

# Лекция №4. Нумерация и идентификация в сети 5G, основы безопасности

## 1. Виды нумерации и идентификации абонентского терминала в сети мобильной связи

## 2. Нумерация и идентификация абонентского терминала, используемая в опорной сети 5GC

- международный идентификатор подписки абонента на сервисы сети 5G (SUPI)
- закрытый международный постоянный идентификатор подписки абонента на сервисы сети 5G (SUCI)
- уникальный идентификатор абонентского оборудования (PEI)
- глобальный временный уникальный идентификатор абонента (5G-GUTI)
- глобальный идентификатор сетевой AMF (GUAMI)
- временный идентификатор мобильного абонента сети 5G (5G-TMSI)

## 3. Нумерация и идентификация абонентского терминала в подсистеме IMS

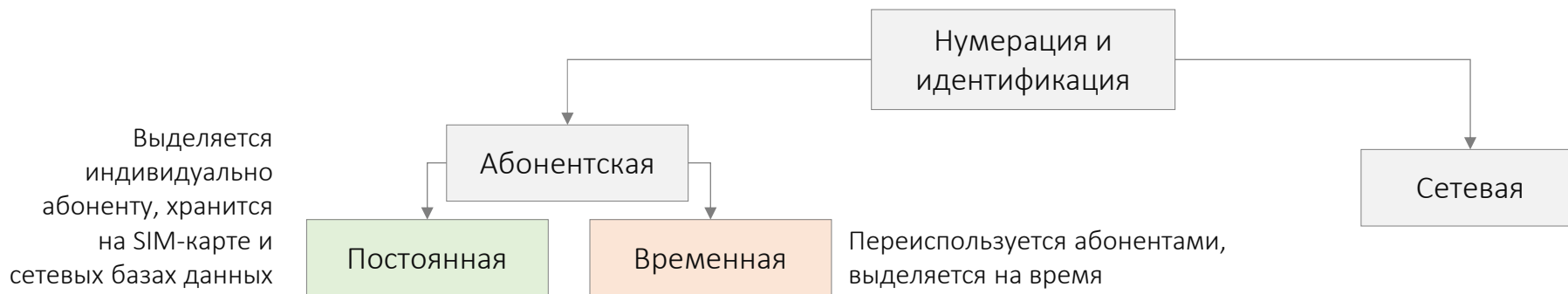
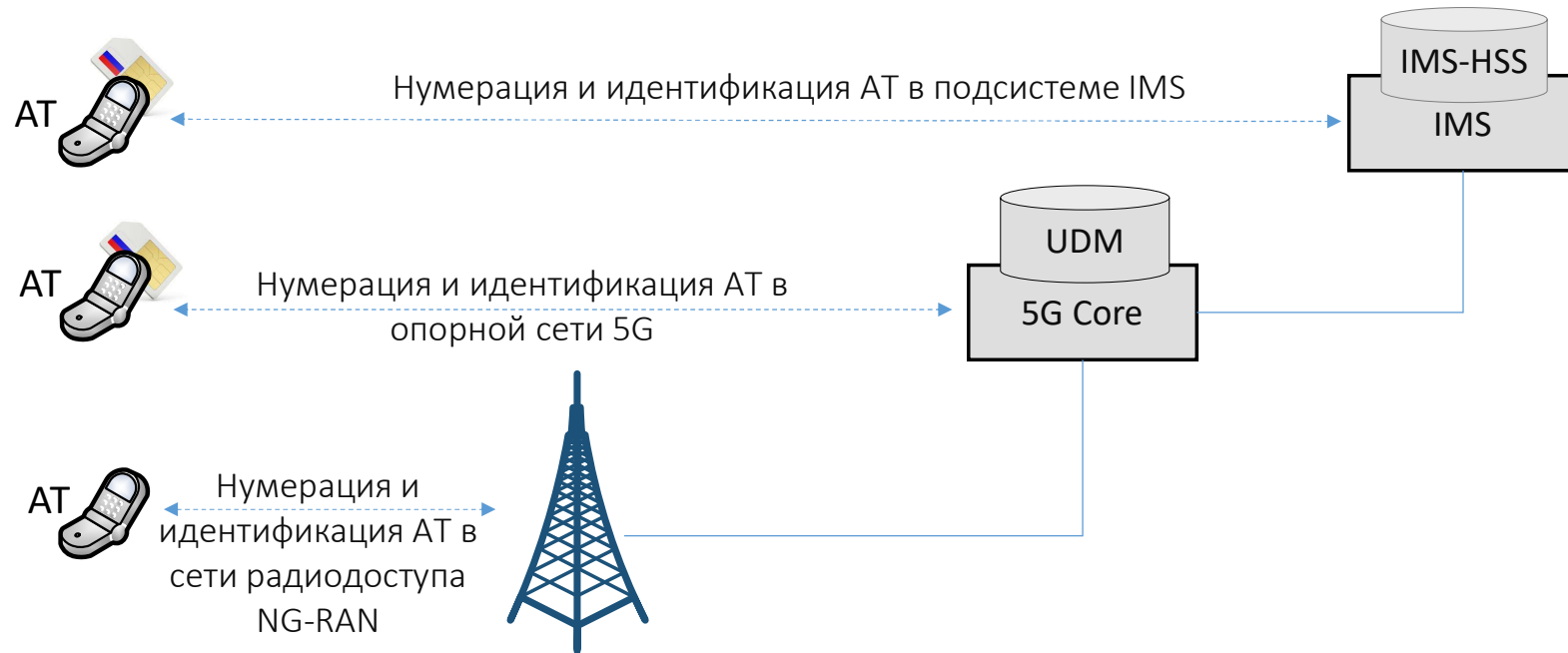
## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN

- международный идентификатор базовой станции (Global gNB ID)
- международный идентификатор зоны местоположения абонента (5GS TAI)
- международный идентификатор соты (NCGI)
- код зоны нотификации абонента (RNAC)
- временные идентификаторы абонентского терминала (RNTI)

## 5. Идентификация, используемая в опорной сети 5GC

- доменные имена сетевых функций
- сетевые слои (Slices)
- IP-адресация

# 1. Виды нумерации и идентификации абонентского терминала в сети мобильной связи

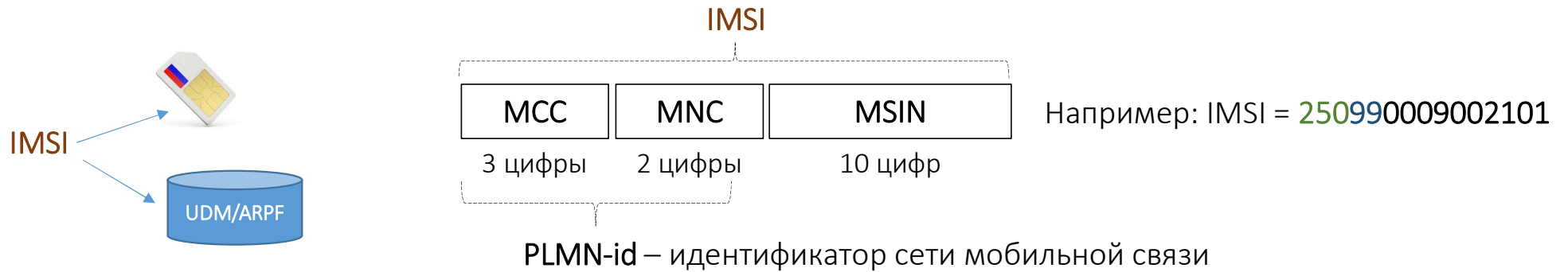


## 2. Нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5GC

Идентификация/ нумерация	Пояснение	Формат представления	
		1	2
<b>SUPI</b> (Subscription Permanent Identifier)	Международный постоянный идентификатор подписки абонента на сервисы сети 5G	<b>IMSI</b> (тип 0)	NAI (тип 1) <b>Network Access Identifier</b> = username@realm: imsi@nai.5gc.mnc02.mcc250.3gppnetwork.org
<b>SUCI</b> (Subscription Concealed Identifier)	Закрытый международный постоянный идентификатор подписки абонента на сервисы сети 5G	Зашифрованный идентификатор SUPI. Формат идентификатора SUCI определяется форматом идентификатора SUPI.	
<b>PEI</b> (Permanent Equipment Identifier)	Уникальный идентификатор абонентского оборудования	<b>IMEI</b>	<b>IMEISV</b>
<b>5G-GUTI</b> (5G Globally Unique Temporary Identifier)	Глобальный временный уникальный идентификатор абонента. Используется вместо SUCI на временной основе	<5G-GUTI>:= <GUAMI> <5G-TMSI>	
<b>GUAMI</b> (Globally Unique AMF Identifier)	Глобальный идентификатор сетевой функции управления доступом и мобильностью AMF, которая назначила абоненту временный идентификатор 5G-GUTI		
<b>5G-TMSI</b> (5G Temporary Mobile Subscription Identifier)	Временный идентификатор мобильного абонента сети 5G	Двоичное число (32 бита)	

## 2. Нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5GC

1. Уникальный международный идентификатор абонента сети мобильной связи **IMSI (International Mobile Subscriber Identity)** – постоянный идентификатор, хранится в базе данных SAE-HSS, USIM-карте



**MCC (Mobile Country Code)** – код страны, которой принадлежит сеть мобильной связи  
MCC = 250 (Российская Федерация)

**MNC (Mobile Network Code)** – код сети мобильной связи

MNC = 01 (МТС)

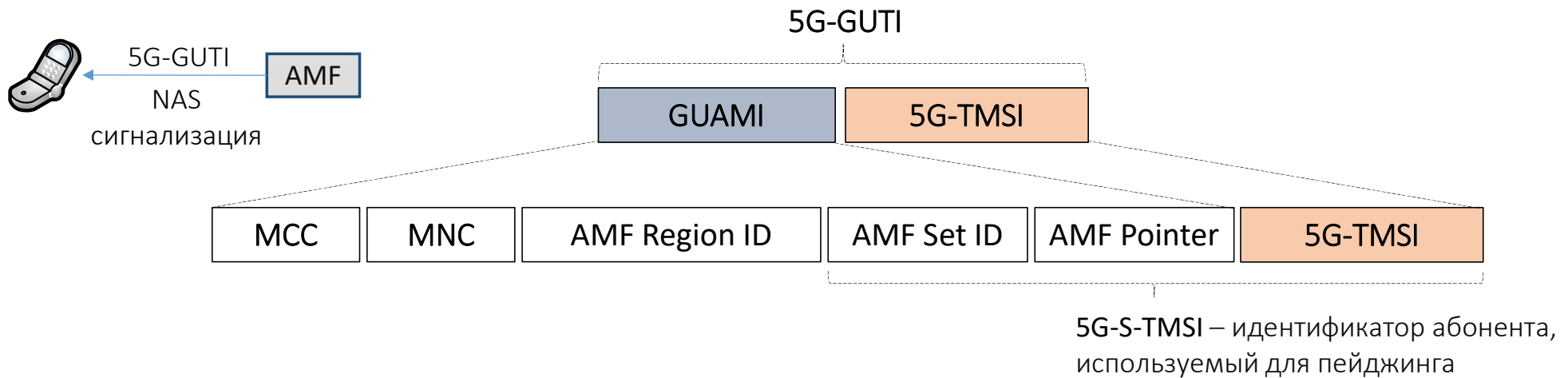
MNC = 02 (МегаФон)

MNC = 99 (Билайн)

**MSIN (Mobile Subscriber Identification Number)** – идентификационный номер абонента сети мобильной связи  
MSIN = 0 – 9 999 999 999 (10 млрд. абонентов на один код PLMN-id)

## 2. Нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5GC

2. Уникальный временный международный идентификатор абонента сети мобильной связи 5G-GUTI (5G Globally Unique Temporary Identifier)



**GUAMI (Globally Unique Identifier)** – глобальный идентификатор модуля управления доступом и мобильностью AMF

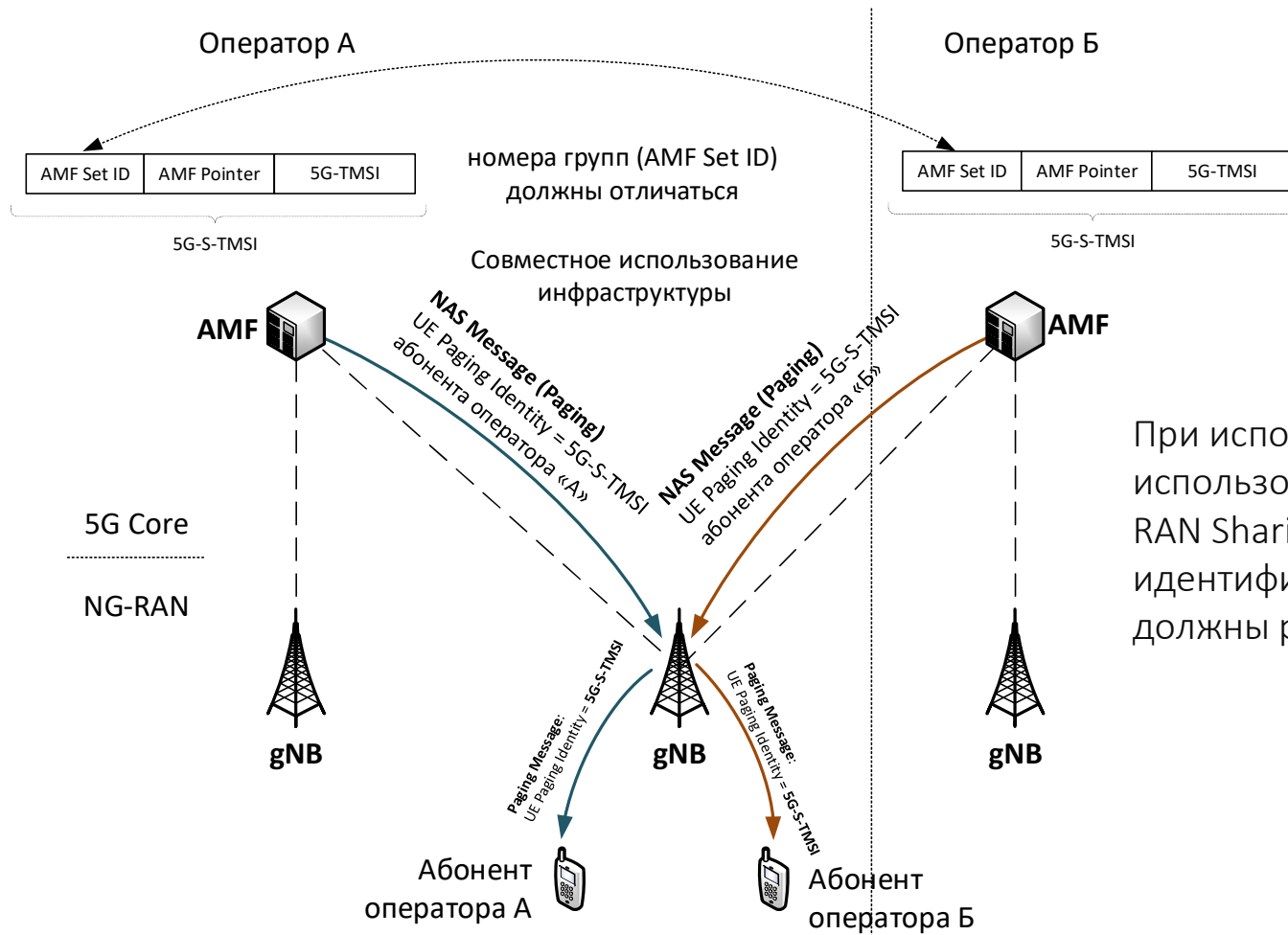
**AMF Region ID** – идентификатор региона, который обслуживается модулем AMF (0-255)

**AMF Set ID** – уникальный идентификатор подгруппы модулей AMF (0-1023)

**AMF Pointer** – уникальный идентификатор модуля AMF в группе AMF Set ID (0-63)

**5G-TMSI (5G Temporary Mobile Subscription Identifier)** – временный идентификатор мобильного абонента сети 5G (32 бита)

## 2. Нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5GC



При использовании концепции совместного использования ресурсов сети радиодоступа RAN Sharing в целях исключения коллизий идентификаторы подгрупп AMF (AMF Set ID) должны распределяться между операторами

## 2. Нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5GC

### 3. Постоянный идентификатор оборудования абонентского терминала PEI (Permanent Equipment Identifier)

PEI является уникальным идентификатором оборудования абонентского терминала (АТ), осуществляющего доступ в сеть 5G. Идентификатор PEI может иметь несколько форматов: IMEI или IMEISV.



**TAC (Type Allocation Code)** – код модели и места производства абонентского терминала

**SNR (Serial Number)** – серийный номер абонентского терминала

**Check Digit (CD) / Spare Digit (SD)** – контрольная цифра (алгоритм Луна) / резерв

Контрольная цифра предназначена для предотвращения ошибок передачи IMEI вручную, например, когда абоненты регистрируют украденные АТ.

**SVN (Software Version Number)** – номер версии программного обеспечения

Контрольная цифра Check Digit используется, например, для контроля верности устной передачи идентификатора IMSI от абонента оператору

## 2. Нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5GC

### 3. Постоянный идентификатор оборудования абонентского терминала PEI (Permanent Equipment Identifier)

Узнать свой IMEI или IMEISV: набрать на телефоне/смартфоне команду `*#06#`.

Проверить параметры на сайте, например, imei.info

The screenshot displays the imei.info website interface. The browser address bar shows the URL `imei.info/?imei=356555084407710`. The page header includes navigation links: CHECK IMEI, IMEI CHECKER, IMEI CALCULATOR, FAQ, CARRIERS DATABASE, PHONE DATABASE, NEWS, and a LOG IN button. The main content area is divided into several sections:

- Device Information:** Brand: APPLE, IMEI: TAC: 356555 FAC: 08 SNR: 440771 CD: 0. A "More DETAILS..." button is visible.
- Device Specifications:** Device type: Smartphone, Design: Classic, Released: 2016 r., SIM card size: Nano Sim, GSM: 850 900 1800 1900, HSDPA: 850 900 1900 2100 HSPA+, LTE: LTE-FDD: 700, 800, 850, 900, 1700/2100, 1800, 1900, 2100, 2600, Dimensions (H/L/W): 138.3 x 67.1 x 7.1 mm, vol. 65 cm³, Display: RETINA Color (16M) 750x334px (4.7") 326ppi, Touch screen: ✓, Weight: 138 g, Time GSM (talk/stand-by): 12 / 240 hrs. (10.0d), Battery: Li-Po 1960 mAh, Non-removable battery: ✓, Built-in memory: 128 GB, RAM Memory: 2 GB, OS: iOS, Chipset: Apple A10 Fusion APLW24, CPU #1 freq.: 2370.0 MHz (4-core).
- Checks:** A section titled "FREE CHECKS" includes: Apple Warranty & Basic Info, Blacklist Simple Check, CHECK PHONE NUMBER, Check Serial Number. A "PAID CHECKS" section includes: Carrier & Lock Status & FMI, Phone Blacklist Check PRO, Sim-Lock Status, Find My iPhone & iCloud Status.
- Apple More Information:** SN: 1CXXXXXXH67K, Color: Black, Memory: 128GB, Production date: 03-07-2018, iPhone age: 1 year(s), 3 month(s), 14 day(s), Factory: China (Shenzhen), Estimated purchase date: 14-09-2017, Apple Model Family Number: A1778, Apple Model Machine ID: iPhone9,3, Bootrom: 2696.0.0.133, Apple Model FCC ID 1: BCG-E3091A, Model Launched: 07-09-2016, Platform: t8010, CPID: 32764, BDID: 12.

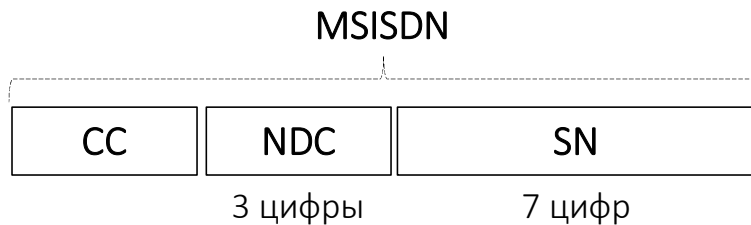
The bottom of the image shows a Windows taskbar with the system clock displaying 15:09 on 17.10.2019. A small circular icon with the number "8" is located in the bottom right corner.



### 3. Нумерация и идентификация абонентского терминала в подсистеме IMS

GPSI (Generic Public Subscription Identifier) – международный идентификатор подписки абонента на публичные сервисы сети 5G (например, сервисы подсистемы IMS)

Формат записи GPSI - телефонный номер абонента MSISDN (Mobile Subscriber ISDN number)



CC (Country Code) – телефонный код страны (+7 для России)  
NDC (National Destination Code) – код направления или код сети  
SN (Subscriber Number) – номер абонента

Например: MSISDN = +7 XXX 5105555

коды DEF для сетей мобильной связи (например, 903, 916, 925)

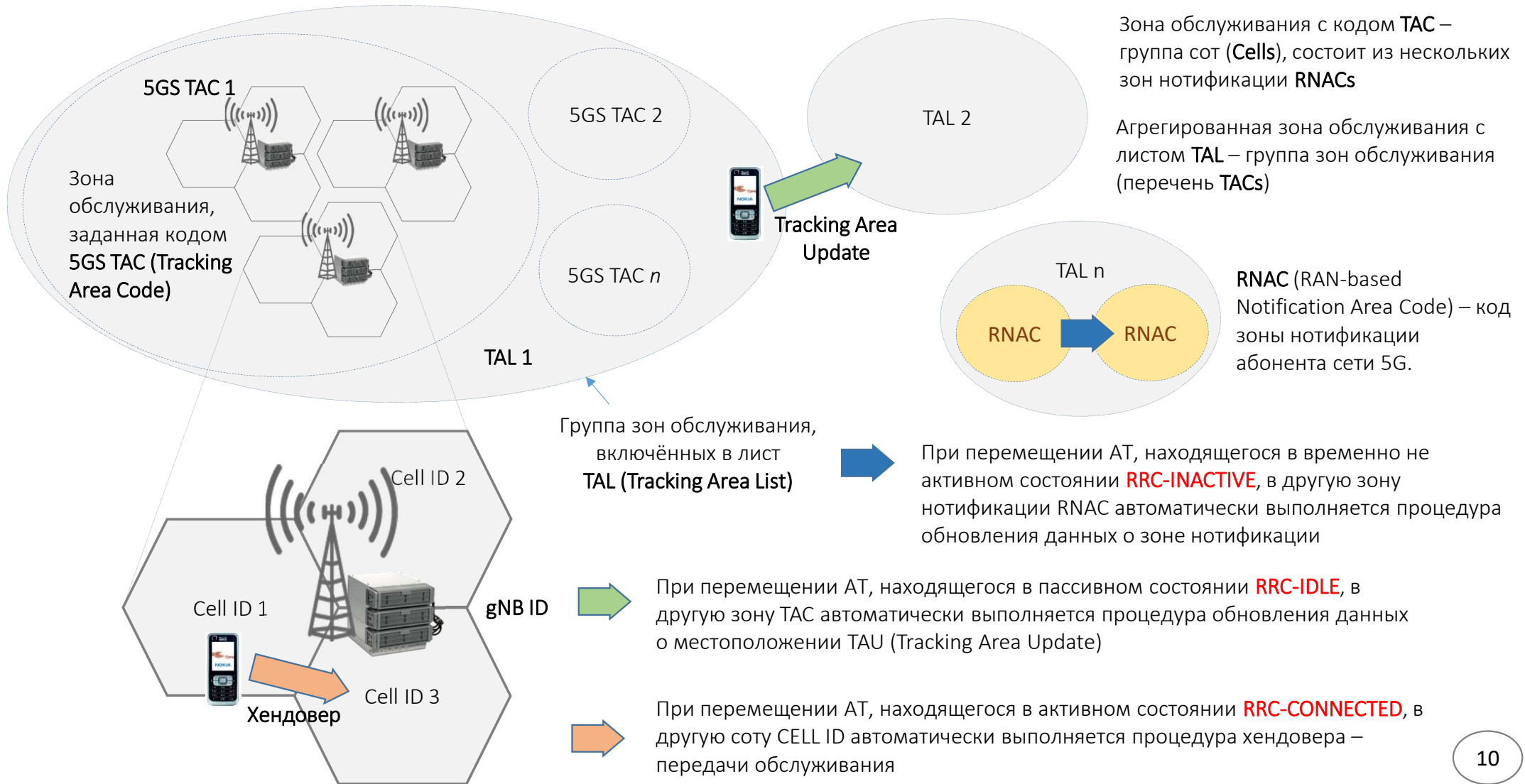
В сетях фиксированной телефонной связи – это коды ABC (например, 495, 499)

+7 ABC 5105555 – ISDN номер «домашнего» телефона

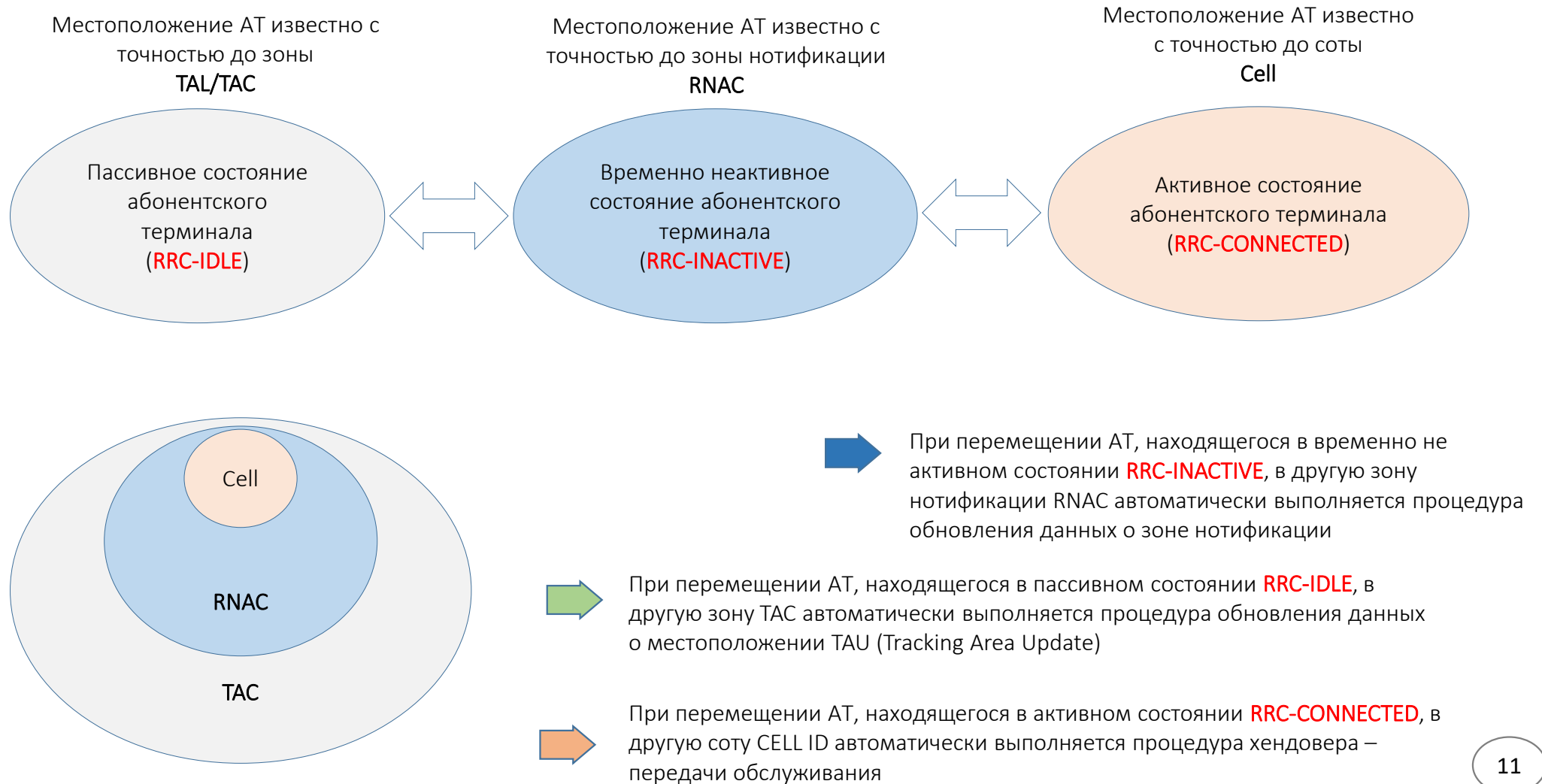
ABC – географически привязанная нумерация  
DEF – географически не привязанная нумерация

+7 DEF 5105555 – MSISDN номер «сотового» телефона

## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN

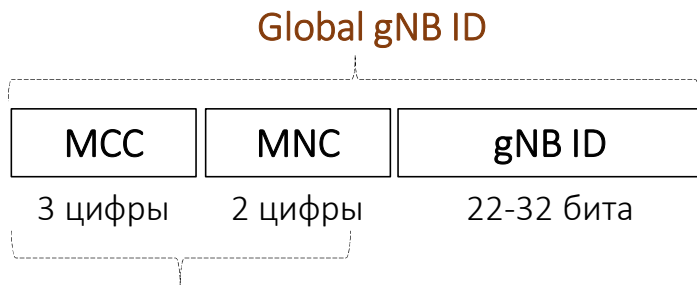


## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN



## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN

1. Международный идентификатор базовой станции Global gNB ID – уникальный международный идентификатор базовой станции, включает в свой состав коды MCC, MNC и идентификатор базовой станции gNB ID.



**gNB ID** – входит в состав идентификатора соты **NCI**, изменяется в пределах:

- 0 - 4 194 303 при длине идентификатора в 22 бита;
- 0 - 4 294 967 293 при длине идентификатора в 32 бита.

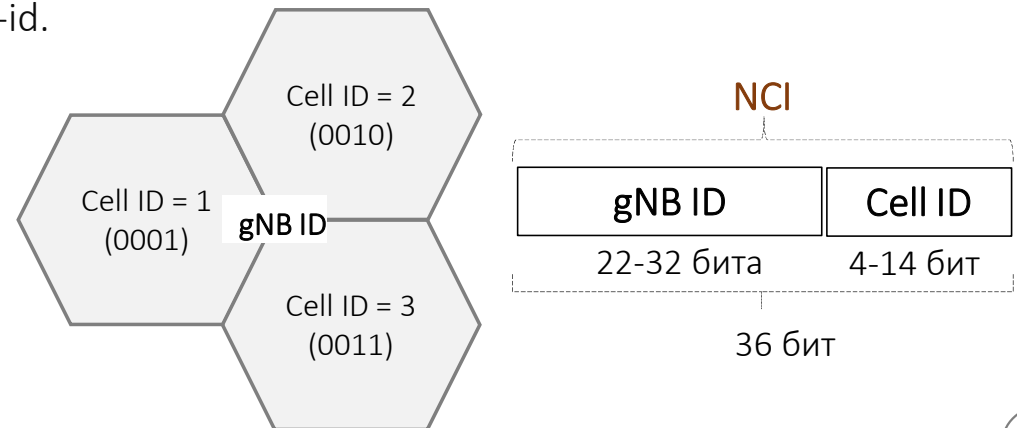
PLMN-id – идентификатор сети мобильной связи

2. Идентификатор соты **NCI (NR Cell Identity)** – включает в свой состав идентификатор базовой станции gNB ID и идентификатор соты Cell Identity: **<NCI> := <gNB ID> <Cell Identity>**.

Идентификатор соты NR уникален в пределах сети PLMN-id.

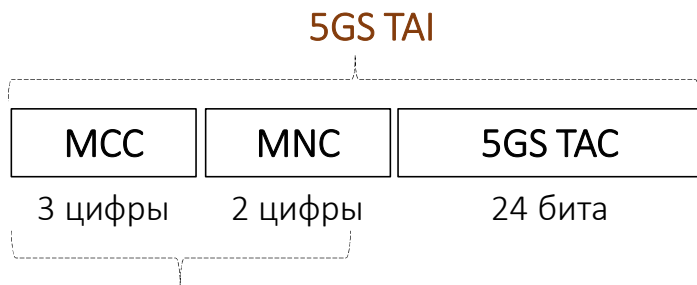
3. Уникальный международный идентификатор соты **NCGI (NR Cell Global Identity)**:

**<NCGI> := <MCC> <MNC> <NCI>**.



## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN

4. 5GS TAI (5GS Tracking Area Identity) – международный идентификатор зоны местоположения абонента, находящегося в состоянии RRC-IDLE.



PLMN-id – идентификатор сети мобильной связи

Пример:

5GC TAC = 7700120 (10)

5GC TAC = 01110101 01111110 10011000 (2)

TAC-low-byte = 10011000 (2) или 98 (16)

TAC-middle-byte = 01111110 (2) или 7e (16)

TAC-high-byte = 01110101 (2) или 75 (16)

5GS TAI FQDN = tac-lb98.tac-mb7e.tac-hb75.5gstac.5gc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org

5. 5GS TAI FQDN – полное доменное имя зоны местоположения:

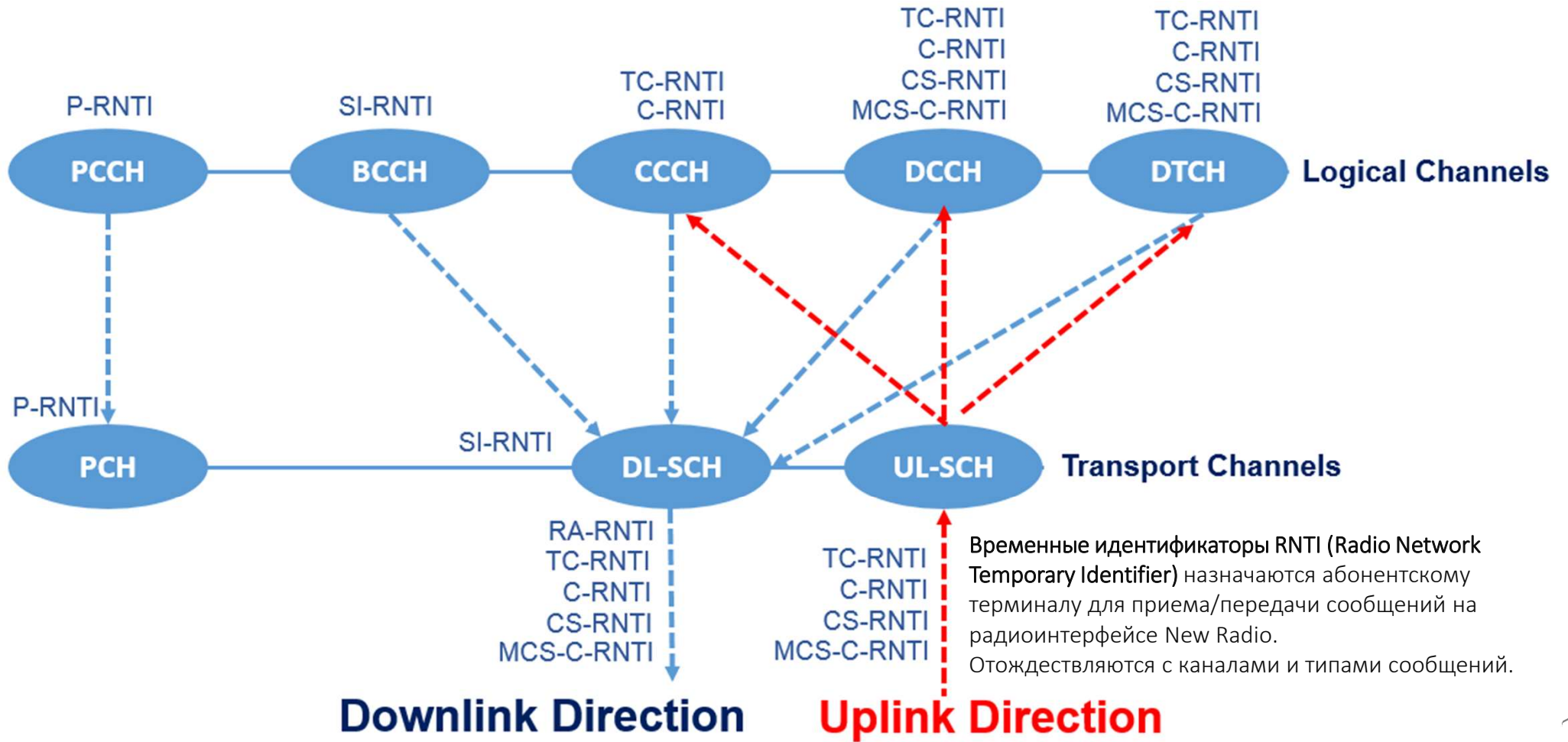
"tac-lb<TAC-low-byte>.tac-mb<TAC-middle-byte>.tac-hb<TAC-high-byte>.5gstac.5gc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org"

6. RNAC (RAN-based Notification Area Code) – код зоны нотификации абонента сети 5G, находящегося в состоянии RRC-INACTIVE, изменяется в пределах 0-255.

7. NR PCI (Physical Cell Identifier) – идентификатор физической соты NR, изменяется в пределах 0-1007. Определяет параметры первичного/вторичного (PSS/SSS) каналов синхронизации, излучаемых базовой станцией gNb в соте NR

## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN

### 5. Временные идентификаторы AT в сети радиодоступа NG-RAN - RNTI



## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN

### 5. Временные идентификаторы AT в сети радиодоступа NG-RAN - RNTI

**RNTI (Radio Network Temporary Identifier)** – назначаемые абонентскому терминалу для приема/передачи сообщений на радиоинтерфейсе New Radio

<b>SI-RNTI</b> System Information RNTI. Общий в соте.	Общий широковещательный идентификатор для всех AT в соте, используемый базовой станцией для передачи системной SI (System Information). Имеет длину 16 бит и изменяется в пределах 0-65535 (0xFFFF). Один идентификатор <b>SI-RNTI</b> используется для передачи всех системных информационных блоков SIBs логического широковещательного канала BCCH, передаваемых транспортным каналом DL-SCH, физическим каналом PDSCH.
<b>P-RNTI</b> Paging RNTI. Общий в соте.	Общий идентификатор для всех AT в соте, идентификатор P-RNTI используется базовой станцией для обозначения сообщений пейджинга, передачи уведомлений об изменении системной информации SI, передачи коротких сообщений в соте (Short Message). Имеет длину 16 бит и изменяется в пределах 0-65535 (0xFFFF). Используется в логическом канале пейджинга PCCH, транспортном канале пейджинга PCH, физическом канале PDSCH.
<b>RA-RNTI</b> Random Access RNTI. Индивидуальный для AT.	Временный идентификатор RA-RNTI, назначаемый абонентскому терминалу в процессе выполнения процедуры конкурентного доступа в сеть 5G. Формируется протоколом MAC базовой станции gNB и передаётся в ответе за запрос доступа RAR (Random Access Response).
<b>TC-RNTI</b> Temporary Cell RNTI. Индивидуальный для AT.	Временный идентификатор TC-RNTI, назначаемый абонентскому терминалу базовой станцией в сообщении RAR при выполнении процедуры конкурентного доступа в сеть 5G. Идентификатор TC-RNTI используется абонентским терминалом только во время выполнения процедуры доступа в сеть для скремблирования сообщения msg3 (RRCSetupRequest).

## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN

### 5. Временные идентификаторы АТ в сети радиодоступа NG-RAN - RNTI

<b>C-RNTI</b> Cell RNTI. Индивидуальный для АТ.	Идентификатор C-RNTI назначается абонентскому терминалу индивидуально в соте. <b>Идентификатор C-RNTI используется для передачи сообщений протокола RRC для управления ресурсами линий UL и DL, отождествления передачи в каналах PUSCH, PUCCH с абонентским терминалом.</b>
<b>MCS-C-RNTI</b> Modulation Coding Scheme Cell RNTI. Индивидуальный для АТ.	В сети 5G предусмотрено несколько таблиц, содержащих схемы модуляции и кодирования. <b>Идентификатор MCS-C-RNTI назначается абонентскому терминалу для определения используемой таблицы модуляции и кодирования.</b>
<b>CS-RNTI</b> Configured Scheduling RNTI. Индивидуальный для АТ.	В сети 5G предусмотрено несколько способов распределения сетевых ресурсов. Для передачи интерактивного голоса горизонт планирования радиоресурсов выше и распределение ресурсов выполняется на полупостоянной основе (Semi-Persistent). <b>Идентификатор CS-RNTI назначается абонентскому терминалу для управления радиоресурсами на полупостоянной основе.</b>
<b>TPC-PUCCH-RNTI</b> Transmit Power Control- PUCCH – RNTI. Уникальный для АТ.	Идентификатор TPC-PUCCH-RNTI назначается абонентскому терминалу для передачи сообщений управления <b>мощностью передачи в линии «вверх».</b> Идентификатор TPC-PUCCH-RNTI – для управления мощностью передачи в канале PUCCH. Идентификатор TPC-PUSCH-RNTI – для управления мощностью передачи в канале PUSCH. Идентификатор TPC-SRS-RNTI – для управления мощностью передачи опорного сигнала SRS.



## 4. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN

### 5. Временные идентификаторы AT в сети радиодоступа NG-RAN - RNTI

<b>INT-RNTI</b> Interruption RNTI. Индивидуальный для AT.	Идентификатор INT-RNTI, назначается абонентскому терминалу, находящемуся во временно не активном состоянии RRC-INACTIVE. <b>Идентификатор INT-RNTI идентифицирует контекст AT в состоянии RRC-INACTIVE.</b>
<b>SFI-RNTI</b> Slot Format Indication RNTI. Индивидуальный для AT.	В сети 5G предусмотрено несколько форматов слотов. <b>Идентификатор SFI-RNTI определяет используемый формат тайм-слота.</b>
<b>SP-CSI-RNTI</b> Semi-Persistent CSI RNTI. Индивидуальный для AT.	Идентификатор SFI-RNTI используется для передачи отчётов в канале PUSCH с низкой периодичностью (на полупостоянной основе) о текущем состоянии условий радиоприёма CSI (Channel State Information).

## 5. Идентификация, используемая в опорной сети 5GC

1. Доменные имена сетевых функций - мастер зона DNS домашней сети (Home Network Domain):

`5gc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org`

2. N3IWF FQDN (Fully Qualified Domain Name) – полное доменное имя сетевой функции N3IWF, имеет три формата обозначения:

✓ В привязке к сети оператора:

`n3iwf.5gc.mnc012.mcc345.pub.3gppnetwork.org`

✓ В привязке к зоне местоположения TAC и сети оператора:

`tac-lb<TAC-low-byte>.tac-hb<TAC-high-byte>.tac.n3iwf.5gc.mnc<MNC>.mcc<MCC>. pub.3gppnetwork.org`

✓ В привязке к роумингу:

`n3iwf.5gc.mcc<MCC>.visited-country.pub.3gppnetwork.org`

3. NRF FQDN – полное доменное имя сетевой функции NRF в формате:

`nrf.5gc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org`

4. AMF FQDN – полное доменное имя сетевой функции AMF в формате:

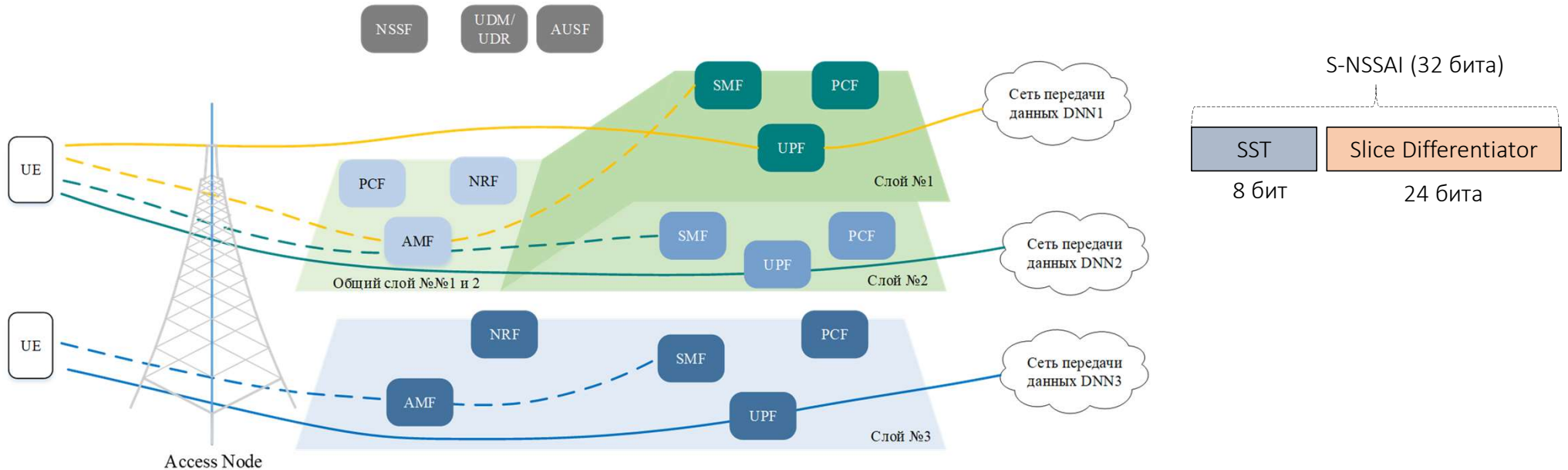
`AMF-id>.amf.5gc.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org`

## 5. Идентификация, используемая в опорной сети 5GC

### 5. Сетевые слои (Slices)

S-NSSAI (Single Network Slice Selection Assistance Information) – информация о сетевом слое:

- тип сетевого слоя SST (Slice/Service type)
- отличительный признак сетевого слоя SD (Slice Differentiator)

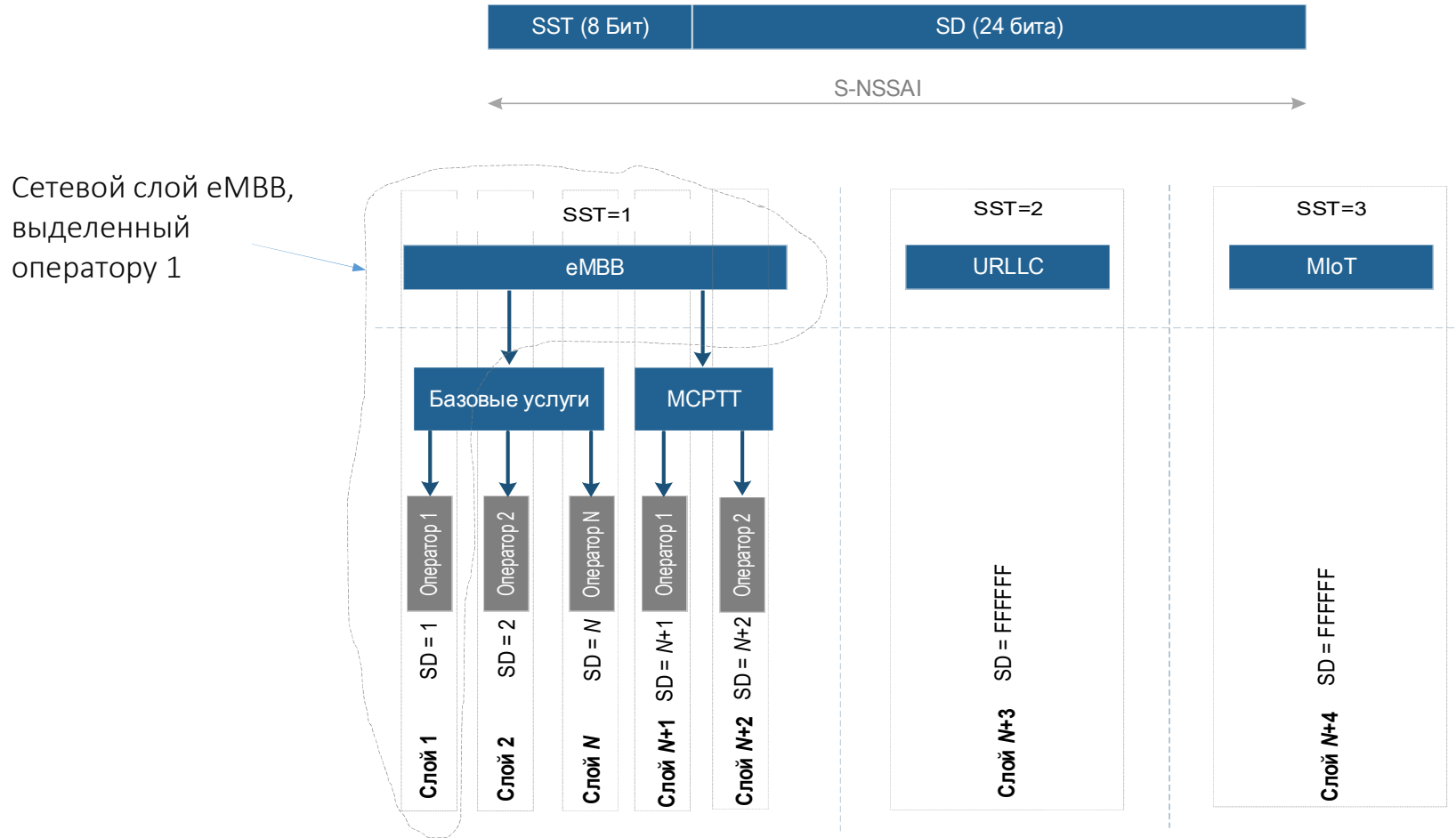


Типовые сетевые слои, требуемые для оказания услуг 5G:

- сетевой слой сервиса мобильного широкополосного доступа eMBB (SST = 1)
- сетевой слой сервиса с ультрамалыми задержками и высокой доступностью URLLC (SST = 2)
- сетевой слой массового сервиса Интернет-вещей MIoT (SST = 3)
- сетевой слой сервиса взаимодействия с подвижными средствами V2X (SST = 4)

# 5. Идентификация, используемая в опорной сети 5GC

## 5. Сетевые слои Slices



## 5. Идентификация, используемая в опорной сети 5GC

### 6. IP-адресация

AS	Публичная автономная система пакетной транспортной сети. Изменяется в диапазонах 1-64495, 65522-4294967295.	До 10 цифр (decimal) или до 32 бит (RFC 1930, 4893)
	Приватная автономная система пакетной транспортной сети. Изменяется в диапазоне <b>64512-65534</b> . Диапазон 64496 – 64511 зарезервирован для использования в документации и примерах. Номера 0 и 65535 зарезервированы IANA и не используются в маршрутизации.	
Public IPv4	Публичные IPv4-адреса, динамически назначаемые абонентам и используемые трансляторами сетевых адресов NAT.	32 бита (RFC 791)
	Публичные IPv4-адреса, статически назначаемые абонентам.	
	Публичные IPv4-адреса, используемые на стыке пакетных транспортных сетей операторов. Публичные IPv4-адреса, используемые на стыке пакетной транспортной сети с Интернет сервис-провайдерами (ISP).	
Local IPv4	Локальные IPv4-адреса, используемые закрытым сегментом пакетной транспортной сети, транспортными протоколами TNL сетевых функций сети 5G/IMT-2020. Например, пул адресов <b>10.0.0.0 – 10.255.255.255</b> .	
	Локальные IPv4-адреса, используемые для адресации PDU-сессии типа IPv4. Например, пулы адресов <b>172.16.0.0 – 172.31.255.255, 192.168.0.0 – 192.168.255.255</b> .	

## 5. Идентификация, используемая в опорной сети 5GC

### 6. IP-адресация

Public IPv6	Глобальные индивидуальные IPv6-адреса из пула 2000:: 3, назначаемые абонентам.</td <td rowspan="3">128 бит (RFC 2373)</td>	128 бит (RFC 2373)
	Глобальные индивидуальные IPv6-адреса из пула 2000:: 3, используемые на стыке пакетных транспортных сетей операторов</td	
	Глобальные индивидуальные IPv6-адреса из пула 2000:: 3, используемые на стыке пакетной транспортной сети с Интернет сервис-провайдерами (ISP)</td	
Local IPv6	Локальные IPv6-адреса, используемые закрытым сегментом пакетной транспортной сети, транспортными протоколами TNL сетевых функций сети 5G/IMT-2020:  fc00:: 7 – локальные индивидуальные IPv6-адреса;<br/ fe80:: 10 – локальные индивидуальные IPv6-адреса (RFC 4291), автоматически назначаемые интерфейсам (не используются для целей маршрутизации пакетов данных).<br/ FF02:: 1, FF02::</2 – групповые широковещательные адреса (RFC 4291).</td <td></td>	