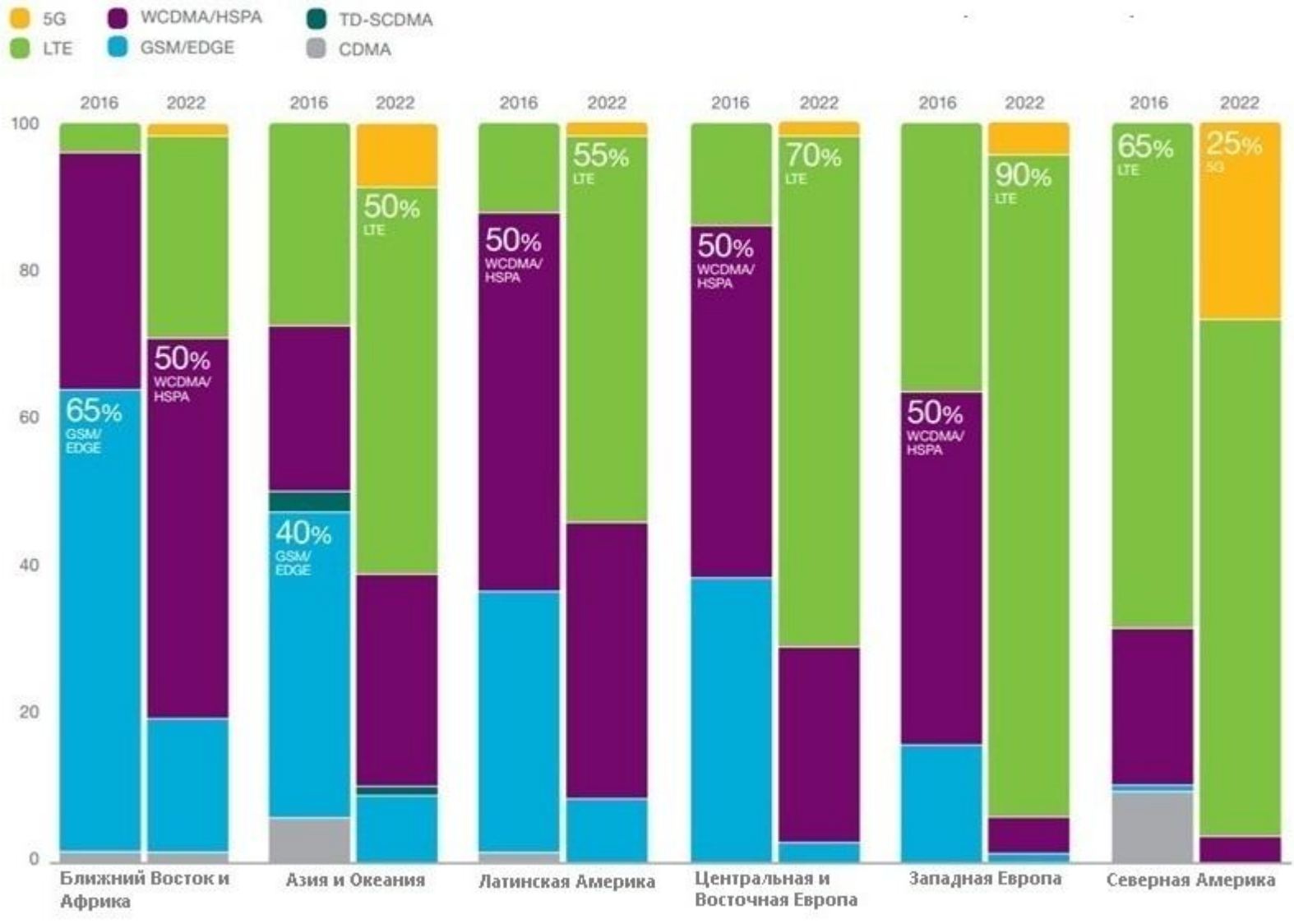
Конструктивно-технологичские особенности средств связи (LTE)

Л.1

План лекций 8 семестра

№№	Дата	Тема
1	14.02.20	Архитектура сети LTE, оборудование, его функции, характеристики LTE.
2	28.02.20	Построение радиоинтерфейса сетей стандарта LTE. Принципы работы OFDM. Ресурсный блок. Предающее и приемное оборудование в LTE
3	13.03.20	Частотно-территориальное планирование сетей сотовой связи. Методика планирования. Разница в планировании сетей разных поколений.
4	27.03. 20	Порядок установления сессии. Режимы работы абонентского терминала. Нумерация и идентификация. Интерфейсы и стеки протоколов LTE.
5	10.04. 20	Антенные технологии. Технология MIMO.
6	24.04. 20	Безопасность сетей LTE.
7	08.05. 20	Сети 5G. Частотные диапазоны, характеристики, назначение, архитектура.
8	22.05. 20	Принципы функционирования сетей 5G. Особенности обеспечения безопасности.

Мобильные подключения по регионам и технологиям
(в процентах)



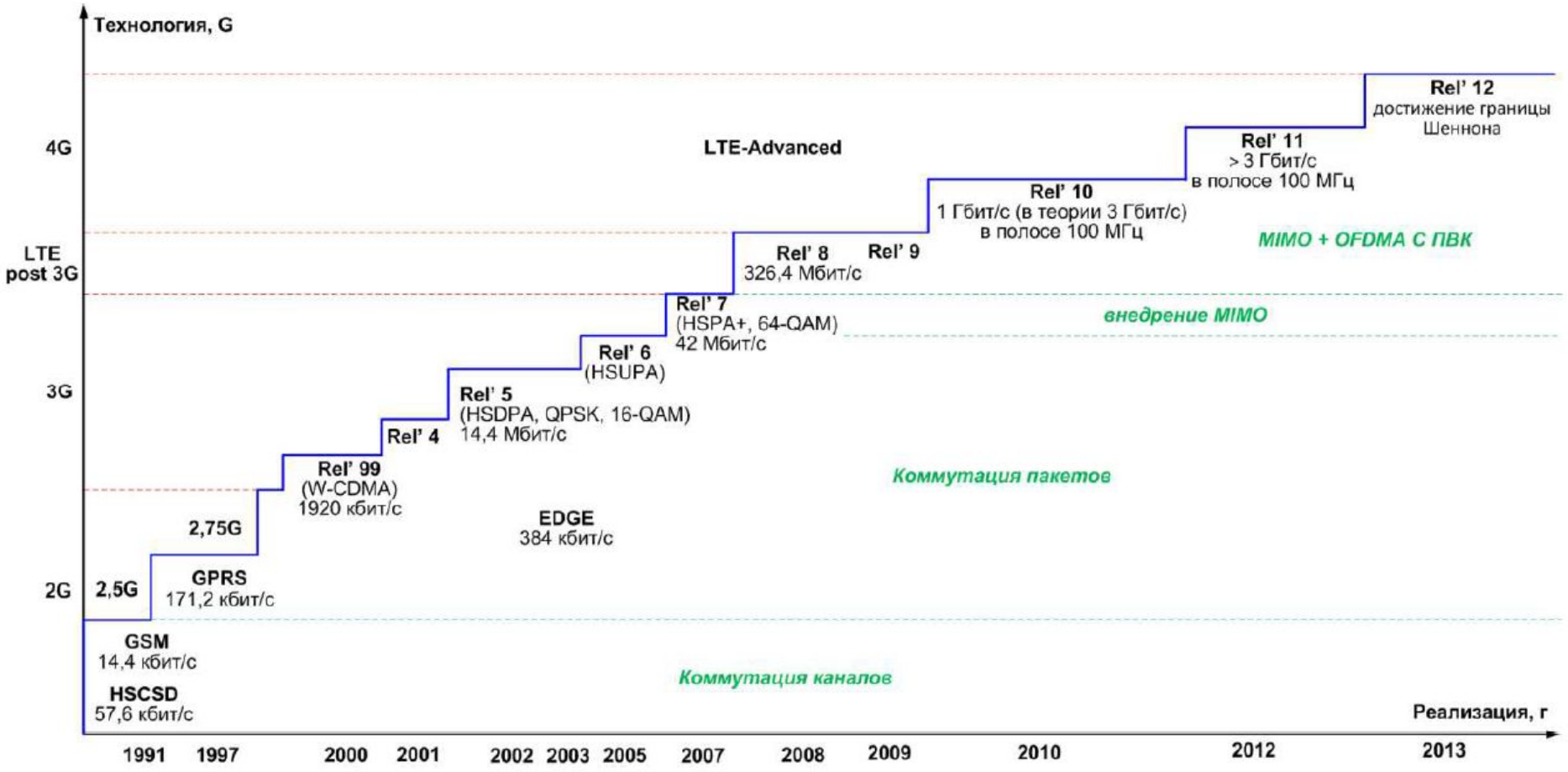


Рисунок 1.2 - Эволюция систем мобильной связи от 2G до 4G

LTE/SAE

- Термин LTE описывает эволюцию сети радиодоступа относительно сетей GSM и UMTS и появление нового стандарта Evolved UTRAN (E-UTRAN).
- Термин SAE (англ. System Architecture Evolution) описывает эволюцию ядрасети в EPC (англ. Evolved Packet Core).
- Сеть основана полностью на протоколе IP (англ. Internet Protocol), и больше не включает в себя домен с коммутацией каналов – для передачи речи в LTE используется только технология VoIP.

Основные требования к системе LTE

- значительное повышение спектральной эффективности (доведения ее до 5 бит/с/Гц);
- Увеличение пропускной способности в линии «вниз» до 100 Мбит/с при ширине полосы одного частотного канала 20 МГц (с возможностью его масштабирования: 1.4; 3; 5; 10; 15 МГц) и до 50 Мбит/с в линии «вверх»,
- сокращение времени задержки передачи пакетов данных до 10мс по сравнению с 80 мс при технологии HSDPA (Rel’5)
- упрощение архитектуры сети.

Базовые требования к IMT-Advanced

- пиковые скорости передачи данных от 100 Мбит/с для пользователей с высокой мобильностью (от 10 км/ч до 120 км/ч) и от 1 Гбит/с для пользователей с низкой мобильностью (до 10 км/ч);
- используются динамически разделяемые сетевые ресурсы для поддержки большего количества одновременных подключений к одной соте;
- масштабируемая полоса частот канала 40 МГц;
- минимальные значения для пиковой спектральной эффективности 15 бит/с/Гц в нисходящем канале и 6,75 бит/с/Гц в восходящем канале (имеется в виду, что скорость передачи информации 1 Гбит/с в нисходящем канале должна быть возможна при полосе пропускания радиоканала менее 67 МГц);
- спектральная эффективность на сектор в нисходящем канале от 1,1 до 3 бит/с/Гц/сектор и в восходящем канале от 0,7 до 2,25 бит/с/Гц/сектор;
- плавный хэндовер через различные сети;
- высокое качество мобильных услуг.

Основные характеристики LTE

- 1) Технология множественного доступа:
  - прямой канал (Downlink – DL) – OFDMA;
  - обратный канал (Uplink – UL) – SC-FDMA;
- 2) Рабочий диапазон частот:
  - 450 МГц; 700 МГц; 800 МГц; 1800 МГц; 2,1 ГГц; 2,4 - 2,5 ГГц; 2,6 - 2,7 ГГц.
- 3) Битовая скорость:
  - прямой канал (DL) MIMO 2TX×2RX: 100 - 300 Мбит/с;
  - обратный канал (UL): 50 - 172,8 Мбит/с.
- 4) Ширина полосы радиоканала: 1,4 - 20 МГц.
- 5) Радиус ячейки: 5 – 30 км.
- 6) Емкость ячейки (количество обслуживаемых абонентов):
  - более 200 пользователей при полосе 5 МГц;
  - более 400 пользователей при полосе больше 5 МГц.

- 7) Мобильность: скорость перемещения до 250 км/ч.
- 8) Параметры MIMO:
  - прямой канал (DL): 2TX×2RX, 4TX×4RX;
  - обратный канал (UL): 2TX×2RX.
- 9) Значение задержки (latency): 5мс.
- 10) Спектральная эффективность: 5 бит/сек/Гц

Таблица 1.1 - Существующие направления улучшения LTE-Advanced

Релиз 11	Релиз 12
• сочетание большинства частотных диапазонов, определённых для развития LTE-A при агрегации спектра; • дальнейшее увеличение каналов (числа антенн) для MIMO в DL; • внедрение LTE-A в диапазоне 700 МГц (второй цифровой дивидент).	• резкое увеличение пропускной способности сети и спектральной эффективности (достижение границы Шеннона); • использование малых сот для обеспечения работы гипер-уплотнённых сетей; • внедрение 3D MIMO антенн.

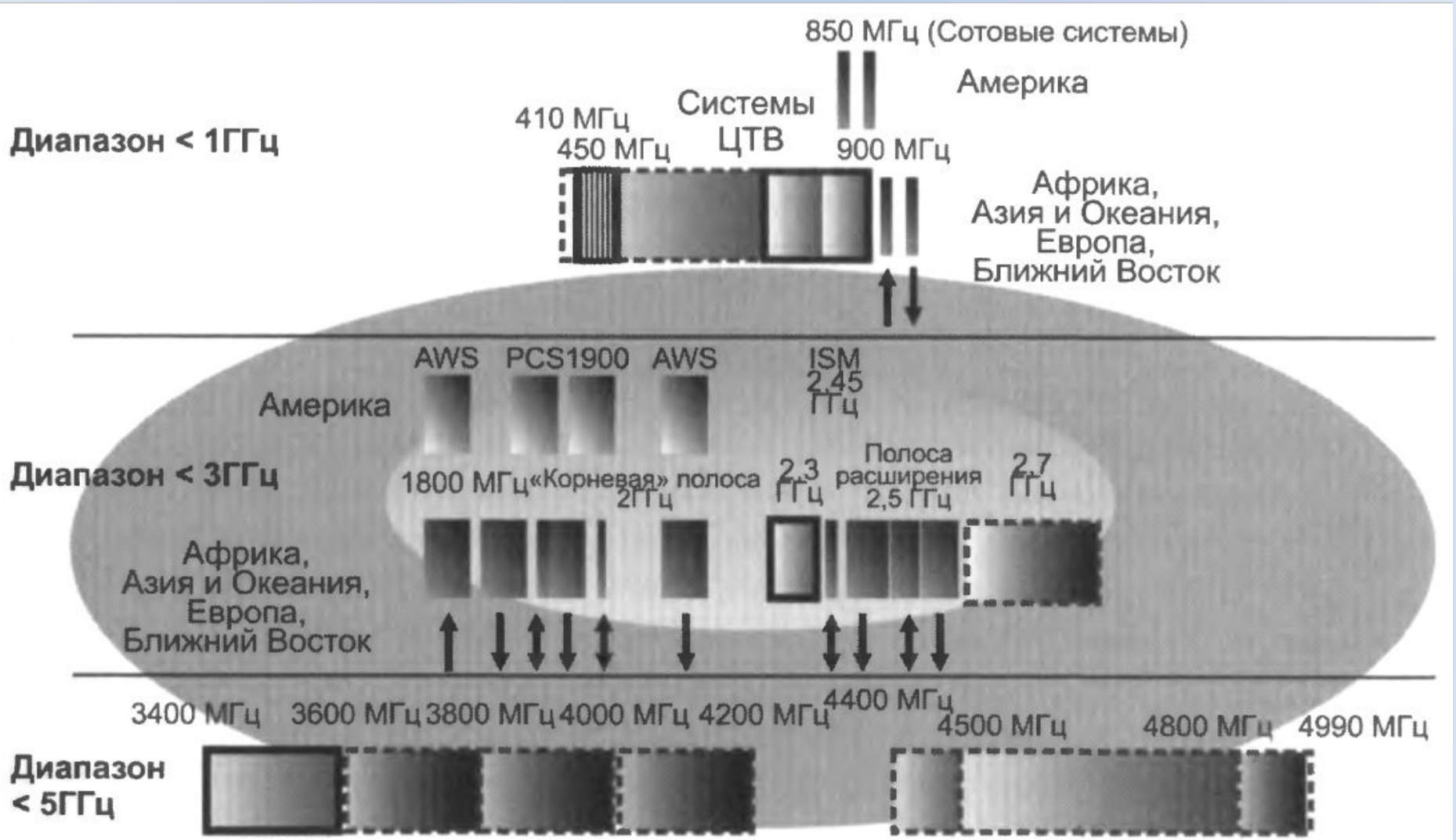
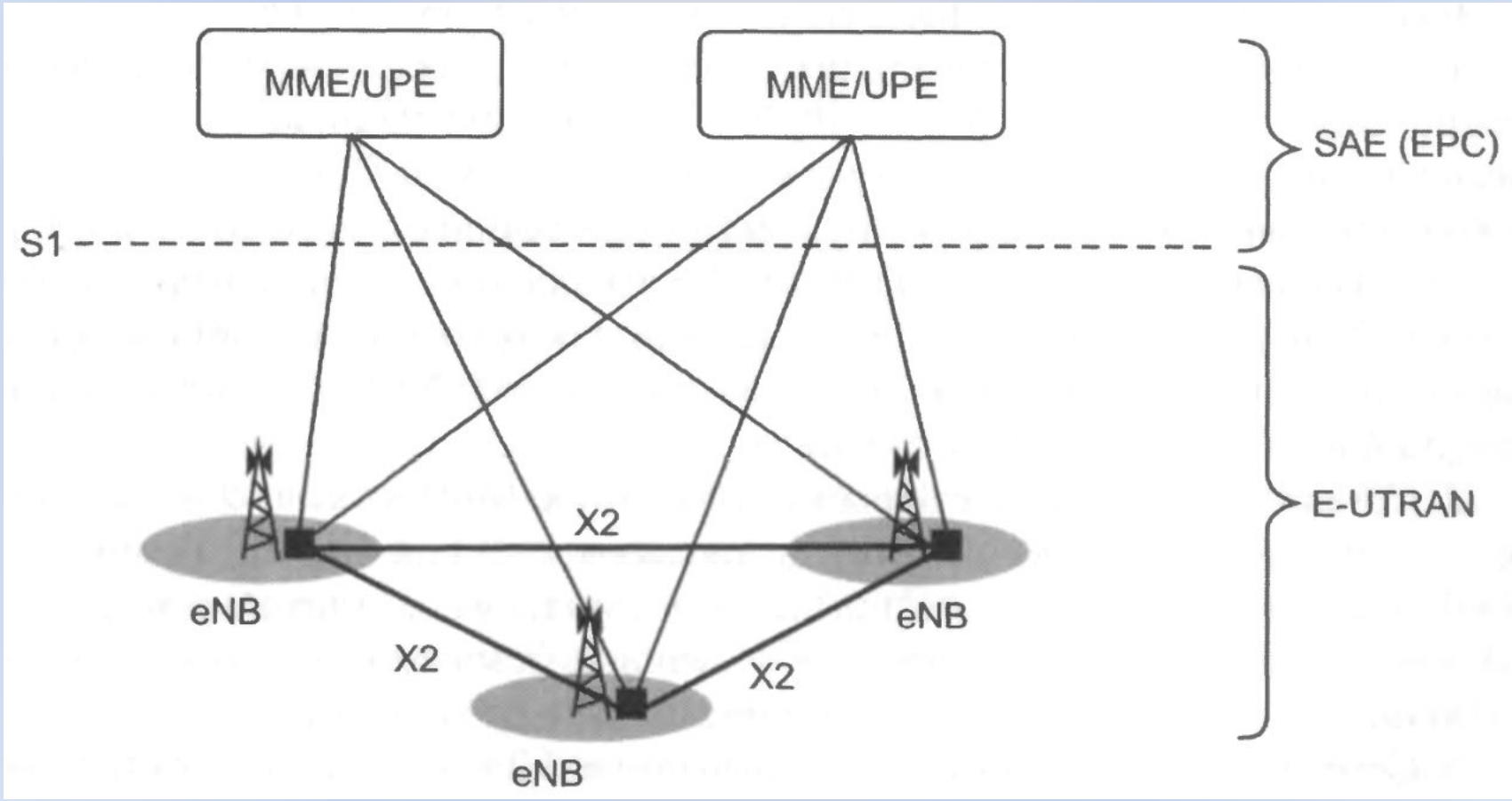


Рис 2.6. Полосы-кандидаты для IMT/LTE, рассмотренные на ВРК-07[5]:

Частотные диапазоны сетей LTE

№	Оператор	Частотный диапазон (UL/DL), МГц	Ширина канала, МГц	Тип дуплекса	Номер в 3GPP
1	**Yota (Мегафон)**	2500-2530 / 2620-2650	30	FDD	Band 7
2	**Мегафон**	2530-2540 / 2650-2660	10	FDD	Band 7
3*	**Мегафон**	2575-2595	20	TDD	Band 38
4	**МТС**	2540-2550 / 2660-2670	10	FDD	Band 7
5*	**МТС**	2595-2615	20	TDD	Band 38
6	**Билайн**	2550-2560 / 2670-2680	10	FDD	Band 7
7	**Ростелеком/Теле2**	2560-2570 / 2680-2690	10	FDD	Band 7
8**	**Ростелеком/Теле2**	832-839.5 / 791-798.5	7.5	FDD	Band 20
9**	**МТС**	839.5-847 / 798.5-806	7.5	FDD	Band 20
10**	**Мегафон**	847-854.5 / 806-813.5	7.5	FDD	Band 20
11**	**Билайн**	854.5-862 / 813.5-821	7.5	FDD	Band 20

Архитектура LTE



Основные функции SAE/LTE

– управление доступом в сеть (Network Access Control);
– маршрутизация и транспортировка пакетов данных (Packet Routing and Transfer);
– управление мобильностью абонентского терминала (Mobility Management);
– обеспечение безопасности (Security);
– управление радиоресурсами сети (Radio Resource Management);
– управление сетью (Network Management);
– выбор функциональных элементов сети;
– функции, связанные с использованием в сети IP-протокола.

MME

- MME – это центральный элемент опорной сети CN (англ. Core Network).
- Его функции - управление и хранение данных пользователя,
- создание временных идентификаторов и их передачу пользовательским устройствам,
- аутентификацию пользователей,
- управление мобильностью и логическими каналами (bearers), а также является оконечной точкой NAS-сигнализации.

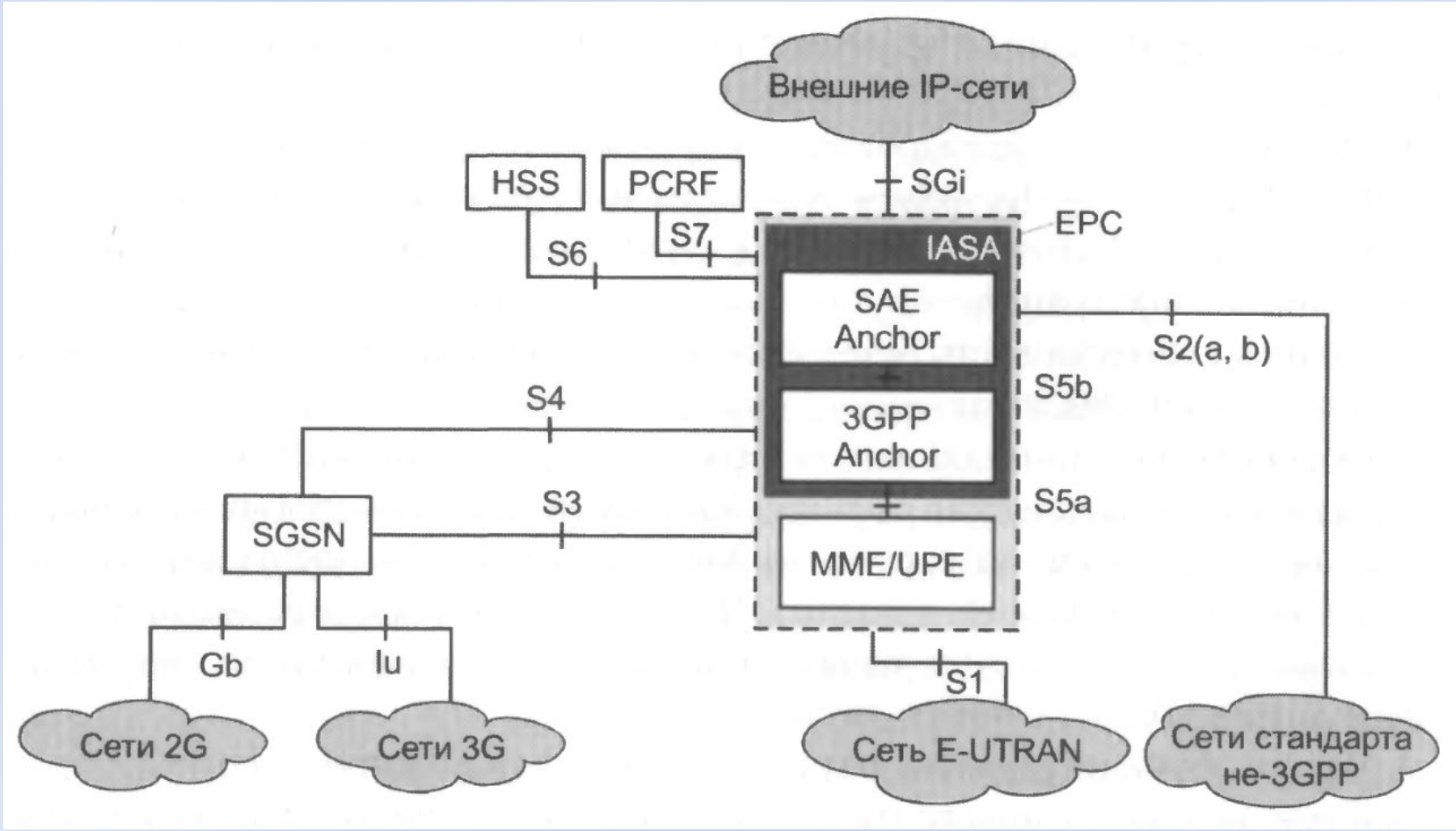
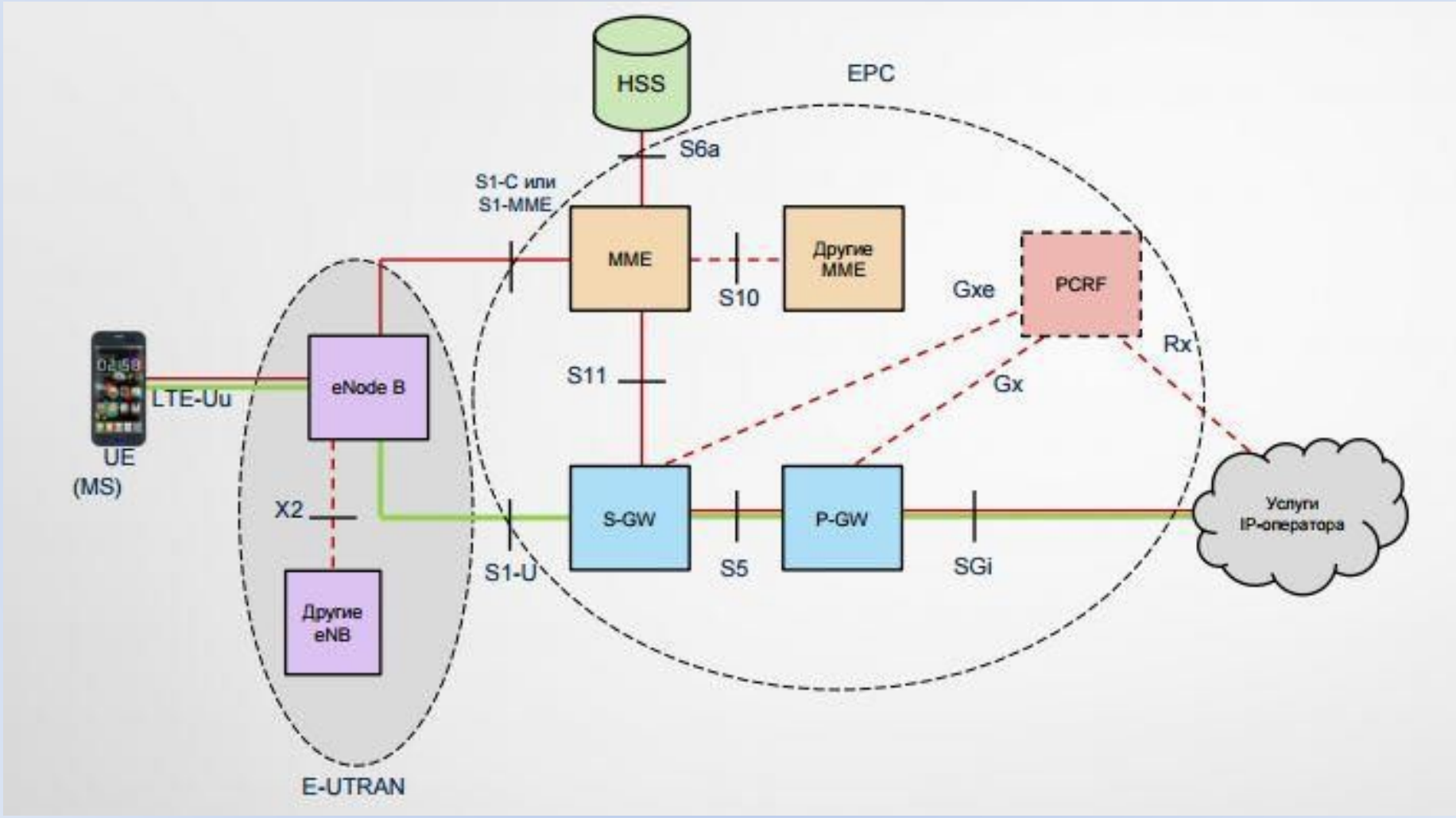
S-GW

- S-GW (англ. Serving Gateway) является шлюзом пользовательского трафика, а так же трафика от 3GPP-сетей доступа 2G, 3G и LTE.
- Весь пользовательский трафик проходит через S-GW, который является опорной точкой (anchor point) при маршрутизации данных, как в случае передвижения пользователя в зоне обслуживания LTE, т.е. при хэндовере между eNB, так и в случае обеспечения мобильности между LTE и другими 3GPP-технологиями доступа, т.е. при выполнении хэндовера от и к 2G/3G-сетей.
- S-GW отвечает за передачу, маршрутизацию и буферизацию нисходящего трафика данных для UEs, который находится в неактивном состоянии в LTE-сети, терминирует передачу нисходящего трафика для пользовательского устройства в состоянии ECM-IDLE (англ. Idle State Mobility Handling), т.е. становится представителем пользователя, находящегося в неактивном состоянии,
- инициирует запрос на обслуживание входящего сеанса связи, когда трафик требуется доставить к неактивному пользовательскому устройству.
- Для задач СОРМ (и не только) именно S-GW дублирует пользовательский трафик в случае его законного перехвата

P-GW

- P-GW является пограничным маршрутизатором пользовательского трафика между EPS и внешними пакетными сетями передачи данных.
- В функции P-GW входят распределение и назначения IP-адресов между пользовательскими устройствами, обеспечивает выполнение правил политики и тарификации PCEF (англ. Policy and Charging Enforcement Function), а именно – управление скоростью (throttling), управление доступом (gating) и фильтрацию пользовательских данных, а также подсчет использования транспортных ресурсов сети (трафика пользователя или длительности сессии).
- При этом пользовательское устройство может иметь несколько одновременных соединений через P-GW со многими внешними сетями.

Эталонная архитектура SAE/LTE



Архитектура сети LTE (TS 23.401, TS 36.300)