршрут которой пройдет от Калининграда до Сахалина. Проектная емкость новой линии связи составит 96 темных волокон, которые будут использованы как международными операторами связи и глобальными ОТТ-компаниями в качестве транзитного ресурса для связи Азии и Европы, так и отечественными операторами на территории РФ.

Первая партия волокна нового стандарта уже поставлена на завод "Инкаб", где будет произведен кабель для пилотного участка линии TEA NEXT.

По информации
АО "Оптическое Волокно" Системы"

Самоизоляция привела к ускорению темпов роста ШПД

По оценке аналитиков "ТМТ Консалтинг" на конец 2020 года количество абонентов широкополосного доступа в интернет в сегменте частных лиц в России достигло 34,6 млн, проникновение превысило 61%. Объем рынка составил 147,7 млрд руб.

В 2020 году именно сегмент населения обеспечил рост рынка ШПД. Востребованность услуги в условиях самоизоляции привела к ускорению темпов увеличения абонентской базы (рост на 2,6%, в то время как в 2018–2019 годы темпы прироста составляли 1,7%).

При этом рост выручки в сегменте В2С в 2020 году сохранился, но замедлился до 3,1% с прошлогодних 5%. С одной стороны, на динамику рынка негативное влияние оказали операторские акции и спецпредложения, действовавшие в период самоизоляции. С другой – наличие фиксированного ШПД-подключения в 2020 году стало необходимостью в связи с переходом части населения на удаленную работу и учебу. Кроме того, такие факторы, как миграция абонентов на более высокоскоростные тарифные планы и корректировка оператора-

ми стоимости отдельных тарифов, привели к небольшому увеличению ARPU в сегменте В2С. В 2020 году ARPU вырос на 3 руб. и составил 360 руб.

Вероятнее всего, считают аналитики, в ближайшие годы сохранится небольшое увеличение среднего рыночного показателя ARPU, тем не менее, нельзя ожидать заметного роста в условиях высокой конкуренции и продвижения пакетных и конвергентных тарифов.

По информации "ТМТ Консалтинг"

"ЭР-Телеком Холдинг" тестирует 5G для FWA

АО "ЭР-Телеком Холдинг" и компания Nokia подписали соглашение и приступили к реализации тестирования возможностей сетей 5G в сегменте FWA (фиксированного беспроводного доступа) для бизнеса.

Ранее Государственная комиссия по радиочастотам выделила "ЭР-Телеком Холдингу" для тестирования 5G частоты в диапазонах 4,8–4,99 ГГц и 27 ГГц. Оператор планирует протестировать 5G более чем

в 50 опытных зонах, включая точки в Москве и Санкт-Петербурге.

Большие скорости, обеспечиваемые технологией 5G в высоких диапазонах частот, являются надежной базой для создания сетей FWA. Новые сервисы станут доступны в зонах, где нет возможности проложить кабельные линии связи или там, где требуется быстрый вывод услуг на рынок.

Для проведения тестирования будут использоваться базовые станции компа-

нии Nokia из линейки Airscale: системный модуль AirScale SM, в максимальной конфигурации позволяющий обслуживать до 84 Гбит/с, и компактная активная антенна mmWave, на которой установлен текущий мировой рекорд пропускной способности 5G для коммерческих устройств (4,7 Гбит/с).

По информации АО "ЭР-Телеком Холдинг"

14 – 16 АПРЕЛЯ

ТРАНСПОРТ И ДОРОГИ СИБИРИ

СПЕЦТЕХНИКА

Специализированная выставка транспорта, дорожного строительства, дорожно-транспортной техники, оборудования, материалов и услуг.

г. Иркутск, ул. Байкальская, 253А
тел.: +7 (3952) 35-29-00

СибЭкспоЦентр

16+