

СЛОИСТЫЕ СТРУКТУРЫ СЕТЕЙ РАДИОДОСТУПА 5G

А. С. Васин, А.Е. Рыжков

Сборник научных статей. – АПИНО-2018. Т.3 – СПб, СПбГУТ. – С. 69 - 73

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича

Рассмотрены вертикальные и горизонтальные слоистые структуры сетей радиодоступа 5G в соответствии со специфицированными в них услугами. Обсуждаются принципы организации слоистых структур, включая шеринг функций на различных протокольных сетевых уровнях.

Сеть 5G, Новое Радио, слой, сетевая функция

В декабре 2017г. опубликованы первые спецификации нового стандарта радиодоступа 5G *Новое Радио* – NR (New radio). В стандарте NR, как и в сетях стандарта 4G (LTE), на физическом уровне использована технология OFDM. Основной задачей сетей 5G является реализация самых разнообразных услуг.

Расширение услуг стало важной тенденцией развития стандарта LTE. Достаточно напомнить появившиеся в релизах 12 – 14 стандарта такие услуги и технологии как обмен информацией между машинами (LTE-M, NB-IoT), MCPTT и Sidelink в сетях общественной безопасности, связь на дорогах V2X. По сравнению с последним перечнем услуг в сетях LTE (релиз 14) список услуг в NR существенно расширен и уточнён (табл. 1) [1].

ТАБЛИЦА 1. Классификация услуг и их характеристики в сетях NR

5Q I	Тип	Приоритет	Доп. задержка	Доп. потери блоков	Макс. длина пакета ¹	Услуги
B	GBR, критичные к задержкам	11	5	10^{-5}	160 байт	Дистанционное управление
C		12	10	10^{-6}	320 байт	Интеллектуальные транспортные системы
D		13	20	10^{-5}	640 байт	
1		20	100	10^{-2}	—	Телефония в реальном времени
2		40	150	10^{-3}	—	Видеотелефония

3	GBR	30	50	10^{-3}	–	Игры в реальном времени, сообщения V2X, управление электросетями, мониторинг
4		50	300	10^{-6}	–	Видео с буферизацией
65		7	75	10^{-2}	–	Приоритетная связь в сетях общественной безопасности (МСРТТ)
66		20	100	10^{-2}	–	Неприоритетная связь в профессиональной мобильной связи
75		25	50	10^{-2}	–	Сообщения V2X
E		18	10	10^{-4}	255 байт	Автоматизация управления
F		19	10	10^{-4}	1358 байт	Автоматизация процессов
5		Non-GBR	10	100	10^{-6}	
6	60		300	10^{-6}		Видео с буферизацией, TCP/IP услуги для приоритетных пользователей
7	70		100	10^{-3}		Аудио, видео в реальном времени, интерактивные игры
8	80		300	10^{-6}		Видео с буферизацией, TCP/IP услуги
9	90					
69	5		60	10^{-6}		Сигнализация МСРТТ
70	55		200	10^{-6}		МСРТТ данные
79	65		50	10^{-2}		Сообщения V2X
G	66		10	10^{-6}		Мобильное вещание в 5G с малой задержкой
1 – максимальная длина передаваемых пакетов ограничена только для ряда услуг с гарантированной скоростью (GBR)						

Если архитектура сетей 3G+ и 4G базируется на формирование **сквозных каналов**, то в сетях 5G организуют **прямые соединения** в виде структурно независимых сетей, ориентированных на реализацию конкретных услуг. Поэтому базовая архитектура 5G специфицирована в виде соединений функциональных узлов (рис.1) [1]. Она состоит из подсистемы радиодоступа (R)AN и ядра сети (NR Core). В пользовательской плоскости обеспечивается прямое соединение между (абонентским) терминалом UE и сетью данных DN (на рис. 1 показано жирной линией).

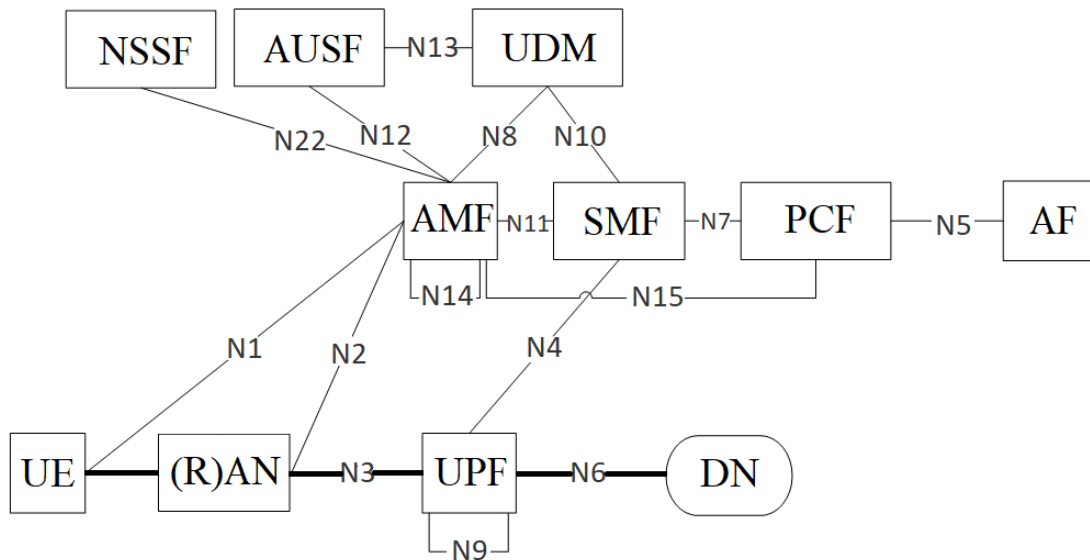


Рис. 1. Архитектура Нового Радио

Ядро сети составляют функциональные узлы, которые сеть 5G организует в соответствии с запрошенными услугами. Якорные функции в визитной сети выполняет UPF (User Plane Function), а функции доступа, регистрации и мобильности AMF (Access and Mobility Management Function). Фактически при организации и обслуживании прямых соединений сеть 5G декомпозируют для отдельных услуг или групп услуг на отдельные **слои**. Каждый слой функционально представляет собой самостоятельную сеть со своими специфическими характеристиками, возможностями и услугами. Возможность реализации слоистых структур обуславливает компьютеризация и виртуализация практически всех функциональных узлов 5G с широким использованием облачных структур. Организация слоя требует гибкого и быстрого выделения вычислительных ресурсов, памяти, а также адаптивного управления ресурсом радиоканалов.

Сетевой слой (Network slice) представляет собой комбинацию, включающую в себя требуемую конфигурацию сетевых функций и приложений с использованием облачной инфраструктуры, обеспечивающую специфические требования пользователей (бизнес-услуг). Различают вертикальные и горизонтальные слои. На рис.2 в сети 5G представлены 4 вертикальных слоя для 4 различных услуг: два слоя предназначены для обслуживания двух разных групп абонентов со смартфонами, один для сетей общественной безопасности и ещё один для сетей M2M [2].

На рис.3 показана организация слоев в ядре сети и в подсистеме абонентского доступа. Отметим, что наряду с радиодоступом в сетях 5G возможны фиксированные кабельные соединения с абонентами.

Выбор слоя и соответственно необходимых функциональных элементов обеспечивает NSSF (Network Slice Selection Function). В [1] стандартизированы 3 слоя с установленным QoS для следующих услуг:

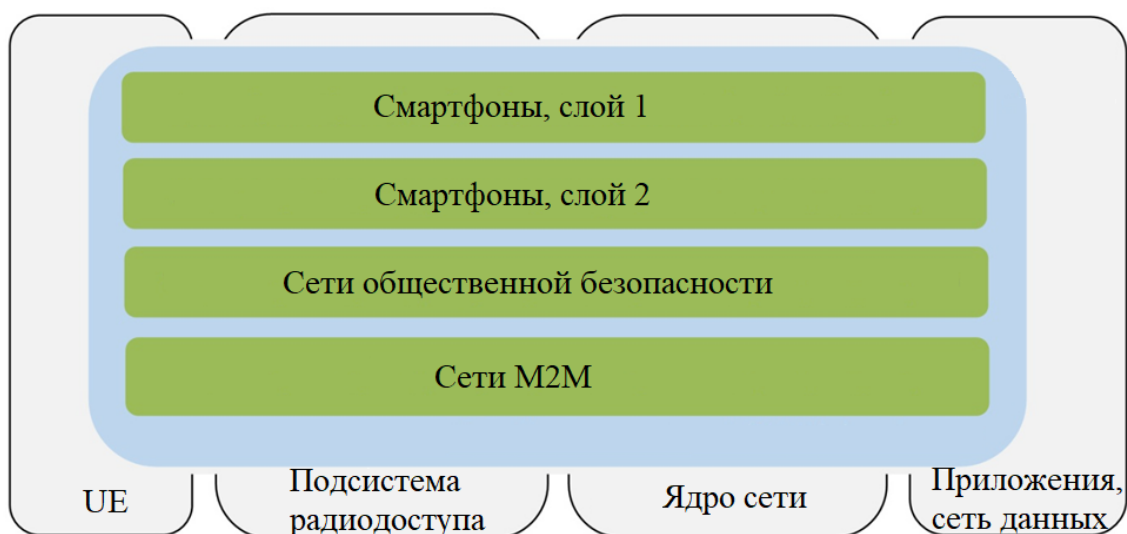


Рис. 2. Пример слоистой структуры

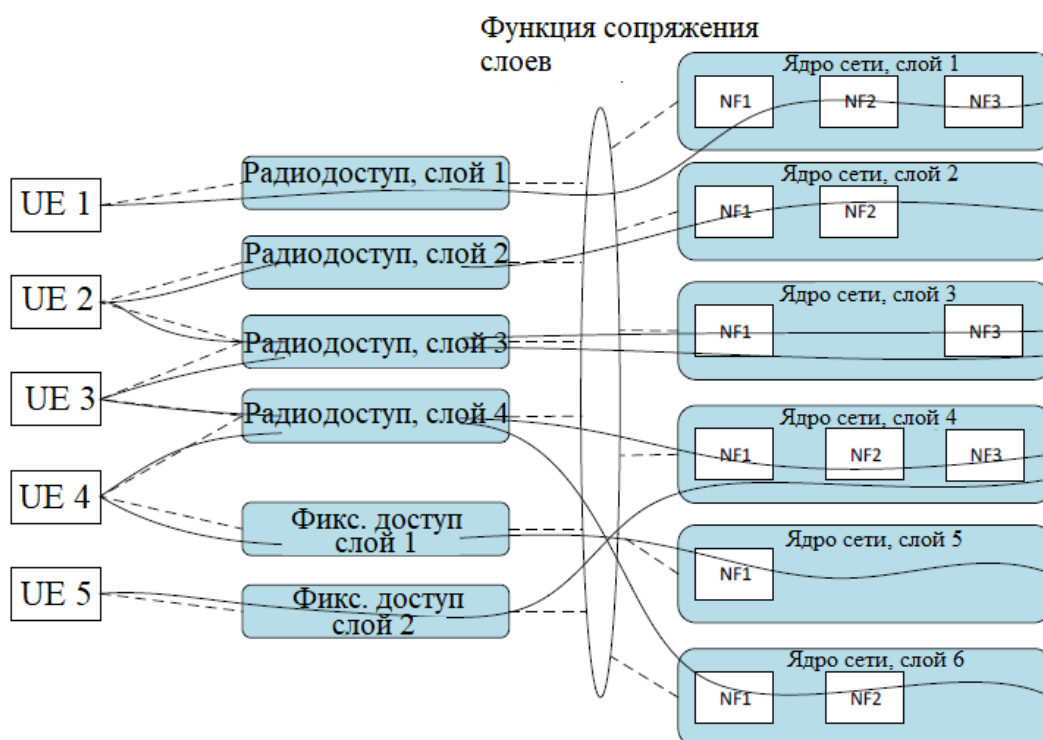


Рис. 3. Организация слоистой структуры

- мобильное вещание в 5G eMBB (Enhanced Mobile Broadcast),
- сверхнадёжная связь с малыми задержками URLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications),
- массивная (разветвлённая) сеть Интернета вещей MIoT (Massive Internet of Things).

Обобщенная вертикально-горизонтальная слоистая структура представлена на рис.4. Вертикальные слои (столбцы) соответствуют услугам разных классов, горизонтальные — совместному использованию и разделению ресурсов на соответствующих протокольных уровнях [3].

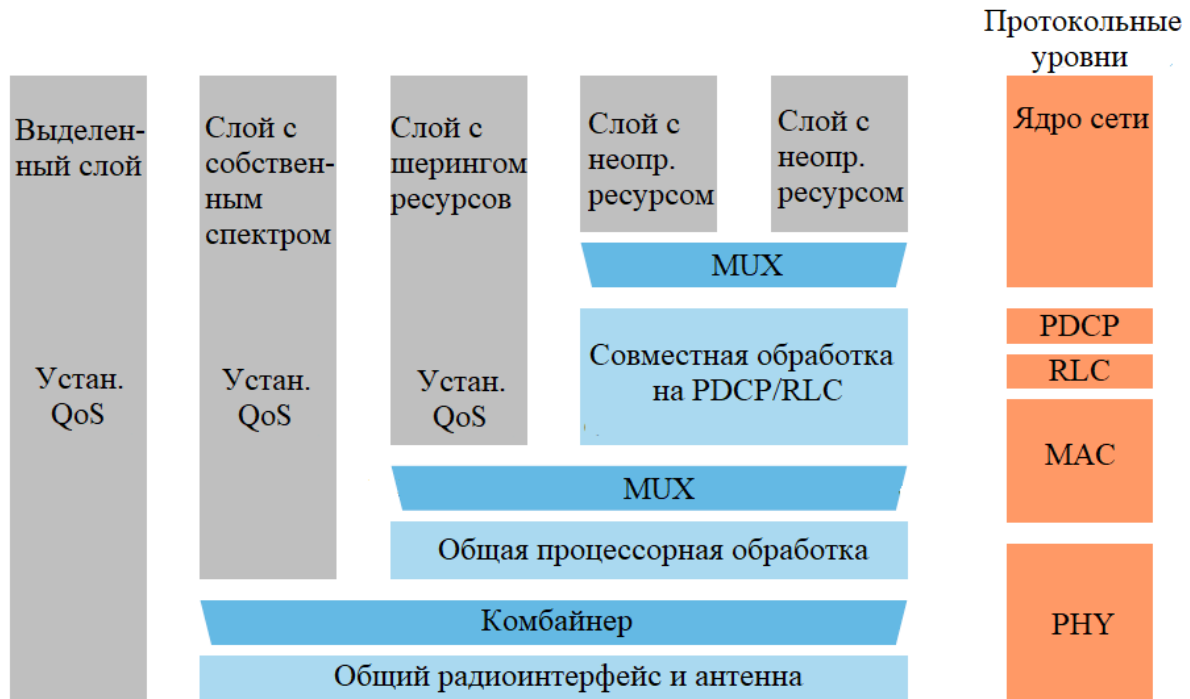


Рис. 4. Вертикально-горизонтальная слоистая структура

В сравнении с сетями 3G-4G в сетях 5G расширено понятие шеринга (sharing), который распространяется на совместное использование и динамическое распределение сетевых ресурсов как в подсистеме радиодоступа, так и в ядре сети.

Список используемых источников

1. 3GPP TS 23.501 V15.0.0. System Architecture for the 5G System; Stage 2. 2017. 181 p.
2. System architecture milestone of 5G Phase 1 is achieved/ F.Mademann, 2017, December – http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1930-sys_architecture (дата обращения 09.03.2018).
3. View on 5G Architecture (Version 2.0) – https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2017/07/5G-PPP-5G-Architecture-White-Paper-2-Summer-2017_For-Public-Consultation.pdf (дата обращения 09.03.2018).