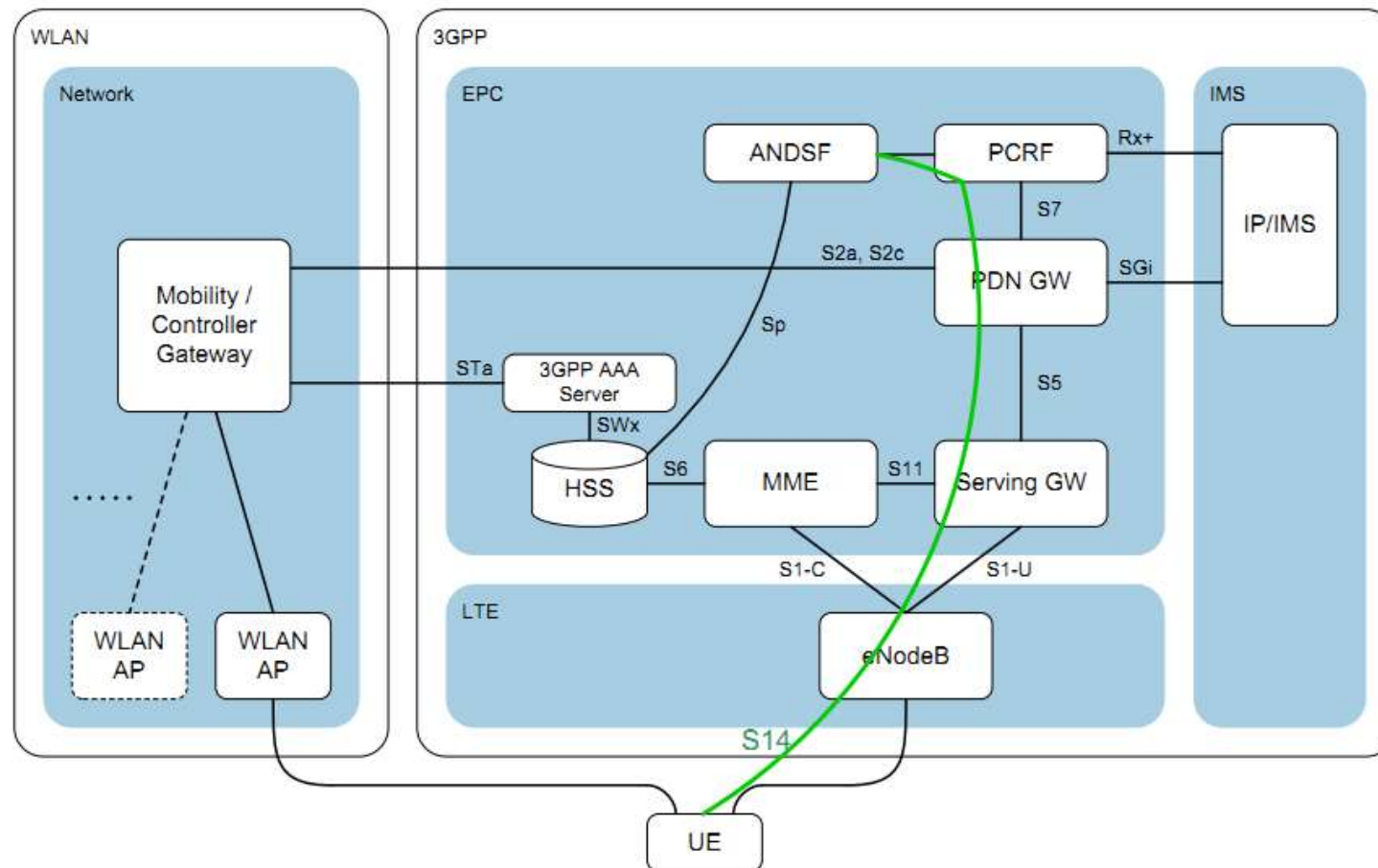


# Интегральные сети LTE/Wi-Fi

Студент гр. РМ-12 Касинский Роман

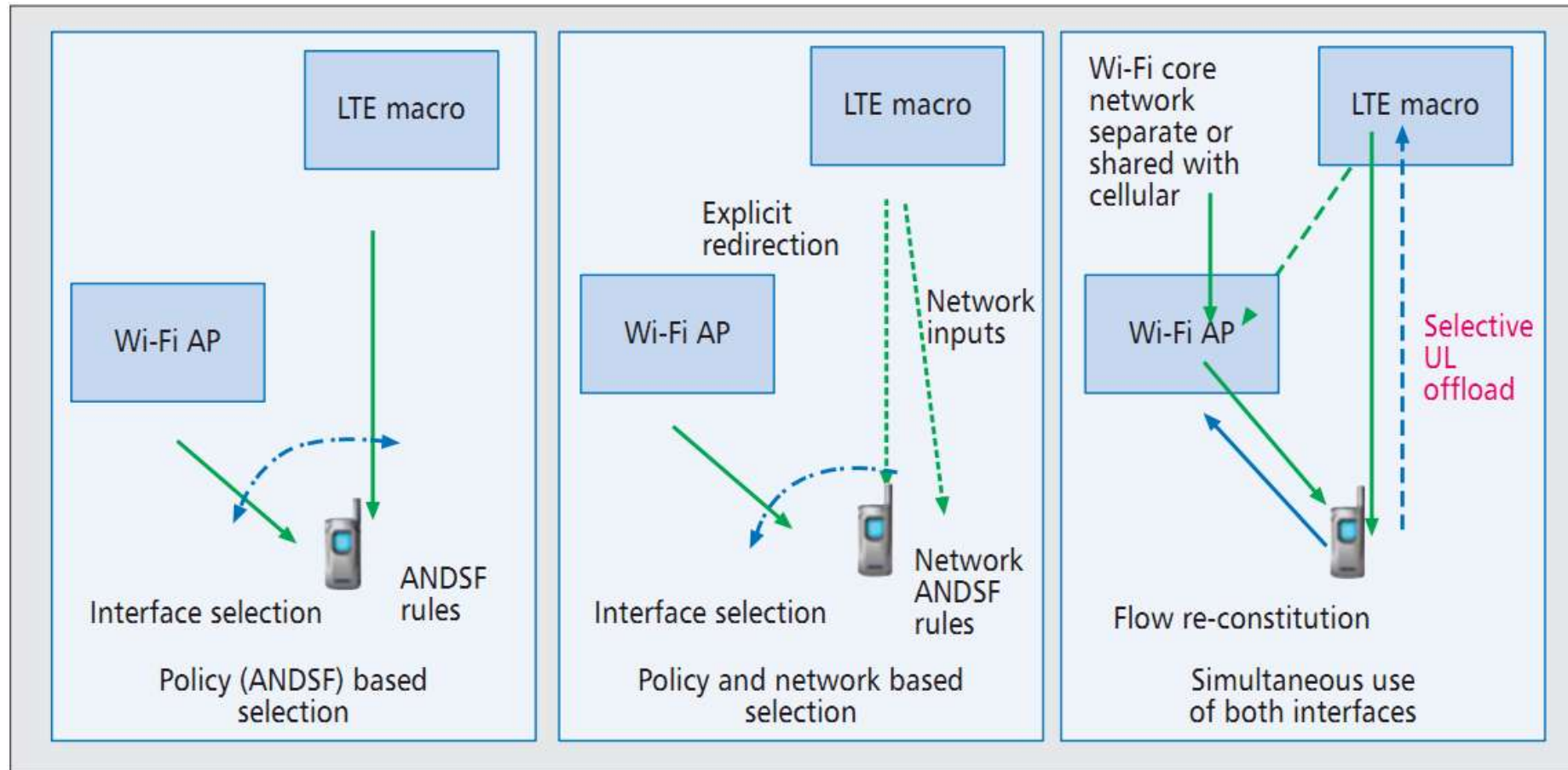
# 1. Взаимодействие LTE и Wi-Fi

До Rel. 12 была предложена структура:



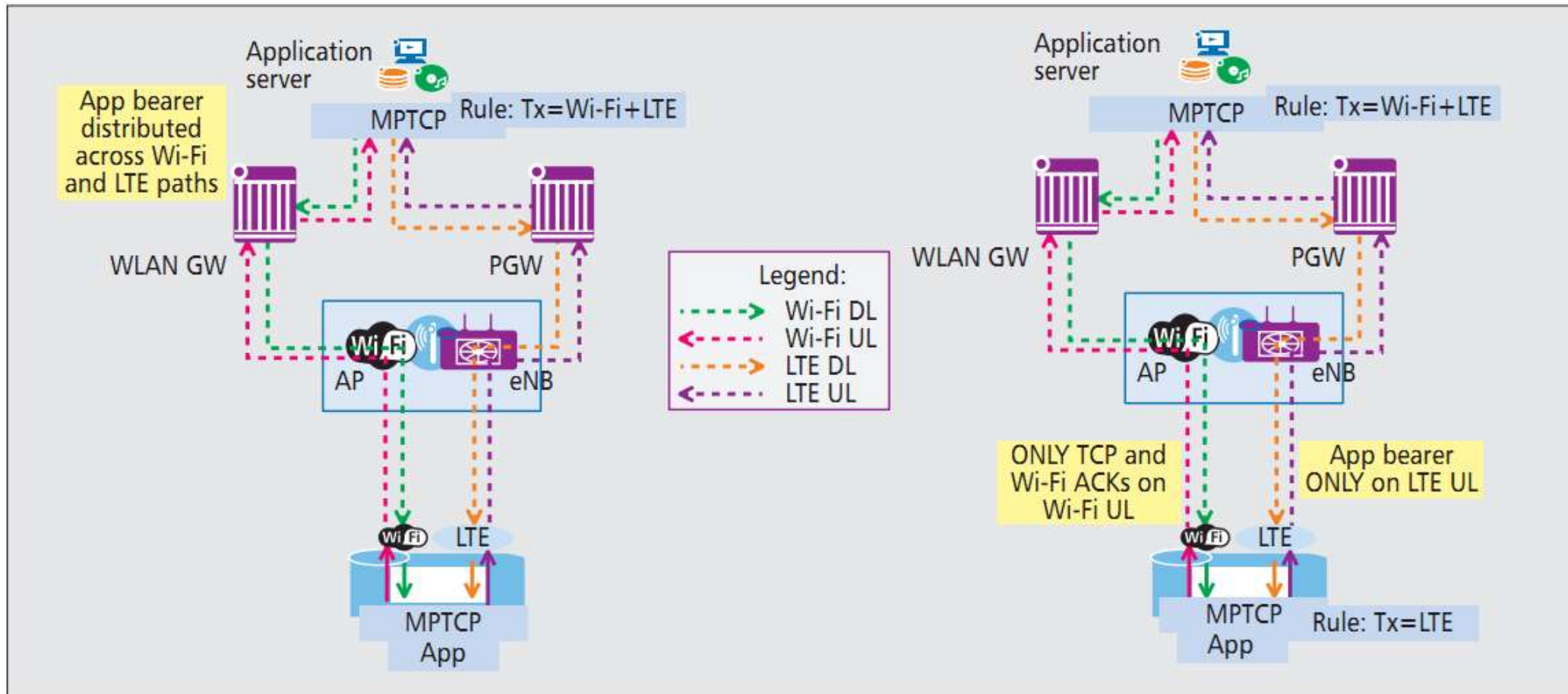
# 1. Взаимодействие LTE и Wi-Fi

## Развитие интеграции LTE и Wi-Fi

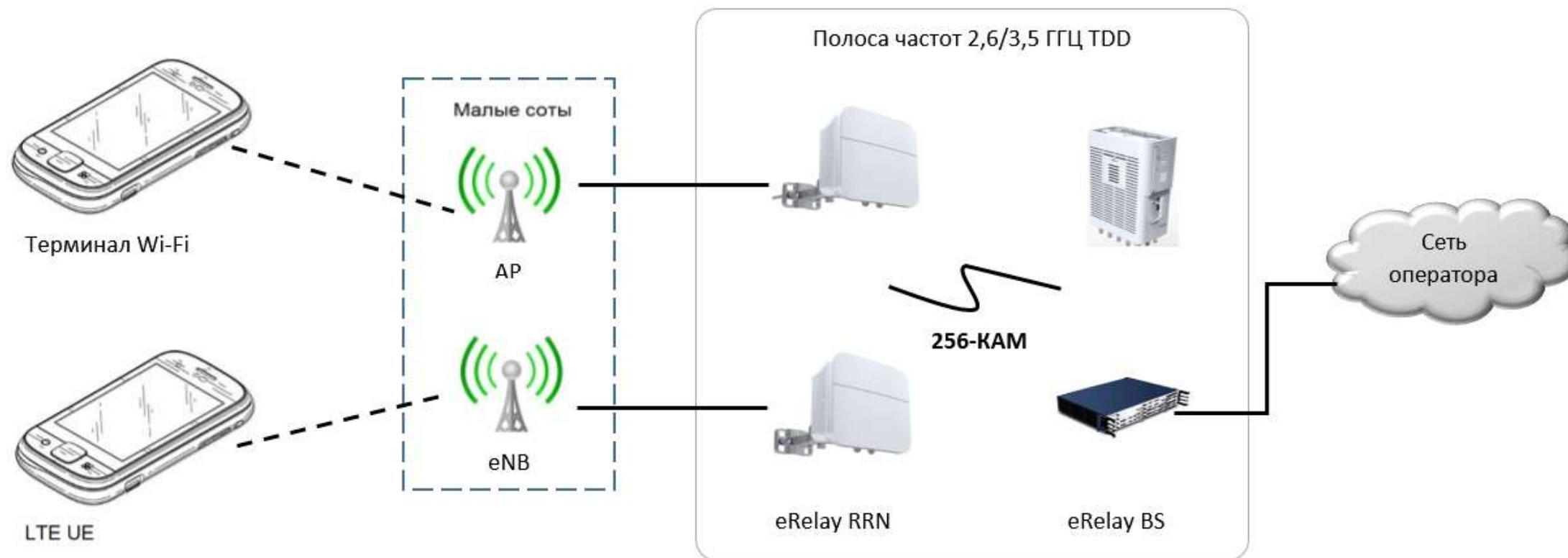


# 1. Взаимодействие LTE и Wi-Fi

В будущем, после Rel. 12, возможно следующее:

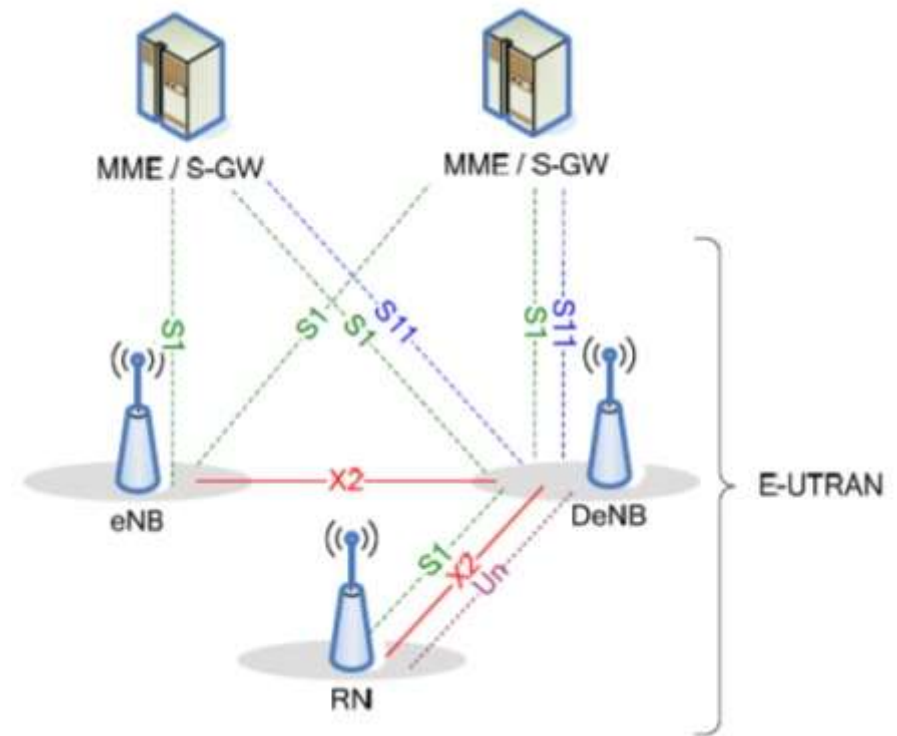


## 2. Реализация интеграции сети – предложение компании Huawei



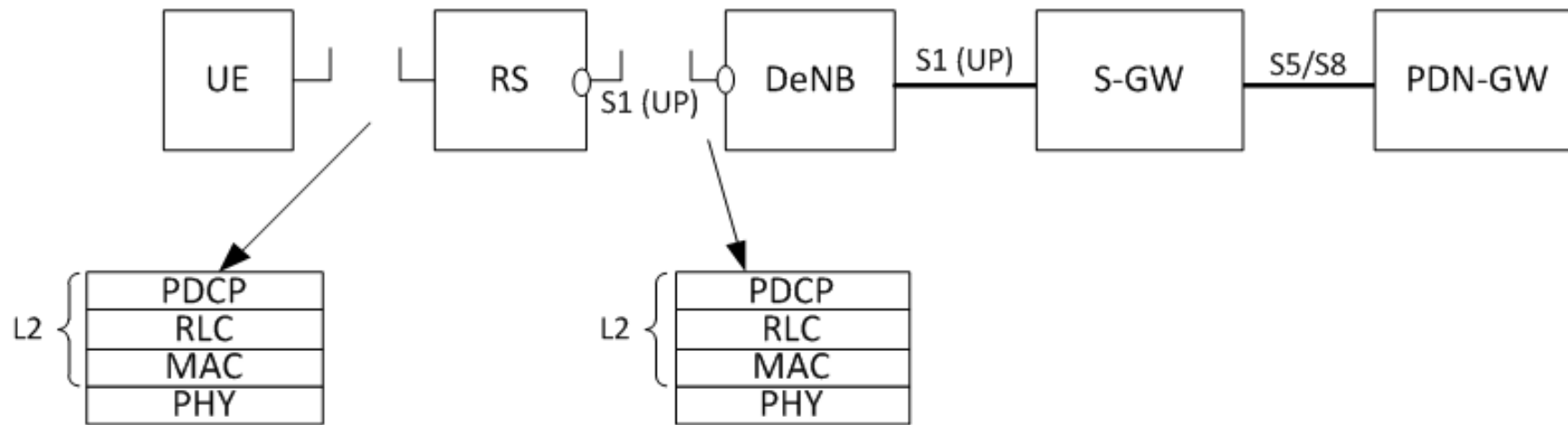
# 3. Использование релейных структур

Интерфейсы в сетях с релейными станциями



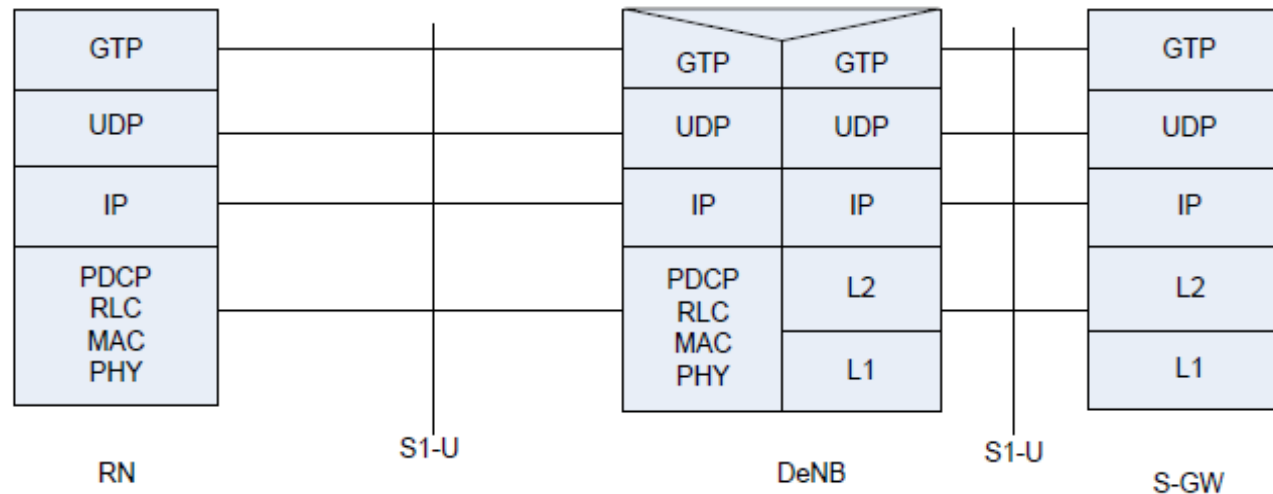
### 3. Использование релейных структур

В пользовательской плоскости организуют следующие сквозные каналы при использовании релейных станций:



# 4. Протокольная структура

Стек протоколов пользовательской плоскости интерфейса S1 для связи с RS. Сквозное туннельное соединение.



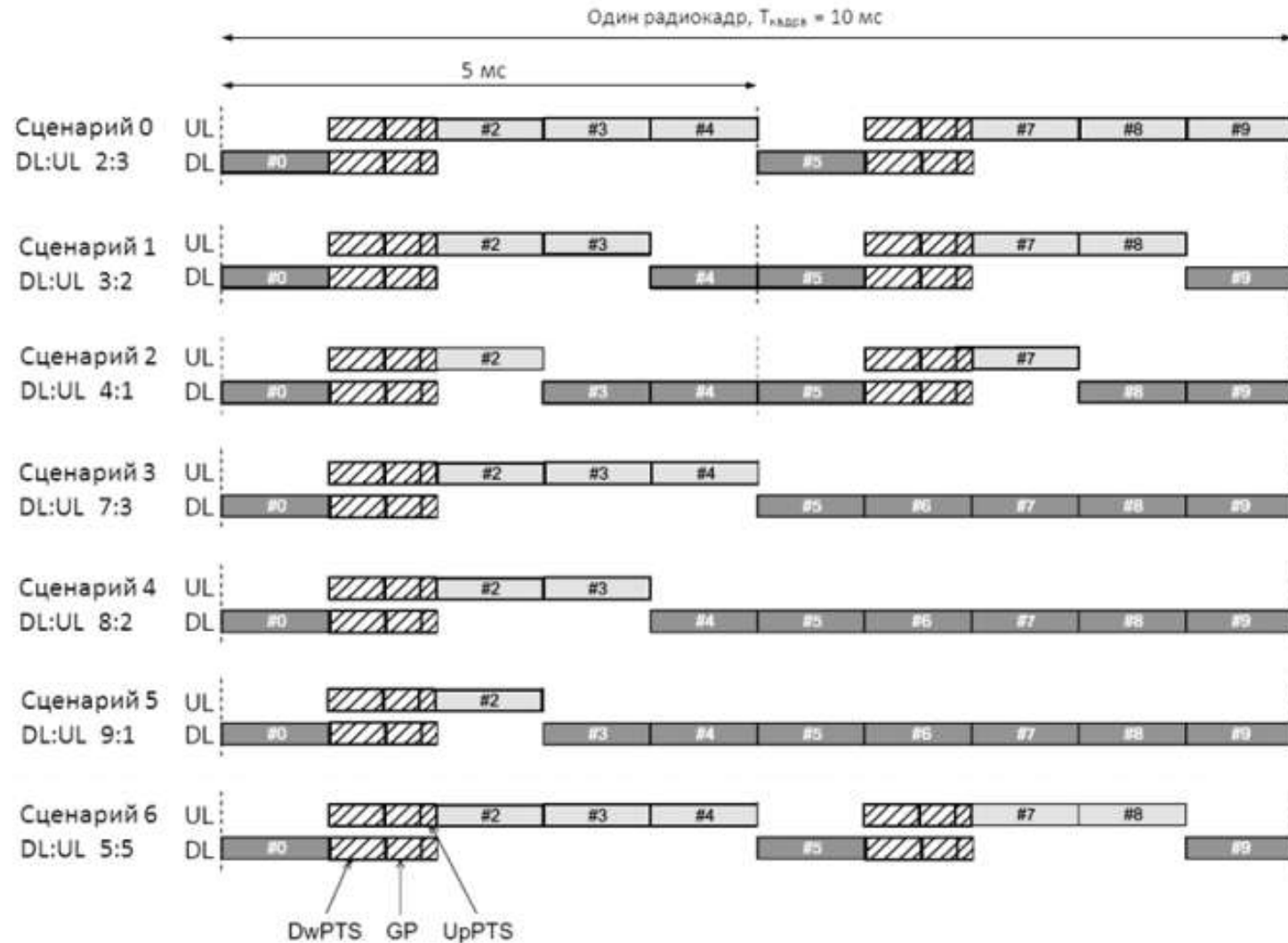
# 5. Новые форматы модуляционно-кодированных схем

Rel. 12:

Индекс CQI	Модуляция	Скорость кодирования	Эффективность
1	4-ФМ	0,076	0,1523
2	4-ФМ	0,188	0,3770
3	4-ФМ	0,438	0,8770
4	16-КАМ	0,369	1,4766
5	16-КАМ	0,479	1,9141
6	16-КАМ	0,602	2,4063
7	64-КАМ	0,455	2,7305
8	64-КАМ	0,554	3,3223
9	64-КАМ	0,650	3,9023
10	64-КАМ	0,754	4,5234
11	64-КАМ	0,853	5,1152
12	256-КАМ	0,694	5,5547
13	256-КАМ	0,778	6,2266
14	256-КАМ	0,864	6,9141
15	256-КАМ	0,926	7,4063

# 6. TDD – варианты использования TDD

Конфигурации  
кадра при  
временном  
дуплексе



# 7. Оценка пропускной способности интегральной сети LTE/Wi-Fi

Для расчета возьмем 2 сценария, наиболее подходящий под современную модель:

6 переданных кадров вниз, 2 кадра вверх, 2 переходных кадра.



## 7. Оценка пропускной способности интегральной сети LTE/Wi-Fi

Соотношение между шириной полосы частот и числом ресурсных блоков:

<b>Полоса, МГц</b>	<b>1.4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>Число поднесущих</b>	72	180	300	600	900	1200
<b>Число ресурсных блоков</b>	6	15	25	50	75	100

Возьмем для примера полосу в 10 МГц. При этом имеется 50 ресурсных блоков.

В условиях прямой видимости можно использовать модуляционно-кодированную схему №14: 256-QAM, скорость кодирования 0,864.

Получается 6,9 бит на символ.

## 7. Оценка пропускной способности интегральной сети LTE/Wi-Fi

При работе двух антенн: из 168 OFDM-символов на пользовательский трафик остается только 130 символов.

Символьная скорость:

$$\frac{130 * 50}{1 * 10^{-3}} = 6,5 \text{ Мсимв/с}$$

Символьная скорость с учетом принятой конфигурации кадра:

$$6,5 * \frac{4}{5} = 5,2 \text{ Мсимв/с}$$

## 7. Оценка пропускной способности интегральной сети LTE/Wi-Fi

При этом на сигнализацию и прочее выделим 10%.

Остается  $\approx 4,7$  Мсимв/с.

Тогда в полосе 10 МГц:

$$6,9 * 4,7 = 33 \text{ Мбит/с}$$

При использовании MIMO 2x2 скорость увеличится в 2 раза, и будет составлять  $\approx 65 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}}$ .

Для сети с такой пропускной способностью реально обслуживание около 600 абонентов в режиме скачивания файлов.

## 7. Оценка пропускной способности интегральной сети LTE/Wi-Fi

При использовании для расчета следующих характеристик:

- Конфигурация кадра 4 к 1
- Полоса 10 МГц
- MIMO 4x4

можно добиться 110 Мбит/с.

При этом берем модуляционно-кодирующую схему №11 с 64-QAM.

В таком случае возможно обслуживание порядка 1000 абонентов.

## 7. Оценка пропускной способности интегральной сети LTE/Wi-Fi

Для более широкой полосы – в 20 МГц, скорости будут следующие:

- при модуляции 256-QAM, без MIMO – около 65 Мбит/с
- при использовании MIMO 2x2 – порядка 130 Мбит/с

При использовании следующих характеристик:

- MIMO 4x4
- модуляция 64-QAM

Скорость может достигать 185 Мбит/с в радиоканале.

В этих условиях сеть может обслужить около 1500 абонентов.

# Интегральные сети LTE/Wi-Fi

Современные тенденции:

1. Неоднородные структуры LTE
2. Широкое распространение Wi-Fi
3. Интеграция Wi-Fi в LTE
4. Развертывание сетей LTE в диапазоне частот Wi-Fi 5 ГГц