

Высокоскоростная миграция в ЦОД:
инфраструктура, тенденции, причины
и рекомендации

Май, 2017 г.

Содержание

Введение	3
Новая сетевая архитектура	3
Новые стандарты	4
Варианты миграции	5
Потоки 40G или 25G?	5
Схемы модуляции	5
Технологии трансиверов	5
Последовательная или параллельная передача?	5
Претерминированные или терминированные в полевых условиях кабели?	5
Волокно: OMB, MMB или широкополосное MMB?	6
Интеллектуальные системы	6
Рекомендации CommScore	6
Заключительные соображения	7

Введение

Для ЦОД главное — это скорость передачи данных. Необходимо всегда смотреть вперед и понимать, к чему следует быть готовым и в ближайшей перспективе, и в отдаленном будущем, намечая наиболее выгодный и гибкий путь миграции к более высоким скоростям. Чем быстрее развиваются технологии и приложения, тем сложнее решать эту задачу.

Текущие тенденции развития ЦОДов показывают, что потребность в пропускной способности сетей будет ежегодно увеличиваться на 25–35%. Основным способом реализации этих тенденций станет переход на более высокие скорости передачи данных. Согласно прогнозу Dell'Oro, рынок коммутаторов Ethernet продолжит рост, по крайней мере, до конца текущего десятилетия, причем наибольшие продажи придется на продукты с портами 25G и 100G¹.

Спрос на порты 40G, похоже, достиг своего пика, и далее их продажи будут снижаться, тогда как спрос на порты 25G и 50G станет расти. Сегодня порты 40G используются в основном для подключения серверов, а один порт QSFP 40G на коммутаторе обычно разделяется на четыре 10-гигабитных подключения конечных устройств. Но серверные технологии стремительно развиваются, и новые решения будут потреблять гораздо больше трафика, чем может обеспечить канал 10G.

Переход на параллельную передачу сигнала потоками (lanes) по 25 Гбит/с идет полным ходом, и коммутаторы с соответствующими портами получают все большее распространение. Предполагается, что пропускная способность одного потока будет удваиваться и к 2020 году достигнет 100 Гбит/с, что потребует организации еще более скоростных линий связи для соединения коммутаторов в сетевые фабрики. В целом, рост скоростей передачи данных в ЦОДах стимулируют сразу несколько факторов:

- Плотность серверов увеличивается примерно на 20% в год
- Мощности процессоров растут, недавно Intel анонсирован 22-ядерный процессор
- Плотность виртуальных машин увеличивается на 30%², что повышает требования к пропускной способности каналов подключения серверов к коммутаторам
- В ЦОДах трафик, передаваемый в направлении восток-запад, уже превзошел по объему трафик север-юг³.

«Сегодня мы наблюдаем перевод коммутаторов Ethernet на технологии, реализующие потоки по 25G, затем скорость одного потока увеличится до 50 Гбит/с и далее до 100 Гбит/с — при ограничении восемь потоков на соединение».

The Next Platform, март 2016

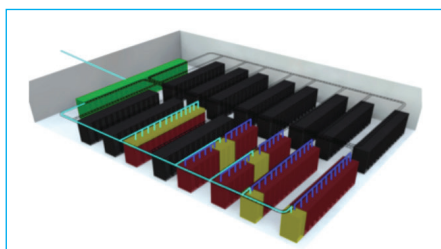


Рис. 1. Схема типичного ЦОДа

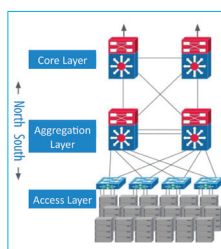


Рис. 2. Традиционная трёхуровневая топология сети

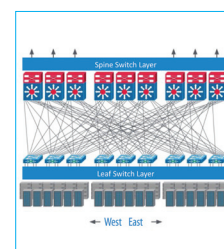


Рис. 3. Топология Leaf-Spine

Архитектура сети ЦОДа должна гарантировать обработку больших объемов трафика и, что еще более важно, масштабирование серверных, сетевых ресурсов и ресурсов систем хранения независимо и с наименьшим объемом отключений и переконфигураций. Для специалистов по ЦОДам важно уметь поддерживать высокую плотность серверов, увеличивать число оптических волокон и переводить сеть на более высокие скорости на всех уровнях. Сетевая инфраструктура ЦОДа должна быть такой, чтобы обеспечивать поддержку даже значительных изменений.

Новая сетевая архитектура

Чтобы обеспечить поддержку изменений в объемах и направлении передачи данных требуется сетевая архитектура, способная адаптироваться к быстрому росту трафика восток-запад.

«Переход на архитектуру leaf-spine обусловлен не только ростом запросов к пропускной способности, но и необходимостью масштабирования сети, для чего требуется больше оптических волокон в кабельной инфраструктуре».

Data Center Journal, 25 апреля 2016 г.

Традиционная архитектура сети ЦОДа основана на трехуровневой топологии (рис. 2). Оборудование уровня ядра обычно сконцентрировано в главном распределительном пункте (Main Distribution Area — MDA), где устанавливаются магистральные коммутаторы и организовано подключение к внешним сетям. Ниже расположен уровень агрегации, к оборудованию которого подключаются коммутаторы доступа. В крупных корпоративных и облачных ЦОДах агрегирующие коммутаторы обычно устанавливаются в промежуточном распределительном пункте (Intermediate Distribution Area — IDA). В небольших ЦОДах их чаще размещают в распределительном пункте горизонтальной подсистемы (Horizontal Distribution Area — HDA) или в распределительном пункте оборудования (Equipment Distribution Area — EDA). Коммутаторы уровня доступа обеспечивают подключение серверов и другого оконечного оборудования.

Описанная архитектура обеспечивает предсказуемую основу для масштабируемой сети, но она далеко ▶

неидеальна для поддержки современных виртуализированных приложений, которым требуется низкая задержка передачи трафика. Поэтому наблюдается переход на новую архитектуру leaf-spine.

Архитектура leaf-spine (рис. 3) оптимизирует структуру сети для передачи больших объемов трафика по направлению запад-восток, что улучшает взаимодействие серверов для обеспечения работы облачных приложений. В этой архитектуре сеть, как бы, распределяется по множеству коммутаторов leaf, а связь между коммутаторами leaf и spine становится критически важной для обеспечения высокой масштабируемости и производительности.

Каждый коммутатор leaf подключается ко всем коммутаторам spine, таким образом создается отказоустойчивая структура связи «каждый с каждым». Сетка волоконно-оптических соединений формирует высокеемкую сетевую фабрику, ресурсы которой могут использовать все подключенные устройства. Все соединения в фабрике работают на одинаковой скорости. Чем выше скорость, тем больше общая емкость фабрики.

Сетевая фабрика требует большого числа оптических соединений, особенно на уровне межкоммутаторного взаимодействия. Чтобы обеспечить это, производители активного оборудования постоянно увеличивают плотность портов в линейных картах своих устройств. С учетом растущей плотности все более важными становятся решения, обеспечивающие подключение и управление кабелями, включая оптические кроссы, панели и кабельные каналы.

Новые стандарты

Организации по стандартизации сетевых технологий, IEEE802.3 (Ethernet) и ANSI/T11 (Fibre Channel), активно трудятся над разработкой новых стандартов, чтобы поспеть за стремительным ростом требований к пропускной способности сетей. Задача этих организаций состоит не только в том, чтобы задействовать растущие линейные скорости, они также стараются повысить экономическую эффективность новых технологий. С этой целью появились новые скорости, заполняющие «пробелы» между 10G, 40G, 100G и 400G (табл. 1).

Приложение	Стандарт	Обозначение IEEE	Среда передачи	Скорость, Гбит/с	Дальность
10-Gigabit Ethernet	10GBASE-SR	802.3ae	MMF	10Gb/s	33 m (OM1) to 550 m(OM4)
	10GBASE-LR		SMF		10 km
	10GBASE-LX4		MMF		300 m
	10GBASE-ER		SMF		40 km
	10GBASE-LRM	802.3aq	MMF	220 m (OM1/OM2) to 300 m (OM3)	
25-Gigabit Ethernet	25GBASE-SR	P802.3by	MMF	25 Gb/s	70 m (OM3) 100 m (OM4)
40-Gigabit Ethernet	40GBASE-SR4	802.3bm	MMF	40Gb/s	100 m (OM3) 150 m (OM4)
	40GBASE-LR4		SMF		10 km
	40GBASE-FR		SMF		2 km
	40GBASE-ER4		SMF		40 km
100-Gigabit Ethernet	100GBASE-SR10	802.3bm	MMF	100Gb/s	100 m (OM3) 150 m (OM4)
	100GBASE-LR4		SMF		10 km
	100GBASE-SR4		SMF		70 m (OM3) 100 m (OM4)
	100GBASE-ER4		SMF		40 km
50G, 100G and 200G	50GBASE-SR	802.3cd	MMF	50 Gb/s	100m (OM4)
	Ethernet		SMF		2 km
	50GBASE-LR		SMF		10 km
	100GBASE-SR2		MMF	100Gb/s	100m (OM4)
	100GBASE-DR2		SMF		500m
	100GBASE-FR2		SMF		2 km
	200GBASE-SR4		MMF		100m (OM4)
200-Gigabit Ethernet	200GBASE-DR4	P802.3bs	SMF	200Gb/s	500 m
	200GBASE-FR4		SMF		2 km
	200GBASE-LR4		SMF		10 km
400-Gigabit Ethernet	400GBASE-SR16	P802.3bs	MMF	400 Gb/s	70 m (OM3) 100 m (OM4)
	400GBASE-DR4		SMF		500 m
	400GBASE-FR8		SMF		2 km
	400GBASE-LR8		SMF		10 km

Табл. 1. Стандарты Ethernet (IEEE 802.3) на основе оптического волокна. Стандарты, работа над которыми еще не завершена, помечены синим цветом

Варианты миграции

Решение относительно миграции на более высокие скорости — сложное и многогранное. Необходимо рассмотреть широкий круг вопросов, связанных с выбором типа волокна, схем модуляции и передачи, конфигурации соединителей и, конечно, учесть стоимость решения. На рис. 4 и 5 показаны два возможных пути миграции, хотя существует и множество других. Чтобы определить оптимальный вариант для конкретной сети, необходимо внимательно изучить различные аспекты.

Ниже рассмотрены только некоторые вопросы, которые возникают при выборе оптимального пути миграции.

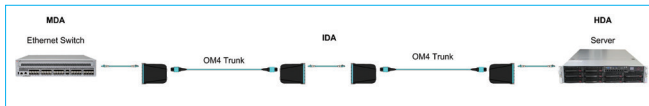


Рис. 4. Дуплексные оптические линии 10GBASE-SR с транком MPO

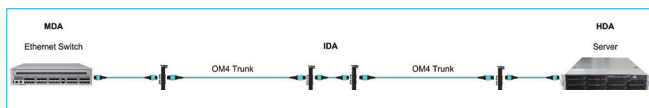


Рис. 5. Линия 40GBASE-SR4 с параллельной оптикой для подключения коммутатора и сервера

Потоки 40G или 25G?

До недавнего времени общепринятым сценарием миграции считался скачок с потоков 10G на 40G. Но с принятием стандарта IEEE802.3by в качестве следующего шага развития коммутаторов стал рассматриваться переход на потоки 25 Гбит/с. Дело в том, что построенные на основе потоков 25G решения, которые обеспечивают простую миграцию на технологии 50G (2x25G) и 100G (4x25G), гарантируют лучший возврат инвестиций, нежели переход на 40G.

Схемы модуляции

Появляются новые, более эффективные схемы модуляции. Амплитудно-импульсная модуляция с четырьмя уровнями амплитуды (PAM-4) предлагается для оптических каналов как внутри ЦОДов, так и между ЦОДами. Как показано на рис. 6, эта схема модуляции использует четыре уровня амплитуды для передачи данных. По сравнению с традиционной схемой NRZ, PAM-4 позволяет вдвое увеличить пропускную способность при той же скорости передачи сигналов. Правда, при этом необходимо более высокое отношение сигнала к шуму (Signal-to-Noise Ratio, SNR), что налагает более жесткие требования на физическую инфраструктуру. Но простота и низкое энергопотребление делает схему PAM-4 одной из наиболее перспективных для 100G и более скоростных технологий.

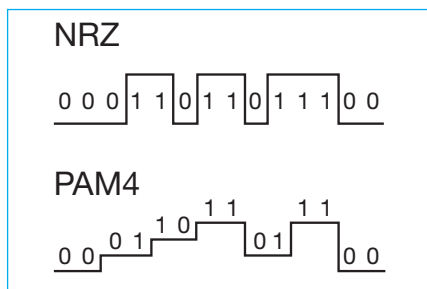


Рис. 6. Схемы модуляции PAM4 и NRZ

Технологии трансиверов

Помимо развития схем модуляции, появляются различные технологии спектрального уплотнения (Wavelength Division

Multiplexing, WDM), которые позволяют увеличивать число спектральных каналов в одном волокне. Решения WDM уже более двух десятилетий применяются в сетях дальней связи, позволяя уменьшать количество используемых волокон. Также спектральное уплотнение используется в одномодовых решениях Ethernet, таких, как 10GBASE-LR4 и 100GBASE-LR4, при этом четыре волны «укладываются» в одно волокно с помощью технологии CWDM (Coarse WDM). Недавно принцип спектрального уплотнения был с успехом перенесен и на многомодовые решения, в которых эта технология получила название SWDM (Shortwave WDM) — рис. 7.

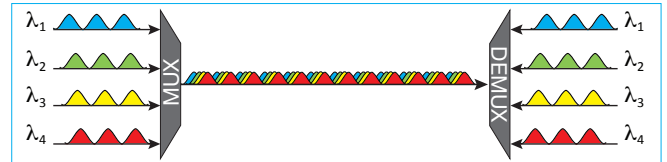


Рис. 7. Технология SWDM позволяет мультиплексировать четыре спектральных потока (в диапазоне 850–940 нм)

Последовательная или параллельная передача?

По мере роста требований к скорости передачи данных, индустрия тяготеет к переходу на параллельную оптику. Эта тенденция неразрывно связана со все более широким внедрением магистральных соединителей (транков) на базе многомодовых соединителей MPO, которые применяются в ЦОДах уже более десяти лет. При использовании оптимизированного для лазерных источников многомодового волокна (ММВ) последовательная передача позволяет экономически эффективно обеспечить скорости вплоть до 10G. Для более скоростной последовательной передачи (переход на 25G и 40G), как правило, требуется более дорогая одномодовая техника. При использовании же параллельных схем можно на базе ММВ эффективно обеспечить соединения 40G, 100G и даже 200/400G Ethernet.

Переход на параллельную оптику означает все более широкое применение соединителей MPO. В Северной Америке, по прогнозу, продажи MPO-соединителей для коммуникационных линий 40/100GbE будут ежегодно расти в среднем на 15,9% и к 2020 году достигнут 126 млн. долларов⁴. Однако спрос на такие решения может иметь свои всплески и падения при появлении новых технологий, повышающих эффективность дуплексной передачи по двум волокнам. К таким технологиям относятся уже упомянутые схема модуляции PAM4 и спектральное уплотнение SWDM.

Претерминированные или терминированные в полевых условиях кабели?

Потребность в быстром внедрении сетевых сервисов увеличивает спрос на претерминированные кабельные системы. По некоторым оценкам, развертываемые по принципу plug-and-play претерминированные решения позволяют существенно сократить время на установку (до 90%) и обслуживание (примерно на 50%)⁵. По мере увеличения числа волоконно-оптических соединений в сети выгода от применения таких решений увеличивается.

Терминированные на заводе системы также являются, по сути, единственно возможным решением в проектах, где требуется обеспечить экстремально низкие задержки на высокоскоростных оптических линиях. Среди претерминированных продуктов стандартом де-факто как для многомодовых, так и для одномодовых установок быстро становятся решения MPO/MTP — они просты в использовании, обеспечивают высокие скорости передачи и плотность соединений.

Волокно: ОМВ, ММВ или широкополосное ММВ?

Одним из основных факторов, ограничивающих использование в ЦОДах одномодового волокна, является высокая стоимость соответствующих решений. Хотя разработка новых технологий и повышение эффективности производства постепенно снижает цену одномодовой техники, она всё еще остается неоправданной дорогой для многих проектов. В ЦОДах одномодовые волокна традиционно используют только на участке от места ввода кабелей от внешних телекоммуникационных сетей до главного распределительного пункта (MDA). Кроме того, ОМВ применяют в мега-ЦОДах с их большими расстояниями, затрудняющими использование ММВ.

В корпоративных ЦОДах многомодовое волокно остается наиболее привлекательным решением по совокупности показателей производительности, плотности и цены. Главная проблема ММВ — небольшое расстояние. По мере роста скоростей передачи данных имеет место тенденция к уменьшению максимальной дальности такой передачи. Однако появление на рынке более качественных компонентов и грамотный подход к проектированию инфраструктуры позволяет обеспечить необходимые скорости на достаточно длинных каналах и поддержку новых сетевых топологий в ЦОДах.

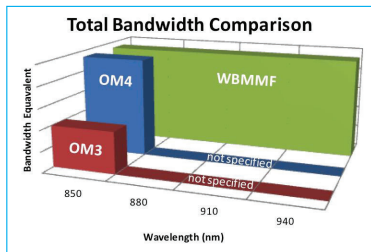


Рис. 8. Сравнение полосы пропускания различных типов волокон

Появившееся недавно волокно ОМ5, возможно, станет наилучшим вариантом для обеспечения миграции на более высокие скорости. Представленное CommScore в 2015 году, волокно ОМ5 было специфицировано в стандарте ANSI/TIA-492AAAE, также предполагается, что оно войдет в рекомендацию ANSI/TIA-942-B. Новое волокно позволяет использовать технологию спектрального уплотнения SWDM, при этом обеспечивается обратная совместимость с решениями ОМ3 и ОМ4, что означает поддержку всех «унаследованных» приложений. Мультиплексирование четырех спектральных каналов (в диапазоне 850–950 нм) в одном широкополосном ММВ (WBMMF) класса ОМ5 позволит в четыре раза увеличить его пропускную способность (рис. 8).

Интеллектуальные системы

Системы автоматизированного управления инфраструктурой (Automated Infrastructure Management — AIM) могут существенно помочь в процессе миграции, предоставляя точную информацию о подключениях на физическом уровне. Такие системы автоматически отслеживают и документируют использование всех портов и волокон, а потому могут предоставить ценные данные об используемых ресурсах, необходимые при модернизации сети и переходе от дуплексной передачи к параллельным схемам.

Кроме того, системы AIM помогают выявить и идентифицировать неиспользуемые кабельные ресурсы и порты коммутаторов, задействуя их при такой миграции. В 2016 году были ратифицированы стандарты на системы AIM: международный ISO/IEC18598 и европейский EN50667. Положения стандарта ISO/IEC должны практически дословно войти в американский документ ANSI/TIA-5048.

Рекомендации CommScore

Претерминированные решения на базе МРО продолжают оставаться наилучшим выбором для высокопроизводительных сетей. Такие решения имеют отличную производительность, которая гарантируется тем, что терминирование осуществляется на заводе. Кроме того, они обеспечивают оперативность и гибкость, столь важные для удовлетворения новых требований в корпоративных ЦОДах, которые все чаще становятся платформой для развертывания частных облаков.

Для современных скоростных сетей важным является повышение пропускной способности кабельной инфраструктуры, которое имеет место, например, при переходе от ОМ3 к ОМ4. Но среди всех вариантов ММВ на сегодня наиболее производительным является ОМ5, которое, как уже отмечалось, позволяет вчетверо увеличить емкость одного волокна (по сравнению с ОМ4). Кроме того, чтобы повысить эффективную плотность размещения сетевого оборудования и физической инфраструктуры, мы в CommScore поддерживаем применение дуплекса SWDM на коммуникационных линиях в сетевых фабриках.

Необходимо сказать несколько слов и об использовании МРО с различным числом волокон: 8, 12 и 24. 12-волоконные системы МРО используются уже многие годы. Они поддерживают дуплексные и параллельные схемы передачи, обеспечивают отличную гибкость и дальность для большинства приложений в ЦОДах. Столько важное при эксплуатации систем преимущество единообразия — важный дополнительный аргумент в пользу применения 12-волоконных соединителей МРО. Повышение пропускной способности может быть обеспечено переходом с ОМ3 на ОМ4, а в идеале сразу на ОМ5.

Системы на базе 24-волоконных соединителей МРО позволяют повысить плотность и емкость физической инфраструктуры. Они также поддерживают дуплексные и параллельные схемы передачи и обеспечивают наименьшую стоимость в пересчете на одно волокно (в сравнении с 8- и 12-волоконными продуктами). 24-волоконные системы можно рекомендовать для высокоплотных сетей и для сетей, ориентированных на дуплексные схемы передачи.

Системы с 8-волоконными соединителями МРО эффективно поддерживают весьма популярные схемы с трансиверами QSFP, использующими четыре линии (канала). Они используются преимущественно в решениях 4X10G и 4X25G для подключения к сети серверов и систем хранения данных.

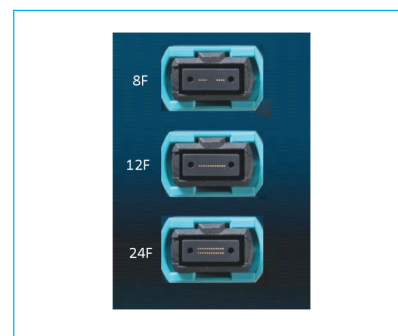


Рис. 9. Соединители МРО с разным числом волокон

Соединения в сетевых фабриках не требуют разделения на более низкоскоростные подключения. Поэтому для них лучше использовать дуплексные двухволоконные схемы, например для линии 100G SWDM. Для формирования таких дуплексных линий с высокой плотностью рекомендуются 12- или 24-волоконные решения.

Рекомендуя 24-волоконные системы МРО в качестве предпочтительного варианта, CommScore также ►

поддерживает 8-волоконные параллельные и 2-волоконные дуплексные решения, что позволяет подобрать оптимальный вариант для любого приложения в ЦОДе. 24-волоконные продукты MPO обеспечивают оптимизированную поддержку как дуплексных, так и параллельных схем, наименьшую стоимость (в пересчете на одно волокно) и поддерживают все разнообразие зарождающихся оптических технологий.

Заключительные соображения

Конечно, очень важно понимать все многообразие технологических опций и появляющихся технических решений. Но их надо рассматривать в контексте особенностей конкретного ЦОДа. Какова стратегия развития предприятия? Как она повлияет на скорость изменений и требования к масштабированию в ЦОДе? Какова общая стоимость владения для различных рассматриваемых сценариев миграции?

Выступая в роли менеджера центра обработки данных, вы не должны стараться сделать все в одиночку. Объем необходимых знаний может оказаться неподъемным для одного человека. Здесь могут помочь различные базы знаний, например, компании CommScore, которая располагает решениями и опытом, которые помогут вам принять правильное решение. Используя наши глубокие технологические знания и широту экспертизы, мы вместе с вами способны разработать долгосрочную стратегию миграции, реализация которой позволит постоянно поддерживать ЦОД адаптируемым, функциональным и эффективным. Независимо от того, как быстро все вокруг будет меняться.

Источники

¹ Construction Zones on the Ethernet Roadmap; The Next Platform; 24 марта 2016 г.

² Data Center Strategies North American Enterprise Survey; Infonetics Research; май 2015 г.

³ Facebook Gives Lessons In Network-Datcenter Design; ноябрь 2014 г.

⁴ Market Forecast—MPO Connectors in 40/100GbE; ElectroniCast Consultants; декабрь 2015 г.

⁵ Weighing the costs and benefits of preterminated fiber-optic systems; Cabling Installation & Maintenance; 1 мая 2014 г.

⁶ PAM-4: A Key Solution for Next-Generation Short-Haul Optical Fiber Links; блог Neophotonics; 11 мая 2015 г.

CommScope (NASDAQ: COMM)

помогает пользователям по всему миру проектировать, строить и управлять проводными и беспроводными сетями. Наши инфраструктурные решения для сетей передачи данных помогают заказчикам увеличить полосу пропускания, максимизировать использование существующей емкости, улучшить производительность и доступность сети, увеличить энергоэффективность и облегчить миграцию на новые технологии. Самые требовательные компании по всему миру используют решения CommScope.



commscope.com

Для получения дополнительной информации посетите наш веб-сайт или свяжитесь с местным представительством CommScope.

© 2017 CommScope, Inc. Все права сохранены.

Все торговые марки, помеченные ® или ™, являются зарегистрированными торговыми знаками или торговыми знаками CommScope, Inc, соответственно.

Настоящий документ предоставлен исключительно в информационных целях и не предназначен для внесения каких-либо изменений или дополнений в любые спецификации или гарантии, относящиеся к продуктам или услугам CommScope. Компания CommScope сертифицирована согласно ISO 9001, TL 9000 и ISO 14001.

WP-110615-RU (05/17)