

# Первая в мире LTE-R для скоростной железной дороги (250км/ч) в Республике Корея

Июнь 2018 года



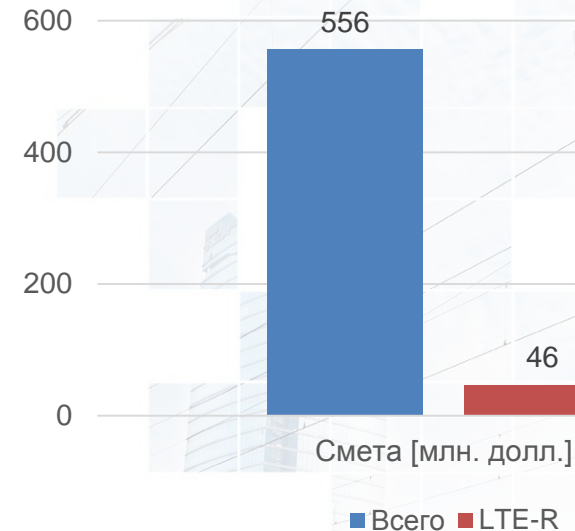
Заместитель Генерального управляющего  
Отдел электронной связи  
Департамент систем радиосвязи  
KRNA(Управление железнодорожной сети Кореи)  
Тел.: +82 42 607 3576 / моб. тел.: +82 10 6485 9701

Управление железнодорожной сети Кореи – государственное учреждение, созданное в январе 2004 года для строительства железных дорог, в том числе инфраструктур скоростных, традиционных и городских железных дорог, и управления ими.

## Сферы деятельности

- **Строительство железных дорог**  
Скоростные железные дороги, традиционные железные дороги, междугородные дороги, дороги с частными инвестициями, транскорейская железная дорога  
Сферы связи, гражданского строительства, железнодорожного полотна, электроснабжения, сигнализации и подвижного состава
- **Управление железнодорожными объектами и стандартами**  
Техническое обслуживание и ремонт скоростных и традиционных железных дорог, совершенствование объектов, стандартизация
- **Управление железнодорожными активами**  
Разработка зданий железнодорожных станций и станционных комплексов, сдача в аренду железнодорожных активов, проекты государственного жилищного строительства
- **Железнодорожные проекты за границей**  
Управление проектами, надзор за проектированием и строительством, технические консультации, проекты с частными инвестициями

## Годовой бюджет



## СОДЕРЖАНИЕ

---

1. LTE-R для скоростной железной дороги (250 км/ч) в Республике Корея
2. Проект LTE-R на скоростной железной дороге (HSR) Вончжу-Каннын
3. Оптимизация LTE-R и результат проверки
4. План на будущее



## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. LTE-R для скоростной железной дороги (250 км/ч) в Республике Корея

A. Базовая информация

B. Основные факторы показателей работы LTE-R

C. Стандартизация

D. Совершенствование системы

2. Проект LTE-R на скоростной железной дороге (HSR) Вончжу-Каннын

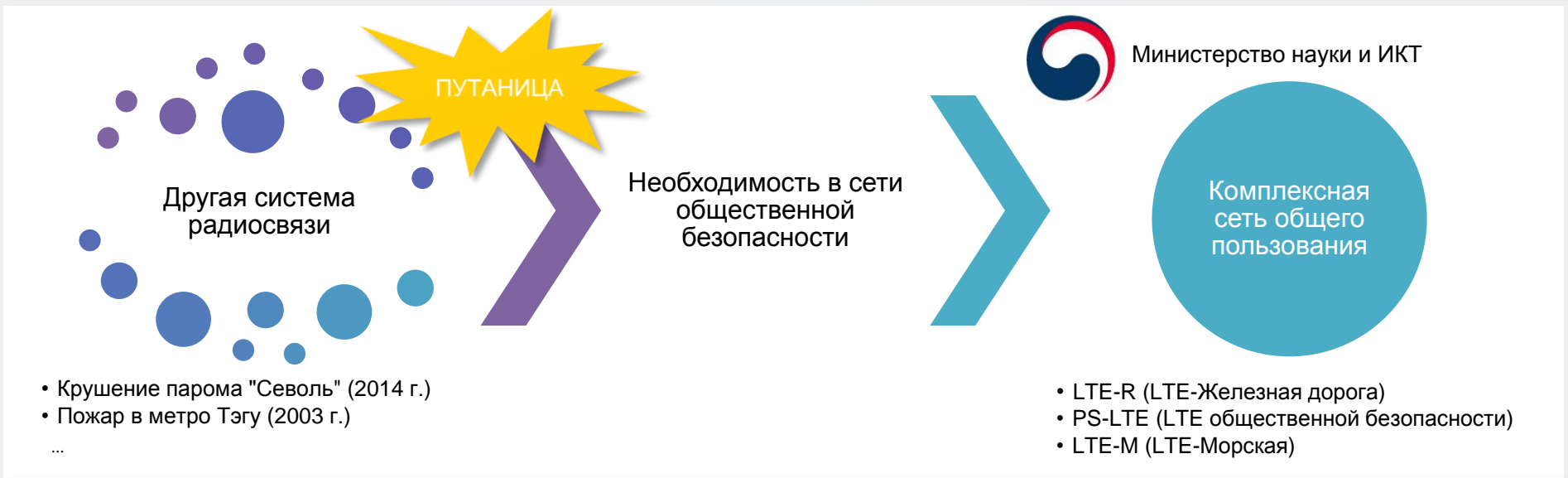
3. Оптимизация LTE-R и результат проверки

4. План на будущее

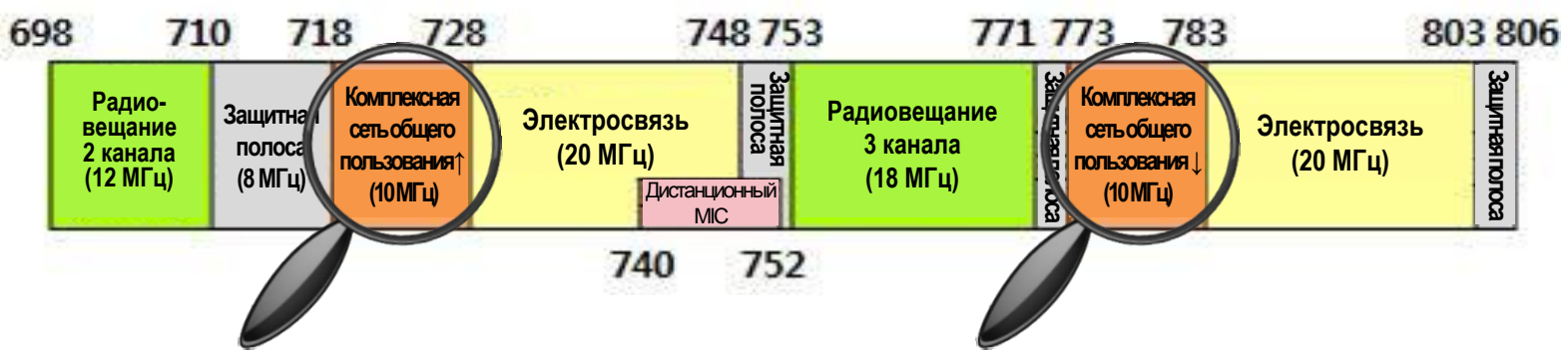




+ Создание комплексной сети общего пользования (2014 г.)



+ Распределение частот диапазона 700 МГц (UL 718–728 МГц, DL 773–783 МГц)





Традиционная железнодорожная система беспроводной связи

ОВЧ (диапазон 150 МГц) и TRS (диапазон 800 МГц)

Железнодорожная линия		Система беспроводной связи		
		ОВЧ	TRS-ASTRO	TRS-TETRA
Традиционная железная дорога <sup>1)</sup>	Весь маршрут	◎		
Скоростная железная дорога Кёнбу	Этап 1	◎	□	
	Этап 2			△
Скоростная железная дорога Хонам	Осон~Кванджу			△
Сеульская столичная скоростная железная дорога	Сосо~Пентхек			△

※ В поезде на линии Кёнбу имеется оборудование, и каждый экипаж имеет три различных мобильных устройства.

▣ ОВЧ (традиционная линия)



▣ TRS (скоростная линия)

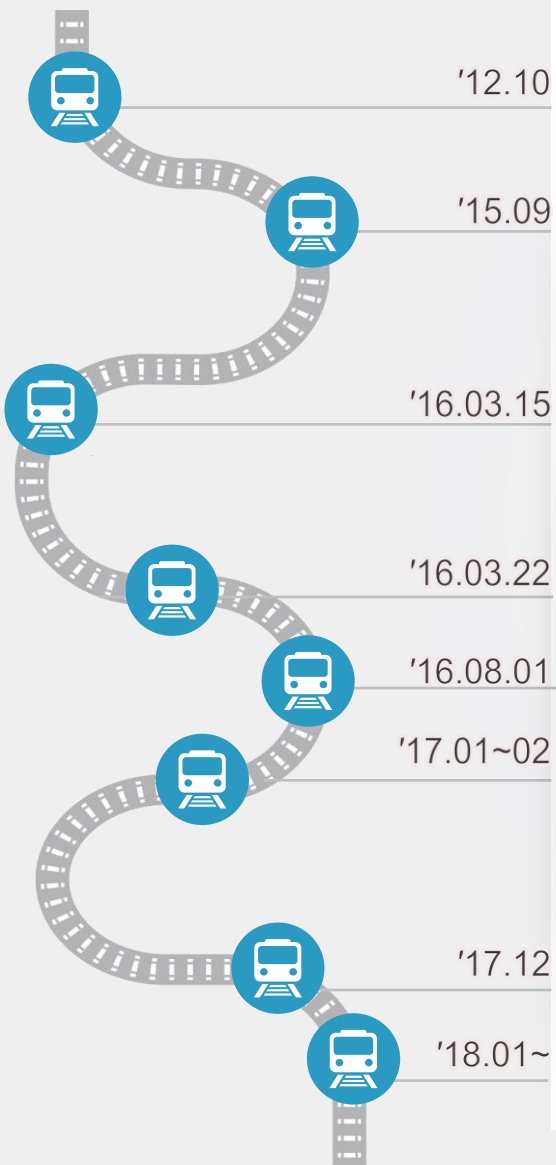


Развитие системы беспроводной связи

LTE-R (диапазон 700 МГц)

- Система железнодорожной беспроводной связи для эксплуатации и технического обслуживания поездов
- Поддерживает специальные железнодорожные беспроводные услуги (передачу голоса, видео, больших данных) между поездами и станциями на базе технологии 4G LTE
- Первая LTE-R на скоростной железной дороге установлена на линии Вончжу-Каннын





**План внедрения интеллектуальной транспортной системы (IRIS) (MOLIT)**

Применение технологии LTE-R для услуг высокотехнологичных железных дорог от Сеула до Пхёнчхана

**Вводный план системы LTE-R (KRNA → MOLIT)**

Предложение проекта LTE-R на линии Вончжу-Каннын на основании IRIS(MOLIT) и планов перераспределения частот (MSIT)

→ '15.11 Объявление о плане обработки для системы LTE-R (MOLIT → KRNA)

**Отчет о подтверждении данных и 3 внутренних стандартах для внедрения LTE-R (KRNA → MOLIT)**

Подтверждение 23 испытательных пунктов на испытательном стенде на линии KTX Хонам (34 км, Иксан~Чонып) /  
Введение трех стандартов LTE-R для традиционных и скоростных железных дорог с ТТА

**Вводный план проекта LTE-R на линии Вончжу~Каннын (MOLIT → KRNA)**

Заключение контракта на проект LTE-R на скоростной железной дороге Вончжу~Каннын

**Поправки к указу о вступлении в силу Закона о радиоволнах и уведомления о нумерации электросвязи (MSIT)**

Ввод нового фактора услуг для уменьшения сбора за использование спектра для LTE-R /  
Поправки к правилам по электросвязи, пунктам сигнализации и номерам подвижной телефонной связи

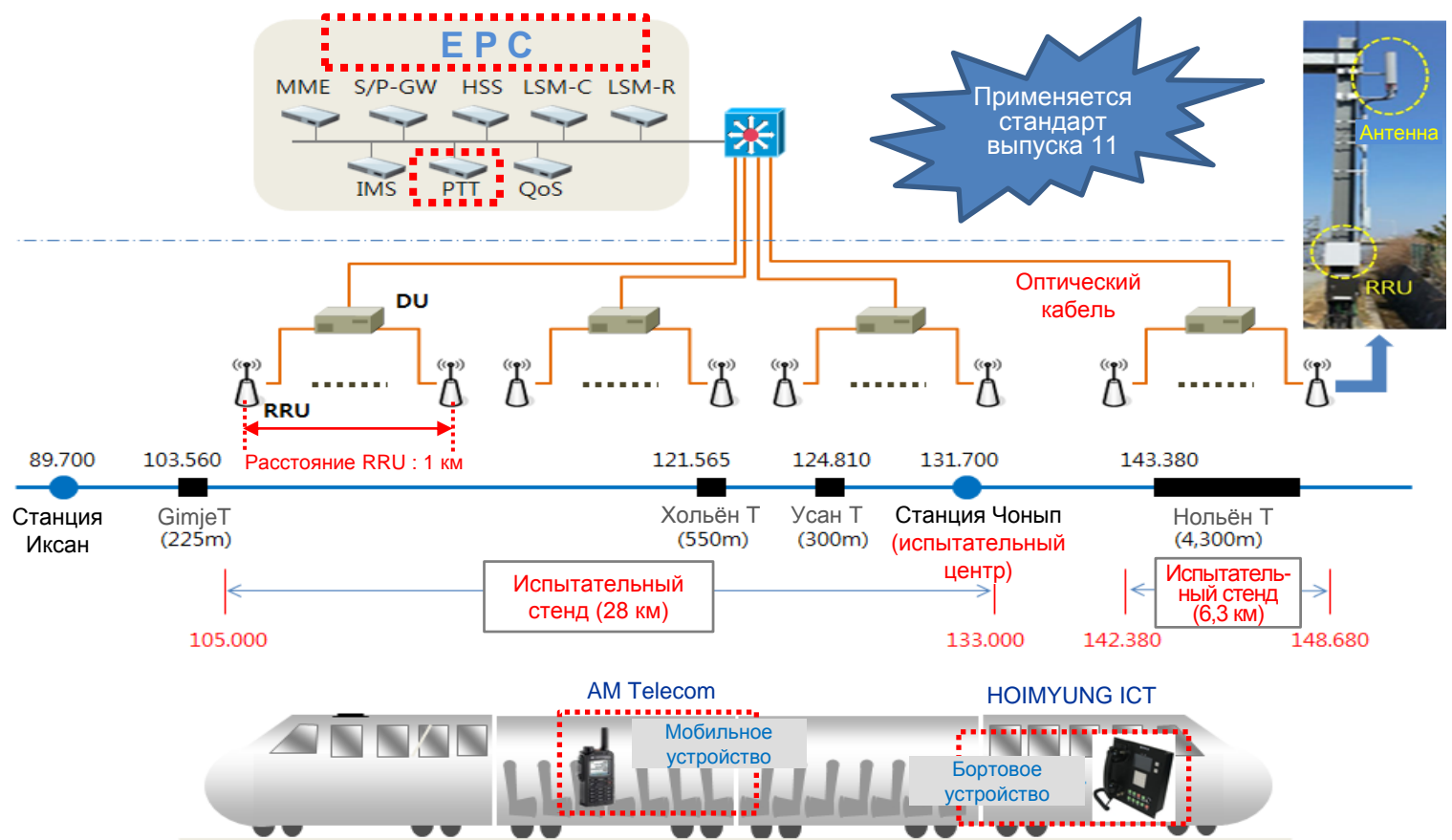
**Открытие скоростной железной дороги Вончжу-Каннын**

**Распространение на всю страну (будет завершено в 2027 г.)**

\*MOLIT: Министерство земли, инфраструктуры и транспорта/ KRNA: Управление железнодорожной сети Кореи / MSIT: Министерство науки и ИКТ



<p>Название проекта</p>	<p><b>Подготовка испытания показателей работы LTE-R и подтверждение данных</b>          Национальный проект НИОКР "Создание наземной инфраструктуры для железнодорожной сети беспроводной связи на базе LTE (LTE-R)"</p>
<p>Зона испытания</p>	<p><b>Иксан~Чонып (34,3 км) на скоростной линии Хонам</b> (включая туннель Нольён 4,3 км)</p>
<p>Конфигурация испытательного стенда</p>	<p></p>







Результат

Данные подтверждения и результат испытаний (23 пункта)

Подтверждаемые данные	Результат испытаний	Критерии	Подтверждаемые данные	Результат испытаний	Критерии
1 Правильность архитектуры сети LTE-R	На базе стандартов LTE 3GPP проект эффективной сети с минимальным оборудованием ※ Осн. : 3GPP TS23.228 "IP multimedia subsystem(IMS)", 3GPP TS23.401 "GPRS for E-UTRAN Access"		13 Задержка передачи данных	PASS (28 мс)	≤ 600 мс
2 Избыточность основного оборудования	Избыточность покрытия EPC/DU/RRU для стабильности сети LTE-R		14 Коэффициент постоянной потери пакетов	PASS (0 с)	≤ 5 с
3 Расстояние RRU (туннель, открытое пространство)	Туннель: 1 км Открытое пространство: 1 км	Избыточность покрытия	15 Требования к бортовому устройству	Мобильность устройства, качество вызова, частный/групповой/аварийный вызов, нахождение устройства, голосовые вызовы, прослушивание окружающей среды и т. п.	
4 Передача DU	PASS (100%)	≥ 99% (※ 2T8R)	16 Прототип бортового устройства	Производство прототипа завершено	
5 Передача RRU	PASS (100%)	≥ 99% (※ 2T8R)	17 Качество вызова бортового устройства	PASS (DAQ 4.0)	≥ DAQ 4.0
6 Напряженность поля (выход RRU)	PASS (46,62 дБм)	46 дБм	18 Требования к мобильному устройству	Время установления вызова, коэффициент успешного соединения вызова, коэффициент прерванных длительных соединений, частный/групповой/аварийный вызов, местонахождение устройства, качество вызова, видеовызовы и т. п.	
7 Покрытие	PASS (98,8%)	≥ 98% (≥ RSRP -110 дБм)	19 Прототип мобильного устройства	Производство прототипа завершено	
8 Время установления вызова	PASS (100%) PASS (100%) PASS (100%)	Аварийный : ≤ 2 с 100% Групповой: ≤ 2,5 с 100% Другие' : ≤ 5 с 100% ※ Другие: голосовые/видеовызовы, за искл. аварийных/групповых, внешняя КТСОП не учитывается	20 Качество вызова мобильного устройства	PASS (DAQ 4.0)	≥ DAQ 4.0
9 Коэффициент успешной передачи	PASS (100%) PASS (100%)	Открытое пространство: ≥ 99% Туннель: ≥ 99%	21 Требования к контролю QoS	Общие стандарты: 3GPP TS 23.107, TS 23.203, TS 23.207 Стандарт интерфейса Gx: 3GPP TS 29.210 Стандарт интерфейса Rx: 3GPP TS 29.214	
10 Коэффициент успешного соединения вызова	PASS (100%)	≥ 99%	22 Прототип контроля QoS	Производство прототипа завершено (※ LTE-R : PCRF и eNB поддерживают контроль QoS)	
11 Коэффициент прерванных длительных соединений	PASS (нет)	≤ 0,01 раз/час.	23 Время присоединения к сети LTE-R	PASS (414 мс)	≤ 500 мс
12 Коэффициент успешной передачи данных	PASS (100%)	≥ 99%	※Источник критериев - № 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 20: TTAК.KO-06.0369 "Functional requirements for LTE based railway communication" TTAК.KO-06.0370 "User requirements for LTE based railway communication" - № 6: 3GPP TS36.101 "E-UTRA; User Equipment (UE) radio transmission and reception" - № 7: 3GPP TS36.304 "E-UTRA; User Equipment procedures in idle mode" - № 13, 14, 20, 23: LTE-R national R&D project, Stage 1 "Final report on standardization and performance test of radio-based train control system" - № 17: Honam high-speed rail railway wireless system standard DAQ 4.0		



- + Оживление железнодорожного бизнеса
  - Планирование общенациональных проектов LTE-R
  - Поправка к [Правилам проектирования железных дорог] для LTE-R (Уведомление № 2017-460 MOLIT, 2017.7.4)



- + Внутренние стандарты ТТА для железнодорожной системы связи на базе LTE
  - **ТТАК.КО-06.0369**: Функциональные требования ('14.10.13)
  - **ТТАК.КО-06.0370**: Требования к пользователю ('14.10.13)
  - **ТТАК.КО-06.0437**: Системные требования ('16.12.27)
  - **ТТАК.КО-06.0438**: Системная архитектура ('16.12.27)
  - **ТТАК.КО-06.0458**: Спецификация испытания характеристик ('17.12.13)

- + Международная стандартизация 3GPP
  - MCPTT Rel.13 & Стандартизация LTE-R на базе IMS





## + Решение проблемы частотных помех

Совместное использование диапазона частот 700 МГц для комплексной общедоступной сети (LTE-R, PS-LTE, LTE-M)



### Проблема

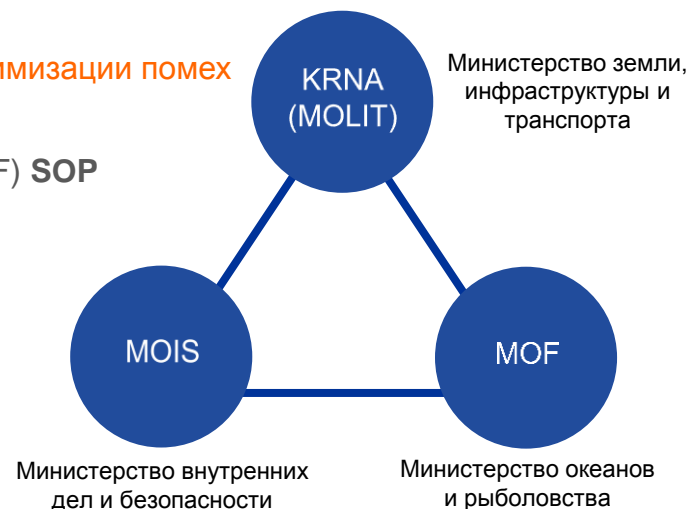
Частотные помехи между LTE-R, PS-LTE и LTE-M

- Частотные помехи между комплексными сетями общего пользования, использующими диапазон 700 МГц.

### Решение

SOP (стандартная эксплуатационная процедура) для оптимизации помех

- Установленная соответствующими учреждениями (MOLIT, MOIS, MOF) SOP
- Применение совместного использования сети радиодоступа (RAN) комплексными сетями общего пользования
- Установление правил распределения ресурсов и стандартной процедуры взаимодействия





## Поправка

## Техническое регулирование радиооборудования для частот комплексных сетей общего пользования

Оборудование	Класс	Условие
Общее условие	Режим связи – направление станции подвижной связи	OFDMA
	Режим связи – направление базовой станции	SC-FDMA
	Занятая полоса пропускания	$\leq 10$ МГц
	Тип радиоволн	Одна из G7D, D7D, D7W, G7W, W7W (※ LTE-R : G7W, D7W)
Передача базовой станции	Мощность антенны	Ниже 80 Вт
	Допустимое отклонение по частоте	$\pm$ (назначенная частота $\times 5 \times 10^{-8} + 12$ Гц)
	Нежелательное излучение	Средняя мощность частотного разрешения зависит от разности частот
	Мощность утечки соседнего канала	$\leq 44,2$ дБ, чем средняя мощность основной частоты
Прием базовой станции	Побочное излучение	$\leq -57$ дБм
	Избирательность по соседнему каналу	$\geq 76$ дБ от 698 МГц до 710 МГц
Передача станции подвижной связи	Мощность антенны	$\leq 2$ Вт ( $\leq 200$ мВт для мобильного устройства)
	Допустимое отклонение по частоте	$\pm$ (назначенная частота $\times 10^{-7} + 15$ Гц)
	Нежелательное излучение	Средняя мощность частотного разрешения зависит от разности частот
	Мощность утечки соседнего канала	$\leq 29,2$ дБ, чем средняя мощность основной частоты
Прием станции подвижной связи	Побочное излучение	$\leq -57$ дБм
	Избирательность по соседнему каналу	$\geq 53$ дБ от 753 МГц до 771 МГц



## + Поправка к подробным правилам управления номером электросвязи

(Уведомление № 2017-12 MSIT, 2017.02.06)

### Распределение номеров LTE-R

#### ID PLMN

#### Распределение идентификационного номера сети электросвязи

- ID PLMN (сухопутной подвижной сети общего пользования) = Код страны в системе подвижной связи + Код сети подвижной связи

Ранее

LTE-R (железная дорога): 4 5 0 3 3

Республика Корея

LTE-R (железная дорога)

Код страны в системе подвижной связи (MCC)	Код сети подвижной связи (MNC)	
450 (Республика Корея)	30	PS-LTE
	31	LTE-R (метро)
	32	LTE-M
	33	LTE-R (железная дорога)

#### Номер телефона

#### Распределение идентификационного номера и телефонного кода

- Номер телефона = № ID сети + телефонный код + № абонента

Ранее

LTE-R (железная дорога): 0 1 3 - 5 7 0 0 - \* \* \* \*

Комплексная сеть общего пользования

LTE-R  
(железная дорога)

№ абонента

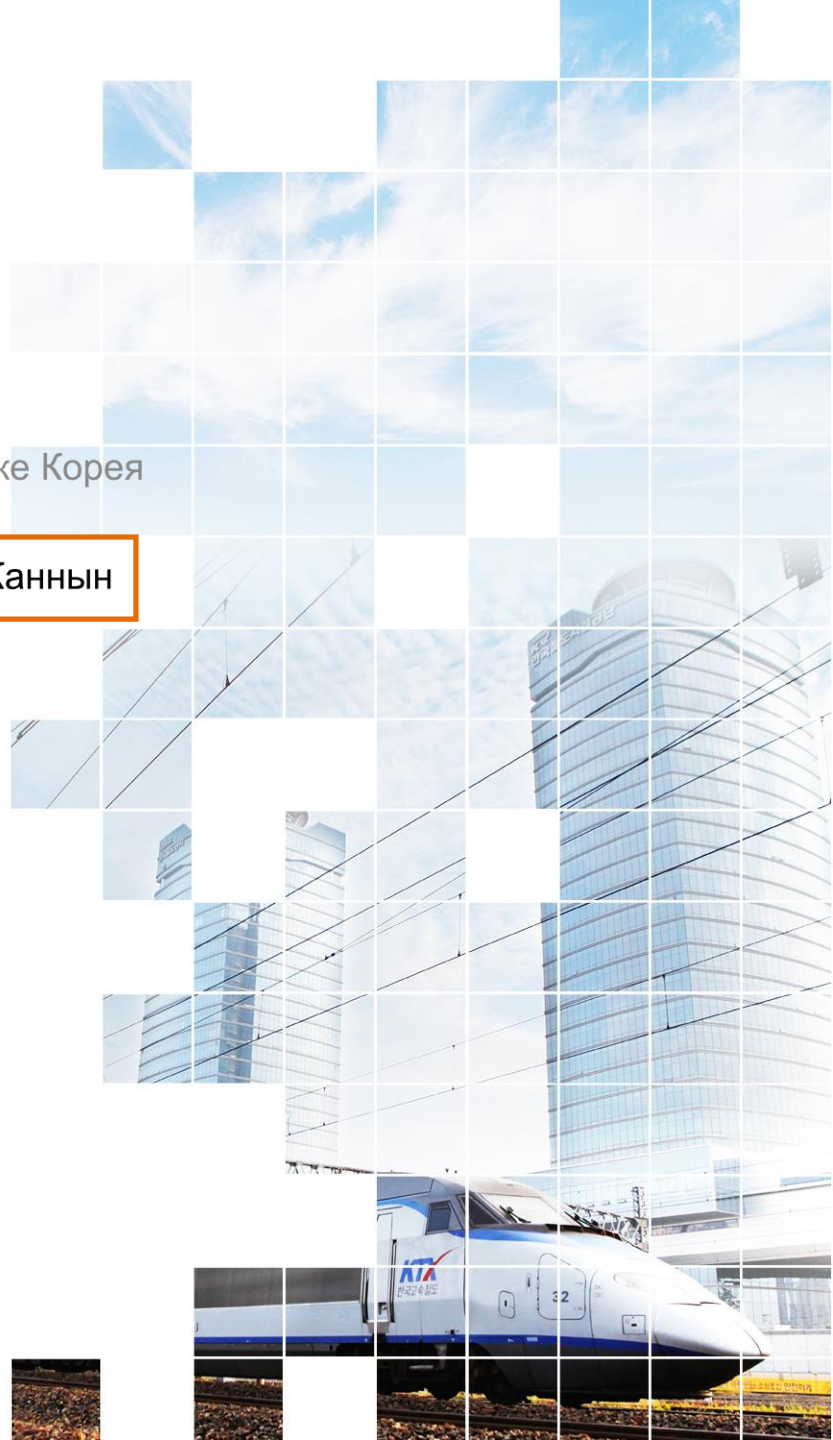
Идентификационный номер (013Y)		Телефонный код	Услуга	Число ресурсов	
013	5	200 ~ 399	PS-LTE	2 млн.	
		500 ~ 599	LTE-M (морская)	1 млн.	
		700 ~ 799	LTE-R	железная дорога	1 млн.
		800 ~ 899		метро	1 млн.



## СОДЕРЖАНИЕ

---

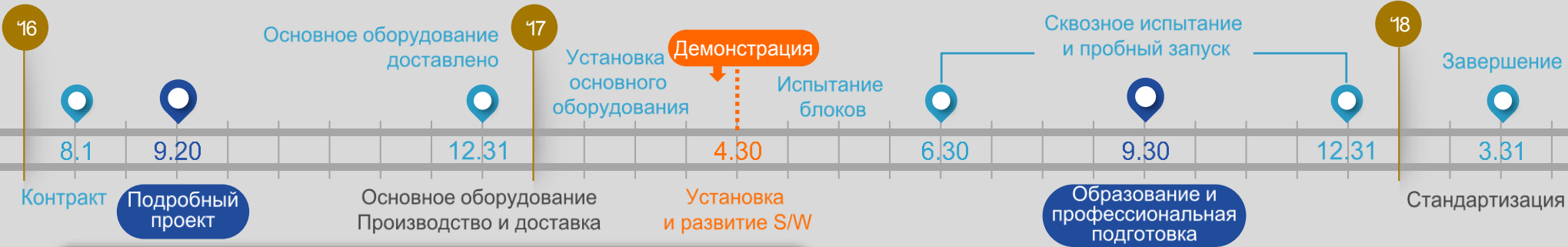
1. LTE-R для скоростной железной дороги (250 км/ч) в Республике Корея
2. Проект LTE-R на скоростной железной дороге (HSR) Вончжу-Каннын
  - A. Обзор проекта
  - B. Диаграмма системы
  - C. Системные требования
3. Оптимизация LTE-R и результат проверки
4. План на будущее



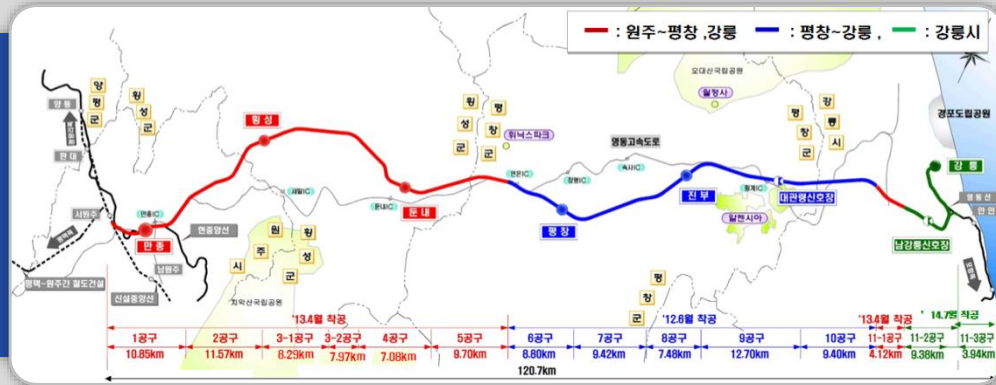
А. Обзор проекта



Название	Период	Стоимость	Подрядчик
Проект LTE-R на линии Вончжу-Каннын	2016.08.01 ~ 2018.03.31 (20 месяцев)	Около 39 млрд. вон (включая НДС) 36 млн. долл.	 KRTnet Corporation 현대정보기술 쌍용정보통신 Поставщик SAMSUNG NOKIA



Содержание



- ☑ Избыточность и дублирование оборудования в Центре контроля железнодорожного движения (Гуно) и Субцентре контроля (Тхэчон)
- ☑ Вончжу ~ Каннын 120 км (туннель 68%, мост, земляные работы), 7 станций и 234 единицы подъемного оборудования
- ☑ 545 мобильных устройства (типа смартфона и типа РТТ)





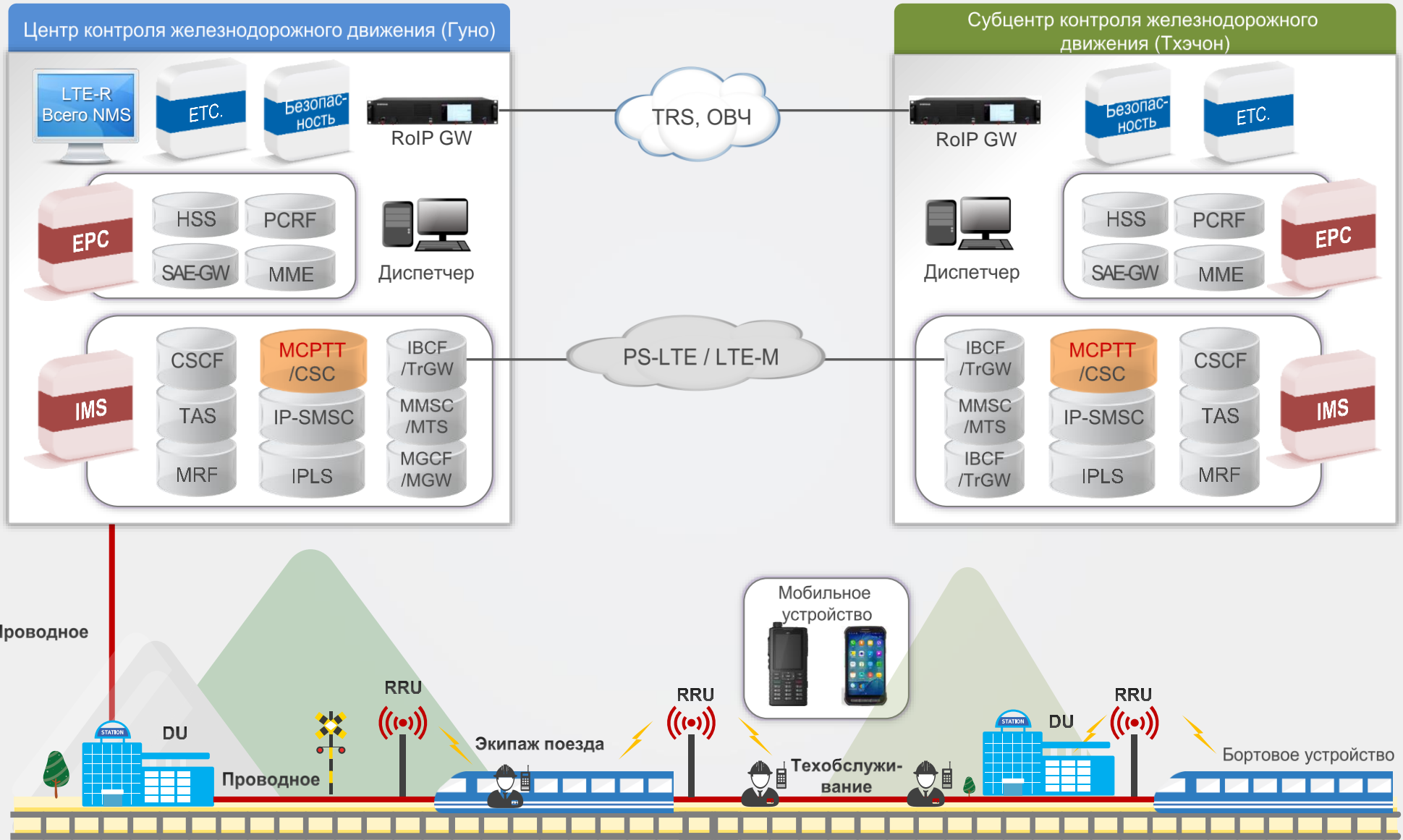
+ Основные производители

EPC	MME, SAE-GW, PCRF, HSS			Командный сервер		
	CSCF, AS, MCPTT		Samsung Electronics	Диспетчер		
IMS	MGCF			Оборудование доступа (DU, RRU)		
	MGW					
	MRF		NOKIA			NOKIA
	IBCF, TrGW					
			Мобильное устройство (типа смартфона/ PTT)			
		ELUON	Бортовой блок			

\* DU: цифровой блок / RRU: выносной радиоблок



В. Системная диаграмма

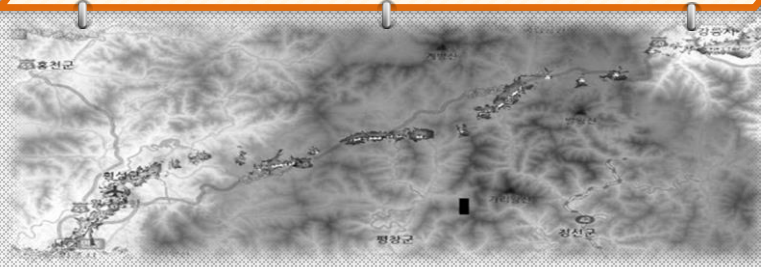


С. Системные требования

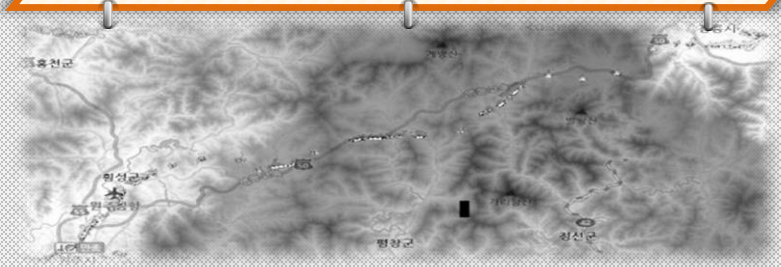


1. Покрытие

Покрытие мобильного устройства ( $\geq$  RSRP -110 дБм 98%)



Покрытие бортового устройства ( $\geq$  RSRP -95 дБм 95%)



2. Пропускная способность

Требования к пропускной способности LTE-R

Трафик на линии вниз	4 132 кбит/с
Трафик на линии вверх	10 142 кбит/с

▶▶ Задержка передачи данных  
: меньше или равна **300 мс**

[Заключительный отчет по системы контроля радиофицированных поездов стандартизации и испытанию показателей (2014 г., KAIA)]  
\*KAIA: Корейское агентство совершенствования технологии инфраструктуры

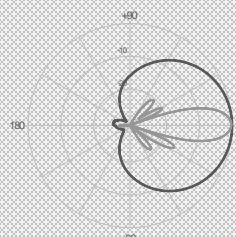
Учитывая требования к услуге передачи данных по LTE-R, следует удовлетворять требования к пропускной способности слева

▶▶ Коэффициент успешной передачи данных  
: больше или равен **99%**

3. MIMO

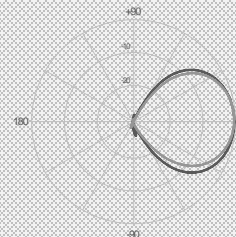
3 типа антенн для LTE-R

▶▶ Секторная антенна (65°, 35°)



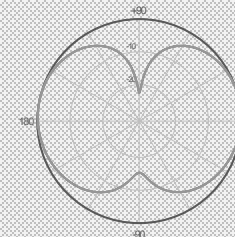
Открытое пространство

▶▶ Директорная антенна



Туннель внутри/вход/выход

▶▶ Всенаправленная антенна

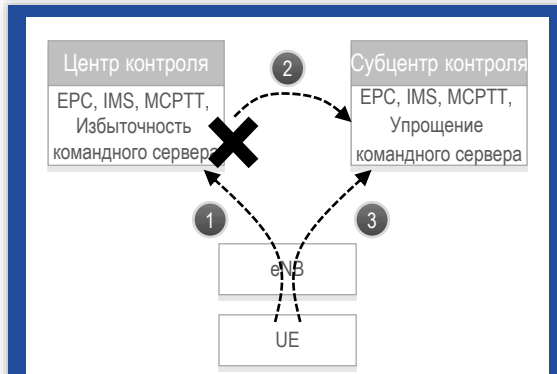


В здании



## 4. Избыточность Избыточность: базовая и eNB

### + Дублирование расположения



- ① Штатный трафик обрабатывается в центре контроля
- ② Переключение на субцентр контроля в случае отказа центра контроля
- ③ Трафик обрабатывается в субцентре контроля

- Условие переключения узла дублирования: Отказ избыточности основного оборудования
- Процедура переключения по уровню отказа

Уровень отказа	Оборудование (отказ избыточности)	Воздействие на услуги	Процедура переключения (дублирование узла)
Критический	MME, HSS, MCPTT, CSCF, SAE-GW	Имеются VoLTE, MCPTT	Немедленное переключение
Значительный	AS, MRF, PCRF	Имеются VoLTE, MCPTT Отсутствует дополнительная услуга (переключение вызова и т. п.)	Переключение в простое (после решения об услуге)
Незначительный	IBCF/TrGW, MGCF, MGW	Имеются VoLTE, MCPTT Отсутствуют PS-LTE и внутренние вызовы	Отсутствие переключения (восстановление оборудования)

- План переключения: При критическом отказе следуйте процедуре переключения после мониторинга LTE-R NMS
- Субцентр контроля центра контроля работает в активном резервном режиме («горячий узел»), центр контроля работает в штатном режиме

### + Избыточность оборудования

Оборудование	Избыточность	Результат испытаний переключения	Примечание
EPC	MME	Автопереключение (в секундах)	Сервер интеграции
	S-GW		
	P-GW		
	HSS		
	PCRF		

Оборудование	Избыточность	Результат испытаний переключения	Примечание
IMS	CSCF/BGCF	То же что EPC	Сервер интеграции
	AS		
	MRF	Избыточность сервера	Единый сервер
	MGCF		
	IBCF/TrGW		
	MGW		

Оборудование	Избыточность	Результат испытаний переключения
DU #1 Shelf #1 DU #2 Shelf #2	Активный-резервный DU 1:1 Избыточность Активный-резервный DU управляется как один eNB	Автопереключение (Samsung: 30 с / Nokia: 7~13 мин.)

## СОДЕРЖАНИЕ

---

1. LTE-R для скоростной железной дороги (250 км/ч) в Республике Корея
2. Проект LTE-R на скоростной железной дороге (HSR) Вончжу-Каннын
- 3. Оптимизация LTE-R и результат проверки**
  - A. Конкретные функции и характеристики LTE-R
  - B. Испытание конфигурации соты LTE-R
  - C. Подтверждение показателей LTE-R на линии Вончжу-Каннын
4. План на будущее



## А. Конкретные функции и характеристики LTE-R



## Пункт 1

Гибкость в скоростной движущейся среде ( $\geq 250$  км/ч)

- LTE-R для скоростной железной дороги Вончжу-Каннын (макс. скорость: 250 км/ч)  
→ **Гарантия покрытия услуги 98%, средняя способность передачи данных DL 40 Мбит/с, UL 20 Мбит/с**
- Поддерживает беспроводные услуги для IoT, беспилотной технологии и т. п. (по международным стандартам 3GPP)

## Пункт 2

## Сопоставление GSM-R и LTE-R

Категория	GSM-R	LTE-R
Охват	• Глобальный (Европа, Китай и т. д.)	• Республика Корея (первая в мире LTE-R для скоростной железной дороги на линии Вончжу-Каннын)
Пропускная способность	• Макс. 172 кбит/с (DL), 172 кбит/с (UL)	• В среднем DL 40 Мбит/с, UL 20 Мбит/с ※ ширина полосы 10 МГц
Услуга	• Голос и передача данных с низкой скоростью (Уровень II ETCS/ERTMS голос/ПТТ, <b>не стандарт</b> )	• Голос, видео, передача данных с высокой скоростью (видео+голос ПТТ, стандарт <b>MCPTT, MCPTT QCI69/Signaling, 65/Voice, 70/File applied</b> ) • Функциональная и зависящая от местоположения адресация

## Пункт 3

## Характерные для железных дорог преимущества системы LTE-R

Открытость и наличие	Железнодорожная среда	Техобслуживание
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Удовлетворяющее критериям 3GPP оборудование</li> <li>• DU получает макс. 12 RRU</li> <li>• Макс. 75 Мбит/с передачи данных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Избыточность/дублирование для бесшовных железнодорожных услуг</b></li> <li>• Стабильная работа при <math>-30^{\circ}\text{C}</math> (DU, RRU)</li> <li>• Оптимальная передача на высокой скорости (250 км/ч) с использованием виртуальных технологий (2T2R)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Улучшенное техобслуживание с LTE-R NMS</li> <li>• Поддерживает дистанционный наклон антенны</li> <li>• Антенна, RRU, UPS: сертификация устойчивости к землетрясениям/соляным атакам/вибрации/воде/пыли</li> </ul>



## Пункт 4

## Функциональная и зависящая от расположения адресация (ТТАК.КО-06.0369 / ТТАК.КО-06.0370)

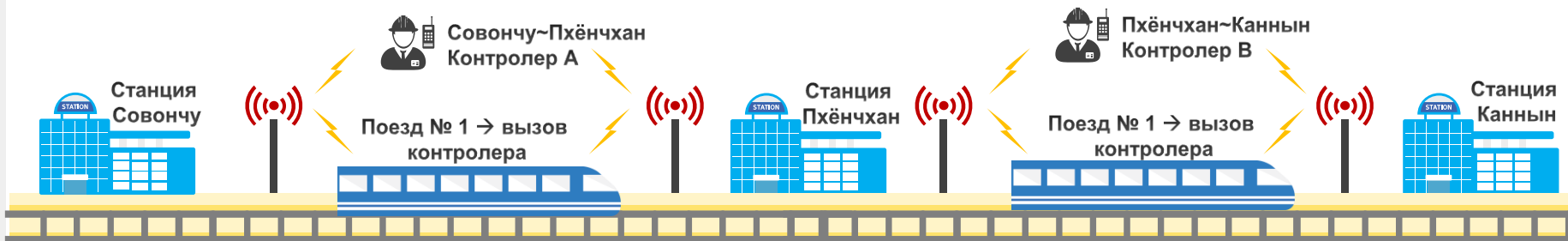
## + Функциональная адресация

Пример: Если центр контроля вызывает поезд №1, вызов приходит на бортовую установку или драйв поезда №1



## + Зависящая от расположения адресация

Пример: Если поезд №1 вызывает контролера, вызов приходит контролеру А или В в зависимости от местонахождения поезда №1

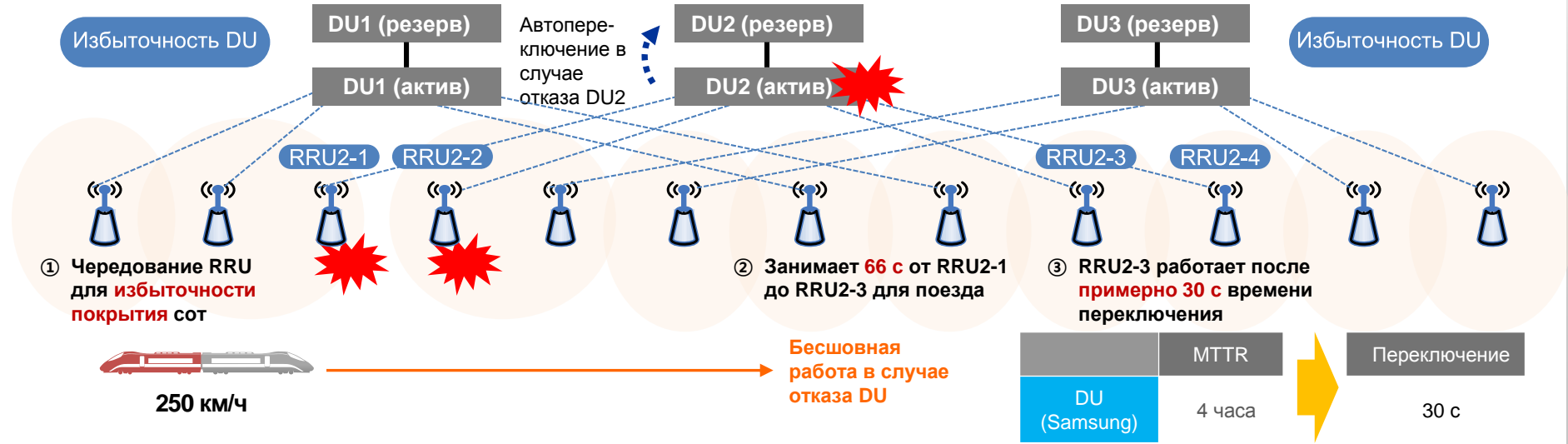


А. Конкретные функции и характеристики LTE-R



Пункт 5

Бесшовное покрытие и избыточность eNB (250 км/ч)



Пункт 6

Инфраструктура с IP-MPLS



## В. Испытание конфигурации соты LTE-R



Название

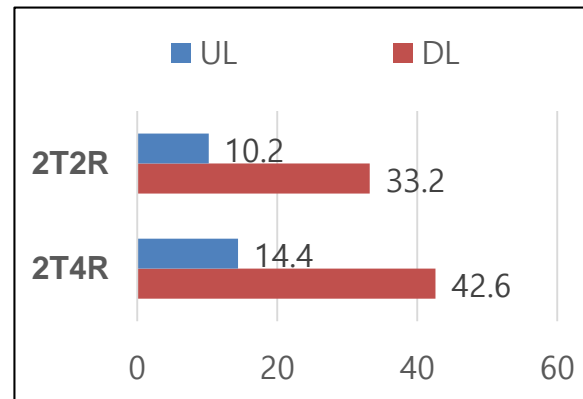
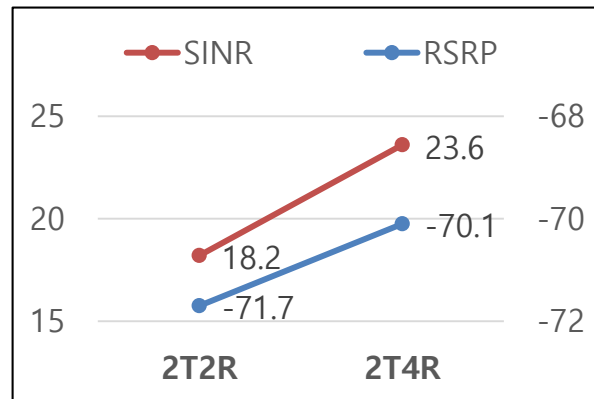
Испытание конфигурации сот LTE-R (2T2R/2T4R) для оптимизации

Период и зона

2017.08.01 ~ 08.31, от станции Манджун до станции Каннын

Результат

Конфиг. сот	Результат	RSRP	SINR	DL (Мбит/с)	UL (Мбит/с)
2T2R	Сред.	-71,7	18,2	33,2	10,2
2T4R	Сред.	-70,1	23,6	42,6	14,4



С 2T4R (копия соты)  
число передач сократилось



Улучшение SINR  
и других качеств

В соответствии с характеристиками каждого участка применяются различные конфигурации сот

✓ Открытое пространство: 2T2R

✓ Станции и туннели: 2T4R



## С. Подтверждение показателей LTE-R на линии Вончжу-Каннын



## Цели испытаний

## Оценка покрытия и качества LTE-R на линии Вончжу-Каннын

- Измерение покрытия для мобильных устройств с RSRP –110 дБм или более
- Измерение коэффициента успешной передачи на скорости 250 км/ч
- Оценка таких характеристик LTE-R, как коэффициент успешных вызовов, пропускная способность канала передачи данных и коэффициент успешной передачи данных

## Результат

## Покрытие (всего 120 км)

	Мобильное устройство	Критерии
Покрытие	99,717%	-110 дБм, свыше 98%

## Коэффициент успешных голосовых вызовов

	Жел. дорога	Станция	Основные объекты (станция контроля, депо)
Коэффициент успешных вызовов	99,10%	99,63%	99,51%

## Пропускная способность канала передачи данных

Сред. пропускная способность	Жел. дорога	Станция	Основные объекты (станция контроля, депо)
DL (Мбит/с)	35.950	53.154	61.125
UL (Mbps)	15.304	19.755	20.419

## Коэффициент успешно й передачи данных

Коэффициент успешной передачи	Жел. дорога	Станция	Основные объекты (станция контроля, депо)
DL	99,27%	99,98%	100,0%
UL	99,15%	99,96%	100,0%

## Коэффициент успешной передачи

Коэффициент успешной передачи	Мобильное устройство	Критерии
DU	99,880%	Свыше 98%
RRU	99,895%	

## СОДЕРЖАНИЕ

---

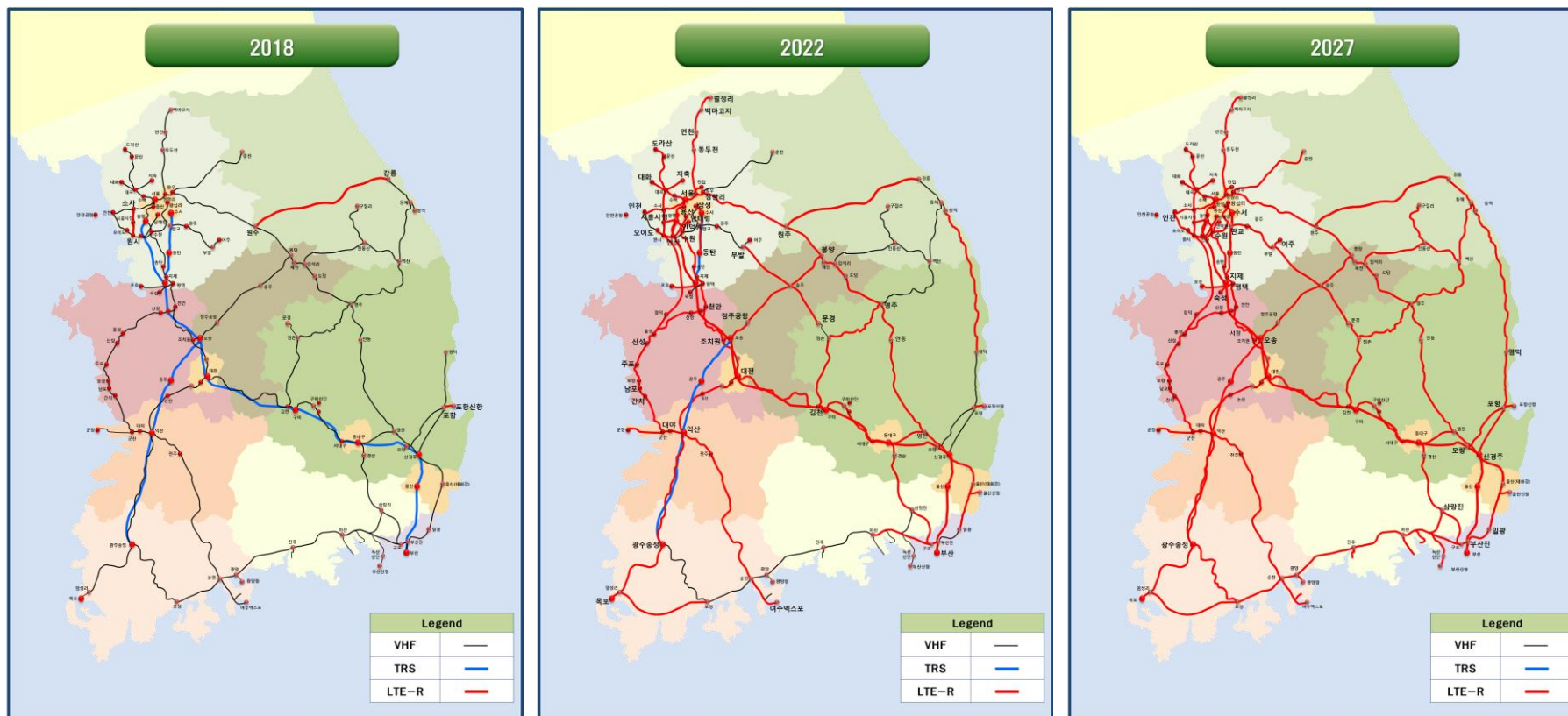
1. LTE-R для скоростной железной дороги (250 км/ч) в Республике Корея
2. Проект LTE-R на скоростной железной дороге (HSR) Вончжу-Каннын
3. Оптимизация LTE-R и результат проверки
- 4. План на будущее**
  - A. План расширения LTE-R
  - B. Исследование специальных услуг железных дорог с использованием LTE-R
  - C. Испытание на функциональную совместимость с KRTCS (Корейская система контроля поездов на базе радиосвязи)





Поэтапная замена ОВЧ/TRS на LTE-R до 2027 года

План замены LTE-R на существующих линиях (традиционные/скоростные железные дороги)





Статус

Принятие услуг передачи данных LTE-R

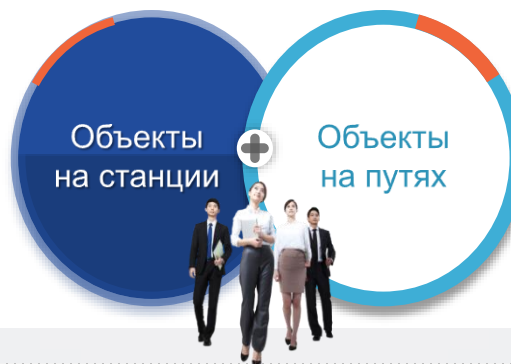
- Пропускная способность трафика LTE-R на линии Вончжу-Каннын: средняя UL 20 Мбит/с, DL 40 Мбит/с (VoLTE голос 45 кбит/с, видео 1 Мбит/с / MCPTT голос 60 кбит/с, видео 1 Мбит/с)

Трасса передачи данных	Пропускная способность трафика (сред.)	Используемая пропускная способность (оценочно*)	Неиспользуемая пропускная способность
UL	20 Мбит/с	10,6 Мбит/с	47%
DL	40 Мбит/с	4,8 Мбит/с	88%

\* Заключительный отчет по испытаниям реализации системы стандартов и характеристик системы контроля поездов на базе радиосвязи (2014 г., KAIA)

Применения

- Система "умных" услуг на базе ИКТ
- Система управления кондиционированием воздуха на базе ИИ
- Комплексная система управления энергоснабжением и т. п.



- Система раннего реагирования на землетрясения
- Система мониторинга железнодорожных строений и почвы
- Система мониторинга состояния путей
- Система передачи видеоматериалов с мест аварий и т. п.

План на будущее



『Исследования оп плану установления связей для отрасли 4.0 с использованием LTE-R』 (2017.8 ~ 2018.7)

Услуги на базе eMBMS (расширенной мультимедийной радиовещательной/многоадресной услуги)



+ Будущие интеллектуальные услуги железных дорог (примеры)



- Мониторинг статуса инфраструктуры
  - Управление активами железных дорог
- Видеоинформация
  - Передача в режиме реального времени изображений с камер видеонаблюдения в кабине и вагонах
- Контроль поездов
  - Центральный контроль трафика на базе местоположения по ГИС

- Интеграция проводной и беспроводной связи
  - Комплексная система проводной и беспроводной связи
    - : (внутри) WIFI ↔ (наружи) LTE-R

- Техническая поддержка техобслуживания
  - Поддержка восстановления в чрезвычайных ситуациях, в том числе передача изображений

- Логистическая информация
  - Обеспечивать логистическую информацию в режиме реального времени (информацию о грузах)



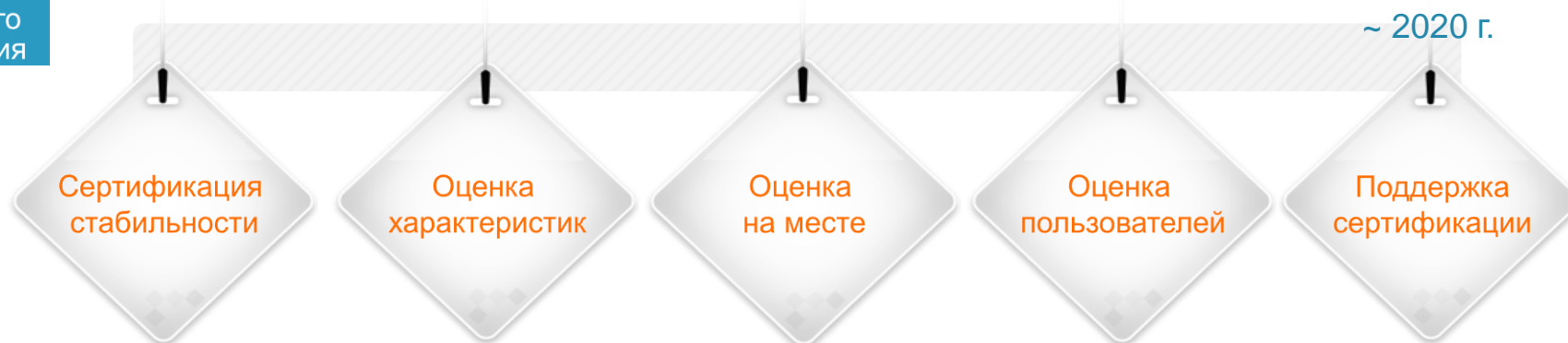


## KRTCS

## Корейская система контроля поездов на базе радиосвязи

1. Развитие системы сигналов на базе радиосвязи ('14.12 ~ '17.12 / 33,5 млрд.)
2. С технологией 4G LTE доступны усовершенствованные пассажирские услуги и видеослужбы (Имеются также услуги передачи голоса и данных)
3. Развитие бортового и наземного оборудования (Основные части: бортовой компьютер, модуль беспроводной передачи, устройство контроля беспроводного сигнала)

## Оценка для практического использования



## План для практического использования

## Замена всей системы сигналов на KRTCS\_2 (~ 2029 г.)

- На основании результатов оценки на линии Вончжу-Каннын
- Пример применения на скоростной железной дороге Чолла (2018 г. ~)
- Сначала на новых и модернизируемых линиях

# Первая в мире LTE-R

открывает новую главу  
беспроводной связи  
на железных дорогах!

---

## Спасибо

