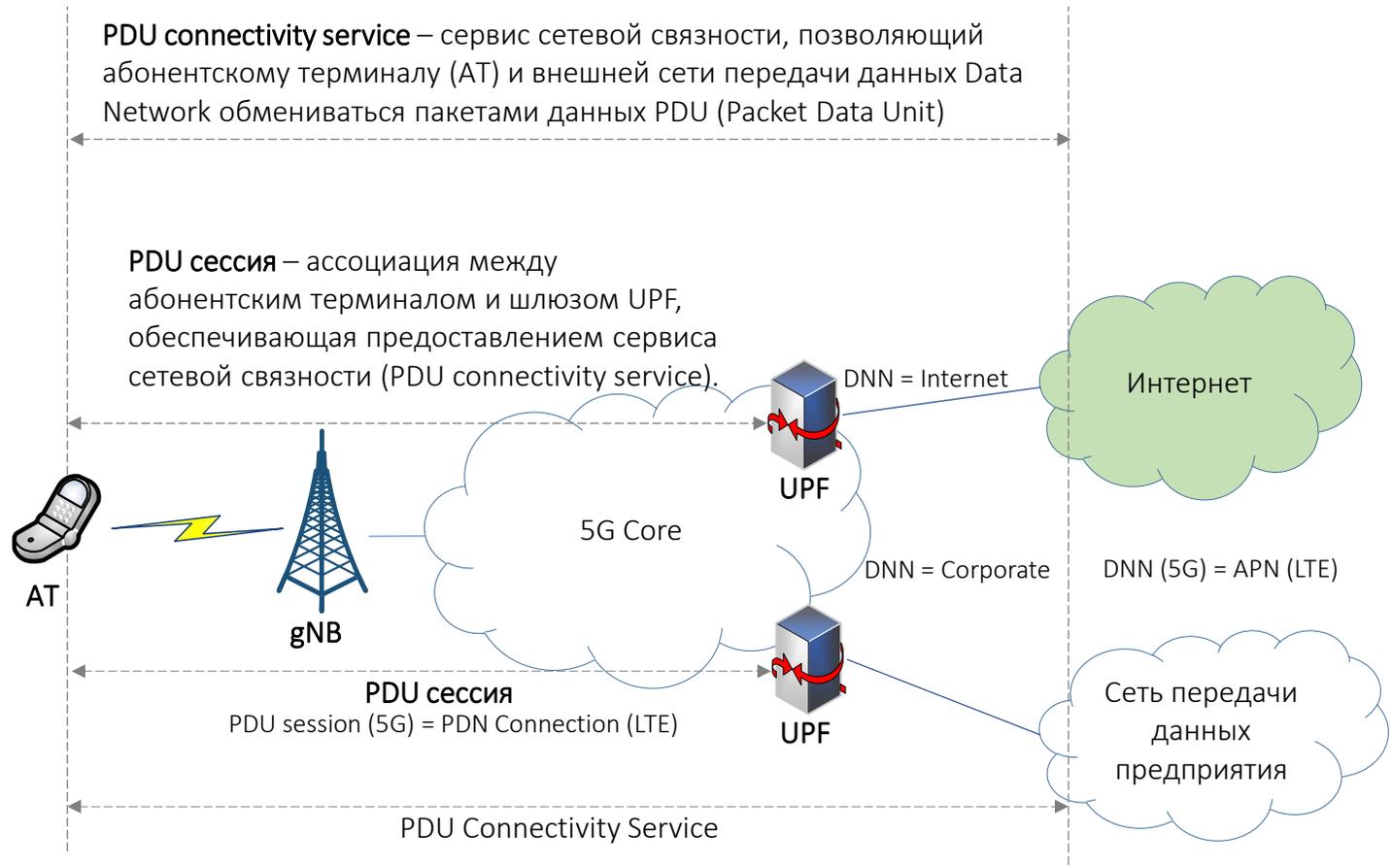


Лекция №6. Управление сессиями абонентов, сетевые политики

1. Типы сессий абонентских терминалов (понятие PDU сессия, имя DNN, типы сессий)
2. Режимы обеспечения непрерывности сессий (SSC modes)
3. Раздельная маршрутизация трафика
 - раздельная маршрутизация трафика IPv4, IPv6 (UL CL)
 - раздельная маршрутизация трафика IPv6 с множественной адресацией (multi-homed)
4. Модель QoS, параметры качества передачи данных
5. Управление качеством передачи данных
 - потоки данных заданного качества QoS Flow
6. Процедура подключения АТ к сети 5G и установления PDU-сессии
7. Правила выбора маршрута передачи абонентского трафика (USRP)

1. Типы сессий абонентских терминалов (понятие PDU сессия, имя DNN, типы сессий)



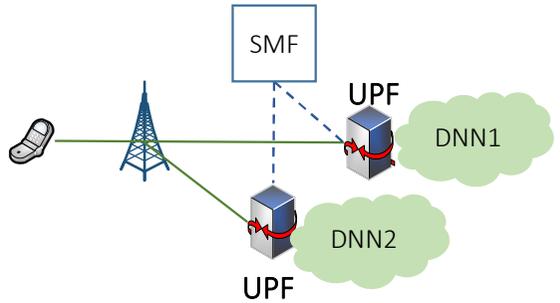
Параметры PDU сессии:

- тип сессии (IPv4, IPv6, IPv4v6, Ethernet, неформализованный)
- сетевой слой S-NSSAI
- имя сети передачи данных DNN
- режим сессии SSC

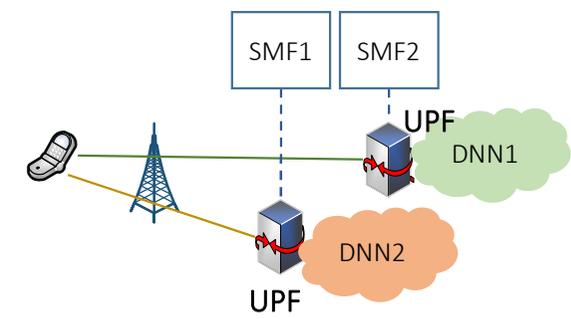
DNN (Data Name Network) – имя внешней сети передачи данных

Варианты использования сессий

Одна PDU сессия с использованием нескольких шлюзов UPF



Несколько PDU сессий



1. Типы сессий абонентских терминалов (понятие PDU сессия, имя DNN, типы сессий)

DNN (5G) = APN (LTE)

Пример настроек APN в Cisco:

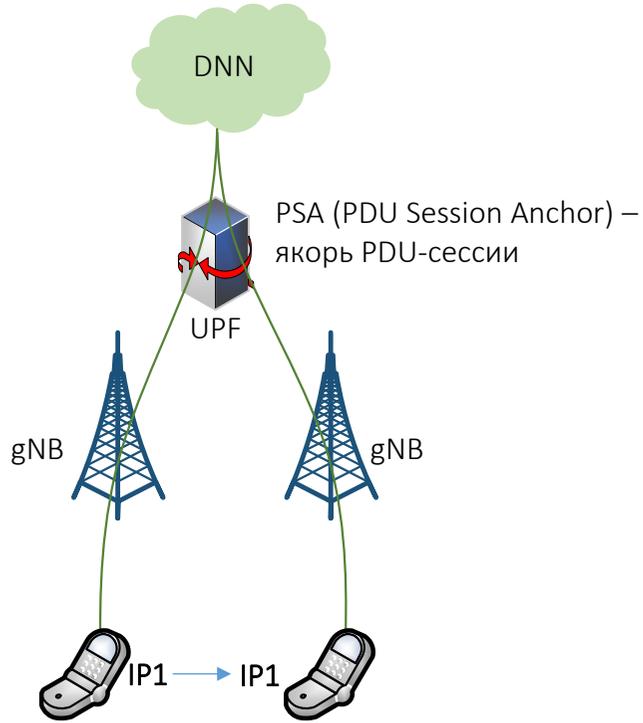
```
apn Internet
  accounting-mode none
  timeout bearer-inactivity non-gbr 300 volume-threshold total 1
  timeout bearer-inactivity exclude-default-bearer
  associate qci-qos-mapping qci-qos-map
  ims-auth-service PCRF
  dns primary 8.8.8.8
  dns secondary 4.4.4.4
  ip access-group ecs_acl in
  ip access-group ecs_acl out
  ip source-violation check drop-limit 0
  ip context-name OUT
  ip address pool name INTERNET
  active-charging rulebase HOME_DEFAULT
exit
```

Имя сервиса сетевых политик (policy)

Имя базового правила по умолчанию

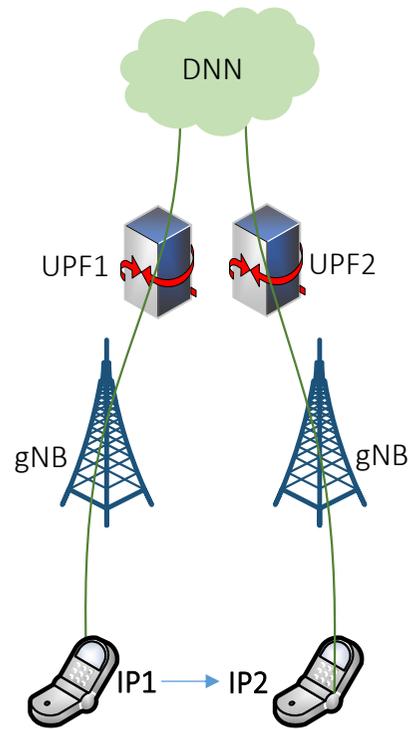
2. Режимы обеспечения непрерывности сессий (SSC modes)

В сети 5G предусмотрено три режима обеспечения непрерывности PDU-сессий SSC (Session and Service Connectivity)



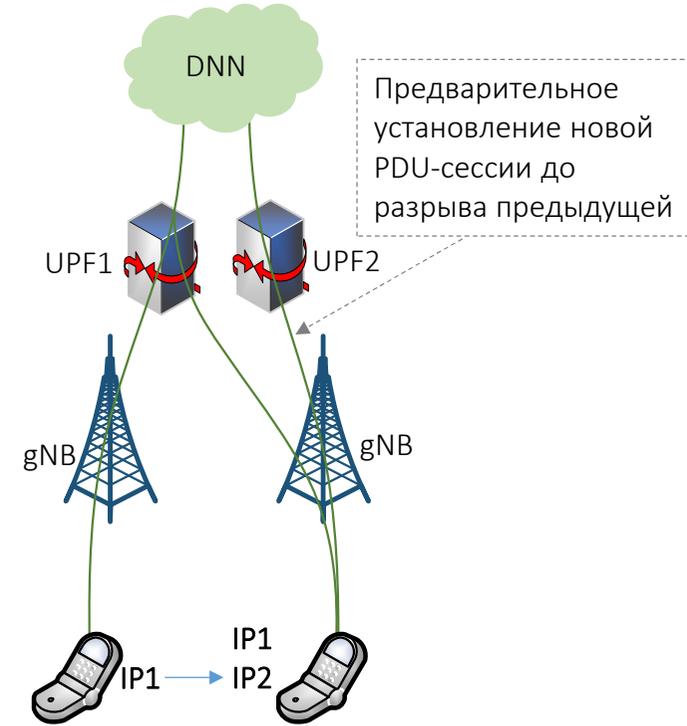
SSC mode 1

Мобильность без смены обслуживающего шлюза UPF. В этом режиме сеть гарантирует непрерывность PDU-сессий и сохранение выделенных IP-адресов



SSC mode 2

Мобильность со сменой обслуживающего шлюза UPF. В этом режиме сеть не гарантирует непрерывность PDU-сессий и сохранение выделенных IP-адресов

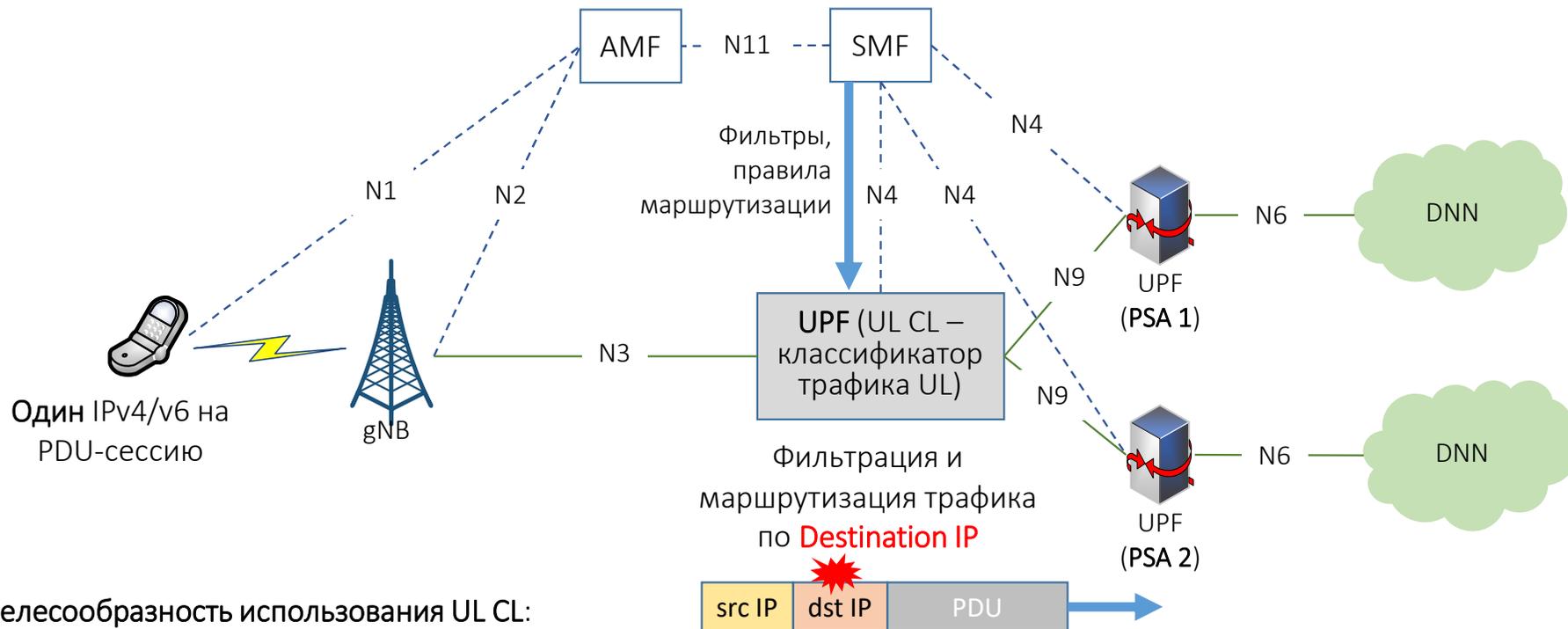


SSC mode 3

Мобильность со сменой обслуживающего шлюза UPF. В этом режиме сеть гарантирует непрерывность PDU-сессий с изменением выделенных IP-адресов и параметров PDU-сессии

2. Раздельная маршрутизация трафика

Вариант 1. Раздельная маршрутизация трафика при использовании нескольких якорных шлюзов UPF и классификатора UPLINK трафика. Работа классификатора UL «прозрачна» для АТ и не вносит никаких изменений в его работу.

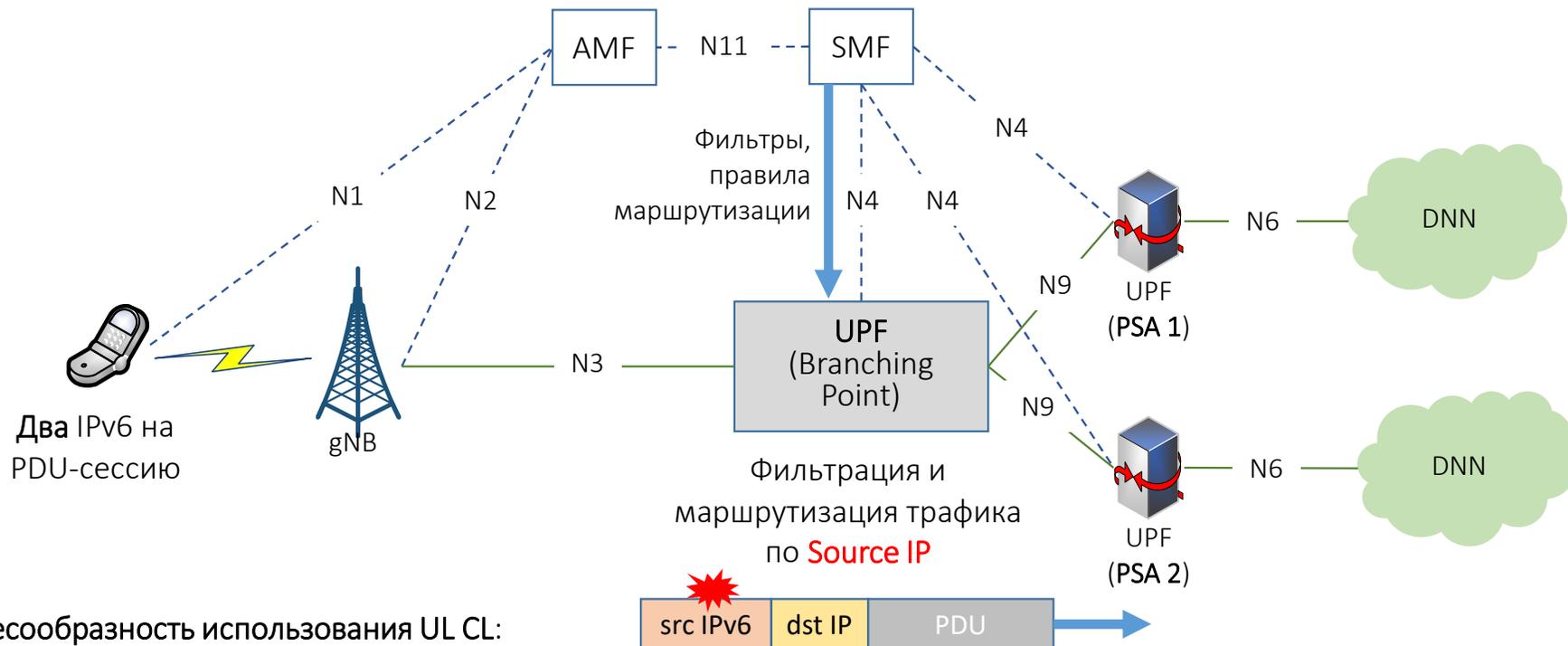


Целесообразность использования UL CL:

- разгрузка (offload) трафика шлюзов UPF;
- обеспечение непрерывности PDU-сессий согласно режима SSC mode 3.

2. Раздельная маршрутизация трафика

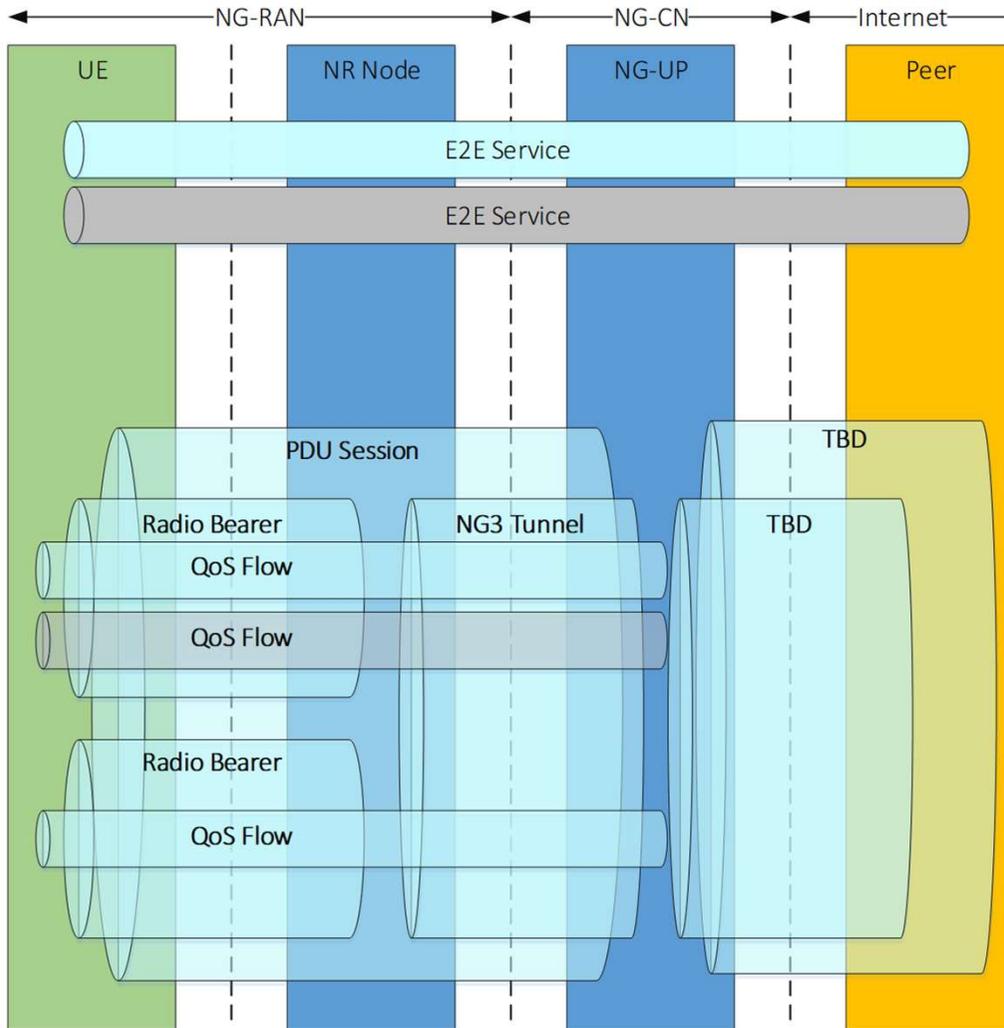
Вариант 2. Раздельная маршрутизация трафика при использовании нескольких якорных шлюзов UPF и точки ответвления трафика Branching Point. Работа Branching Point требует у AT назначение двух IPv6 на PDU-сессию и нескольких таблиц маршрутизации.



Целесообразность использования UL CL:

- разгрузка (offload) трафика шлюзов UPF;
- обеспечение непрерывности PDU-сессий согласно режима SSC mode 3.

4. Модель QoS, параметры качества передачи данных



Принцип управления качеством передачи данных в сети 5G основан на разделении трафика данных пользователей на несколько потоков данных и передачи их с различным качеством. Эти потоки определены техническими спецификациями 3GPP как **QoS Flow** и обозначаются идентификаторами **QFI (QoS Flow ID)**.

Поток данных QoS Flow по сути является виртуальным каналом передачи данных системы 5GS с определенным качеством.

Потоками данных управляет модуль управления сессиями SMF.

Потоки данных QoS Flow делятся на две категории:

- потоки данных с гарантированной скоростью передачи данных (**GBR QoS Flows**);
- потоки данных без гарантии скорости передачи данных (**non-GBR QoS Flows**).

4. Модель QoS, параметры качества передачи данных

Параметр/ идентификатор/ атрибут	Тип потока	
	Поток с гарантированной скоростью передачи данных (GBR QoS Flows)	Поток без гарантии скорости передачи данных (non-GBR QoS Flows)
Идентификатор качества 5QI (5G QoS Identifier)	√	√
Приоритет выделения и удержания сетевого ресурса ARP (Allocation and Retention Priority)	√	√
Гарантированная скорость передачи данных в линии «вверх» и в линии «вниз» GFBR (Guaranteed Flow Bit Rate)	√	
Максимальная скорость передачи данных в линии «вверх» и в линии «вниз» MFBR (Maximum Flow Bit Rate)	√	√
Атрибут «зеркального» качества RQA (Reflective QoS Attribute)		√

4. Модель QoS, параметры качества передачи данных

Индикатор 5QI	Тип трафика	Приоритет обработки	Допустимая задержка	Доля пакетов, переданных с ошибкой	Пример трафика
1	GBR	20	100 мс	10^{-2}	Голос в реальном времени
2		40	150 мс	10^{-3}	Видео в реальном времени
3		30	50 мс	10^{-3}	Игры в реальном времени, Приложения V2X
4		50	300 мс	10^{-6}	Видео поток с использованием буферизации
65		7	75 мс	10^{-2}	Голос транкинговой системы MCPTT
66		20	100 мс	10^{-2}	Голос транкинговой системы не-MCPTT
67		15	100 мс	10^{-3}	Видео транкинговой системы MCPTT
75		25	50 мс	10^{-2}	Приложения V2X
5	Non-GBR	10	100 мс	10^{-6}	Сигнализация подсистемы IMS
6		60	300 мс	10^{-6}	Видео поток с использованием буферизации, Интернет приложения (www, почта e-mail, чаты, ftp, p2p file sharing и т.д.)
7		70	100 мс	10^{-3}	Голос, видео без буфера, интерактивные игры
8		80	300 мс	10^{-6}	Видео поток с использованием буферизации,
9		90			Интернет приложения (www, e-mail, чаты, ftp, p2p файлы)
69		5	60 мс	10^{-6}	Сигнализация транкинговой системы MCPTT
70		55	200 мс	10^{-6}	Данные приложений, аналогичных QCI 6/8/9, но для высоко приоритетных сервисов Mission Critical
79		65	50 мс	10^{-2}	Приложения V2X
80		68	10 мс	10^{-6}	Приложения дополненной реальности AR
81		Критичный к задержкам GBR	11	5 мс	10^{-5}
82	12		10 мс	10^{-5}	Интеллектуальные транспортные системы
83	13		20 мс	10^{-5}	Интеллектуальные транспортные системы
84	19		10 мс	10^{-4}	Приложения дискретной автоматизации
85	22		10 мс	10^{-4}	Приложения дискретной автоматизации

4. Модель QoS, параметры качества передачи данных



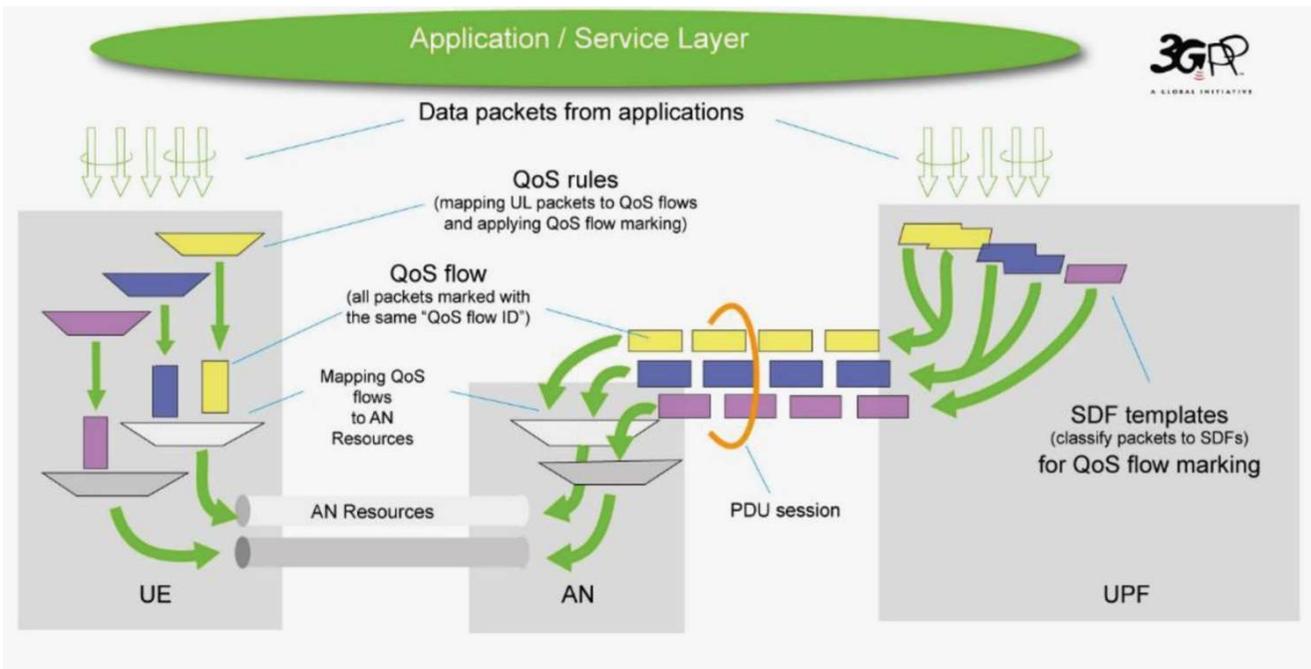
Приоритет выделения и удержания сетевого ресурса **ARP** включает в себя три параметра:

- приоритет выделения ресурса (**Priority Level**);
- параметр, характеризующий возможность забрать сетевой ресурс, уже выделенный другому абоненту с более низким приоритетом (**Pre-emption Capability**);
- параметр, характеризующий способность удержать выделанный сетевой ресурс по отношению к абоненту с более высоким приоритетом (**Pre-emption Vulnerability**).

Приоритет выделения ресурса используется тогда, когда сеть перегружена, для принятия решения о выделении сетевого ресурса потоку QoS Flow или сервисному потоку SDF. Значение приоритета как правило используется для управления ресурсами в отношении потоков QoS Flow с гарантированной скоростью передачи данных GBR. Приоритет выделения ресурса изменяется в пределах 1-15, значение 1 является максимальным приоритетом.

Параметры, характеризующие способность забрать Pre-emption Capability и удержать сетевой ресурс Pre-emption Vulnerability имеют значения 0 или 1.

5. Управление качеством передачи данных



В ядре сети 5GC поток данных заданного качества QoS Flow с помощью фильтров разделяется на сервисные потоки данных SDF (Service Data Flow). В отношении каждого потока SDF может применяться своя сетевая политика.

Фильтры пакетов IP, Ethernet потока SDF содержат фильтры для фильтрации трафика, передаваемого в направлении «вниз» (DL), а также в направлении «вверх» (UL), либо используемые в обоих направлениях одновременно.

Фильтр пакетов протокола IP содержит параметры:

- IP адреса источника/получателя пакета;
- номер порта (или диапазон портов) транспортного протокола источника/получателя пакета;
- тип транспортного протокола, используемого над протоколом IP;
- параметр качества обслуживания пакета: TOS (Type of Service) для протокола IPv4, TS (Traffic class) для протокола IPv6;
- метка потока Flow Label, используемая в протоколе IPv6;
- индекс протокола безопасности;
- направление использования фильтра («вниз», «вверх», оба направления).

6. Процедура подключения АТ к сети 5G

а) Включение абонентского терминала (Power on UE)

б) Сканирование частотных диапазонов NR bands (Frequency Search)

в) Поиск и выбор соты в соответствии с приоритетами частот, синхронизация (Cell Search and Selection, Synchronization)

г) Прием и декодирование системной информации MIB и SIB1 (MIB and SIB1 decoding)

д) Конкурентный доступ абонентского терминала к базовой станции посредством физического канала PRACH, выделение ресурсов физического канала PUSCH (Initial RACH procedure)

е) Подключение абонентского терминала к базовой станции по протоколу RRC (RRC connection setup procedure)

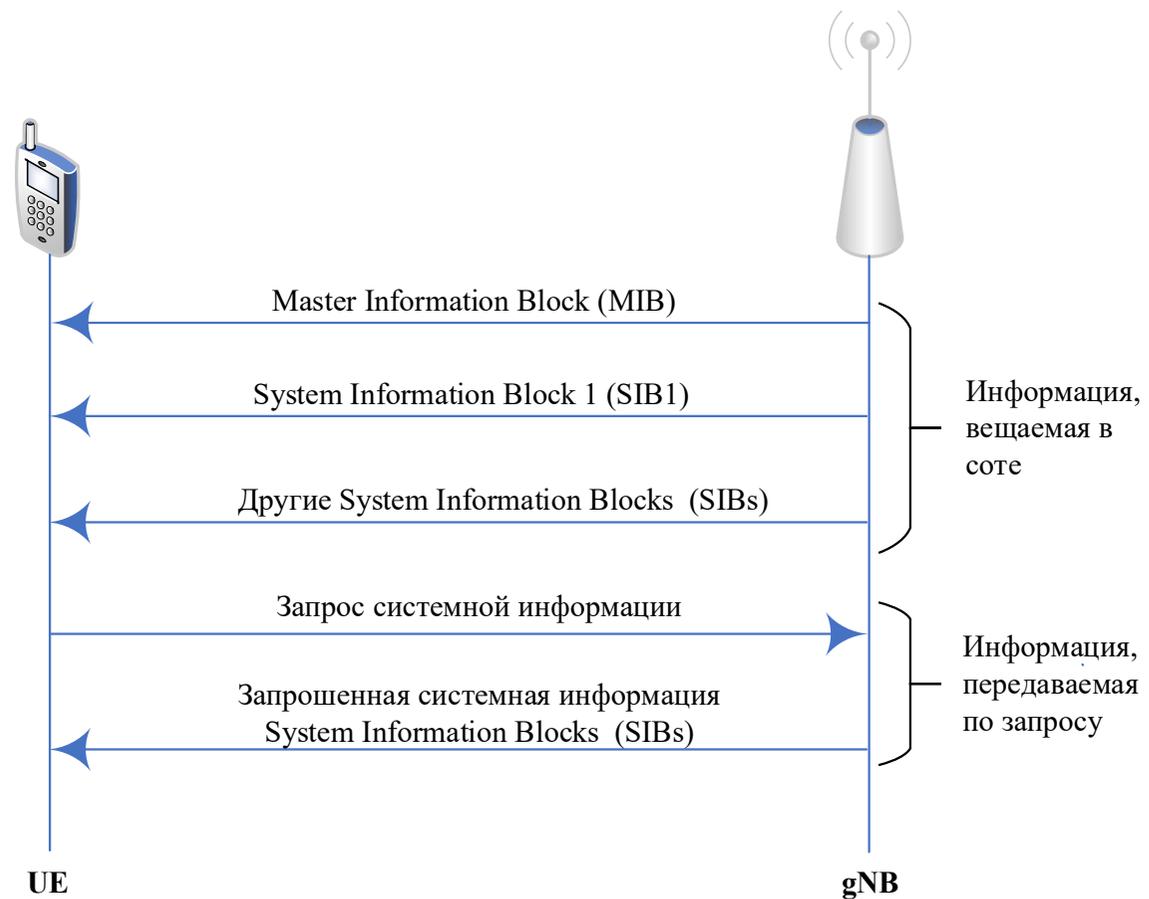
ж) Аутентификация абонентского терминала (Authentication)

з) Установление контекста безопасности (Security context setup)

и) Регистрация абонентского терминала в сети 5G (UE registration done)

и) Установление PDU-сессии и потока данных «по умолчанию» (PDU session and default DRB setup)

г) Прием и декодирование системной информации MIB и SIB



6. Процедура подключения АТ к сети 5G

а) Включение абонентского терминала (Power on UE)

б) Сканирование частотных диапазонов NR bands (Frequency Search)

в) Поиск и выбор соты в соответствии с приоритетами частот, синхронизация (Cell Search and Selection, Synchronization)

г) Приём и декодирование системной информации MIB и SIB1 (MIB and SIB1 decoding)

д) Конкурентный доступ абонентского терминала к базовой станции посредством физического канала PRACH, выделение ресурсов физического канала PUSCH (Initial RACH procedure)

е) Подключение абонентского терминала к базовой станции по протоколу RRC (RRC connection setup procedure)

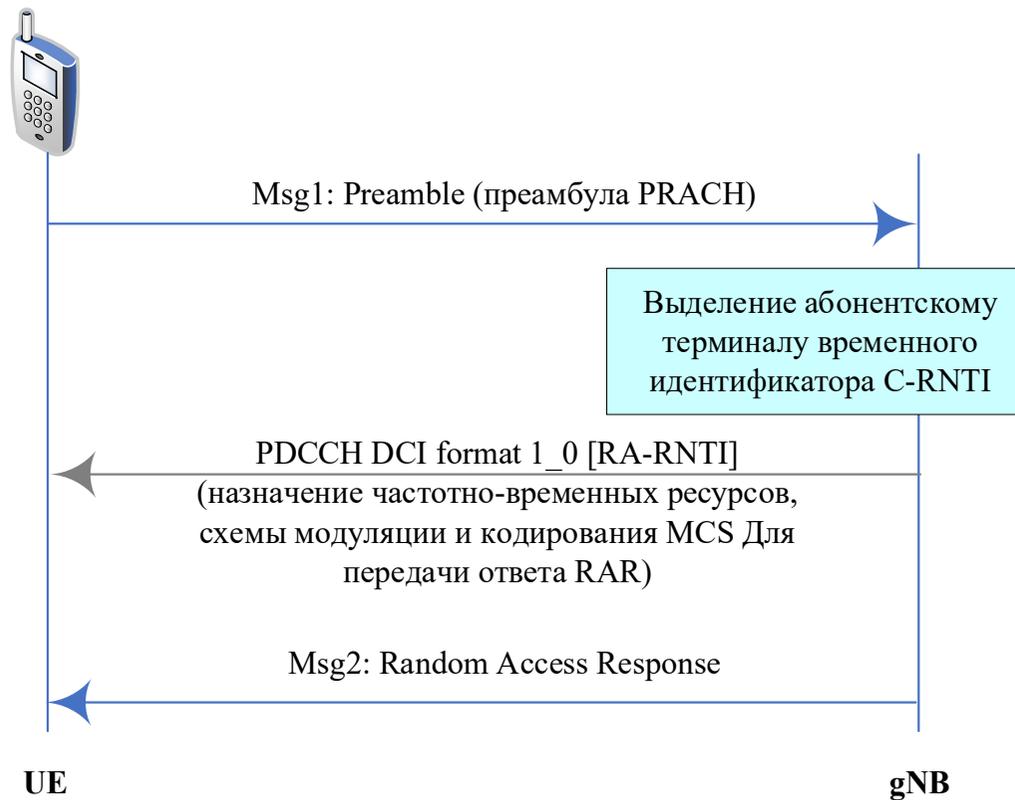
ж) Аутентификация абонентского терминала (Authentication)

з) Установление контекста безопасности (Security context setup)

и) Регистрация абонентского терминала в сети 5G (UE registration done)

и) Установление PDU-сессии и потока данных «по умолчанию» (PDU session and default DRB setup)

д) Конкурентный доступ АТ к базовой станции 5G



6. Процедура подключения АТ к сети 5G

а) Включение абонентского терминала (Power on UE)

б) Сканирование частотных диапазонов NR bands (Frequency Search)

в) Поиск и выбор соты в соответствии с приоритетами частот, синхронизация (Cell Search and Selection, Synchronization)

г) Приём и декодирование системной информации MIB и SIB1 (MIB and SIB1 decoding)

д) Конкурентный доступ абонентского терминала к базовой станции посредством физического канала PRACH, выделение ресурсов физического канала PUSCH (Initial RACH procedure)

е) Подключение абонентского терминала к базовой станции по протоколу RRC (RRC connection setup procedure)

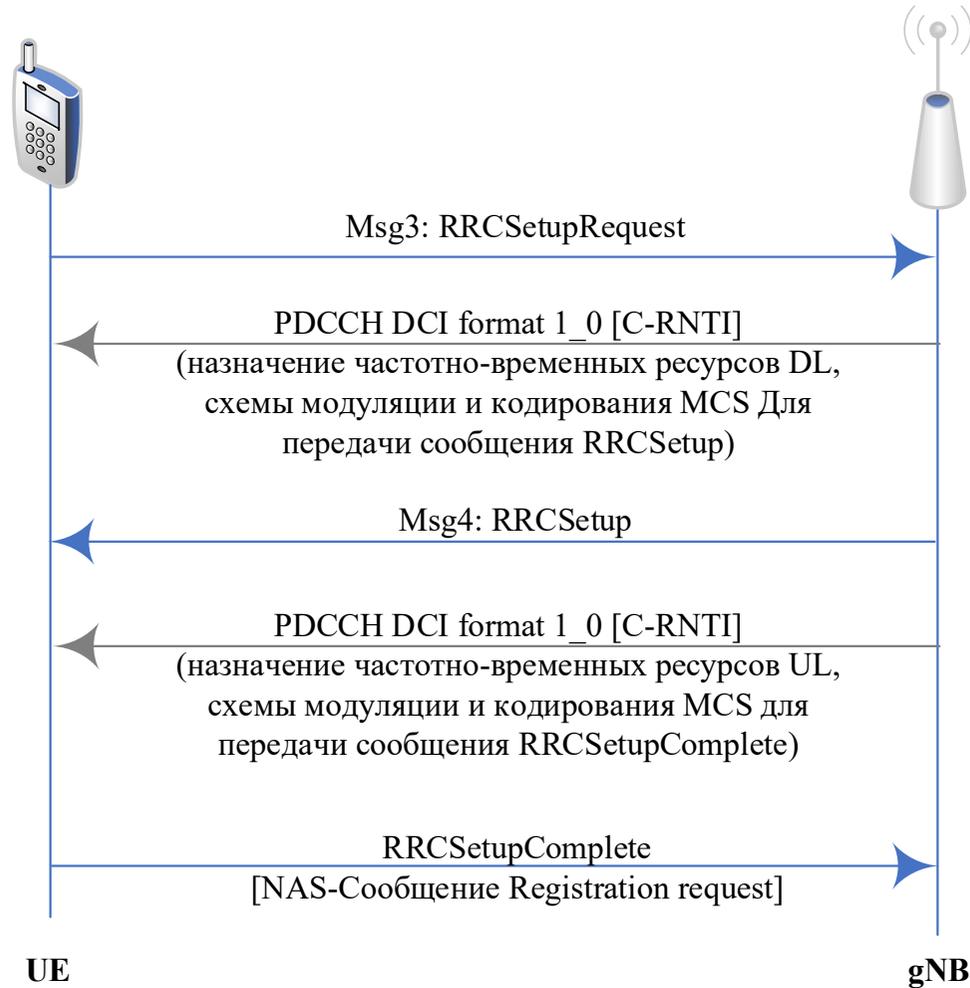
ж) Аутентификация абонентского терминала (Authentication)

з) Установление контекста безопасности (Security context setup)

и) Регистрация абонентского терминала в сети 5G (UE registration done)

и) Установление PDU-сессии и потока данных «по умолчанию» (PDU session and default DRB setup)

е) Подключение АТ к БС по протоколу RRC



6. Процедура подключения АТ к сети 5G

а) Включение абонентского терминала (Power on UE)

б) Сканирование частотных диапазонов NR bands (Frequency Search)

в) Поиск и выбор соты в соответствии с приоритетами частот, синхронизация (Cell Search and Selection, Synchronization)

г) Приём и декодирование системной информации MIB и SIB1 (MIB and SIB1 decoding)

д) Конкурентный доступ абонентского терминала к базовой станции посредством физического канала PRACH, выделение ресурсов физического канала PUSCH (Initial RACH procedure)

е) Подключение абонентского терминала к базовой станции по протоколу RRC (RRC connection setup procedure)

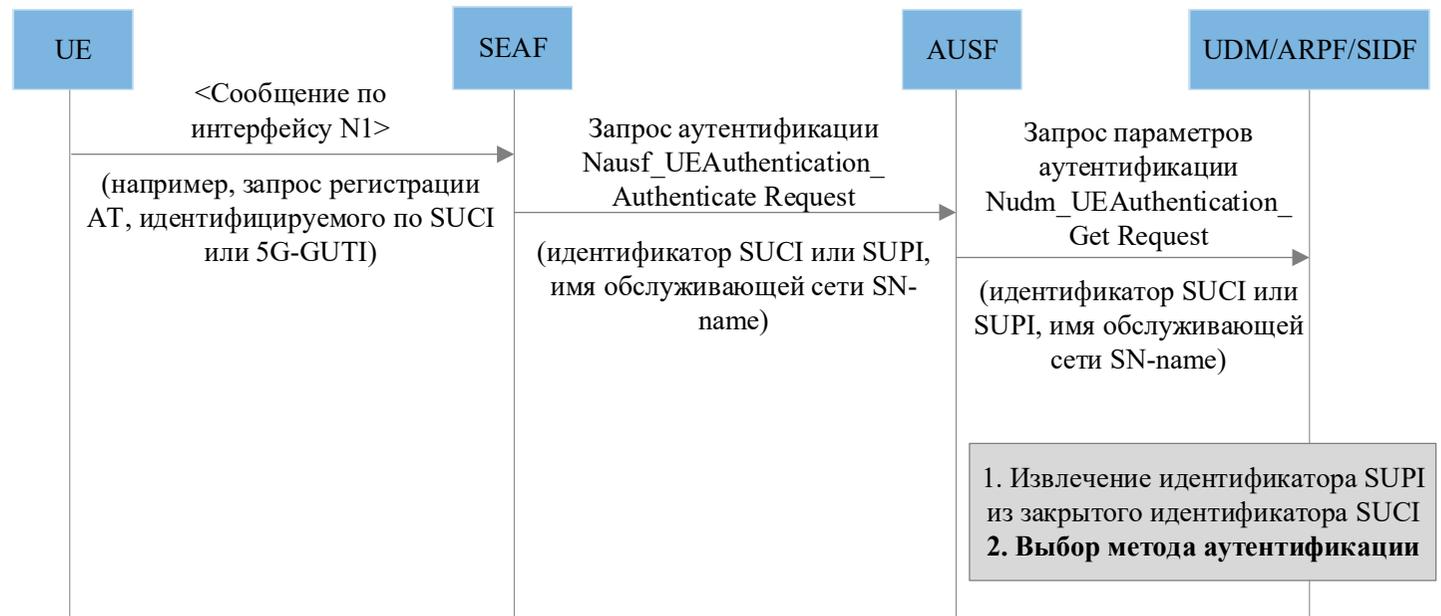
ж) Аутентификация абонентского терминала (Authentication)

з) Установление контекста безопасности (Security context setup)

и) Регистрация абонентского терминала в сети 5G (UE registration done)

и) Установление PDU-сессии и потока данных «по умолчанию» (PDU session and default DRB setup)

ж) Запрос регистрации и аутентификация АТ (фаза 1)



6. Процедура подключения АТ к сети 5G

а) Включение абонентского терминала (Power on UE)

б) Сканирование частотных диапазонов NR bands (Frequency Search)

в) Поиск и выбор соты в соответствии с приоритетами частот, синхронизация (Cell Search and Selection, Synchronization)

г) Приём и декодирование системной информации MIB и SIB1 (MIB and SIB1 decoding)

д) Конкурентный доступ абонентского терминала к базовой станции посредством физического канала PRACH, выделение ресурсов физического канала PUSCH (Initial RACH procedure)

е) Подключение абонентского терминала к базовой станции по протоколу RRC (RRC connection setup procedure)

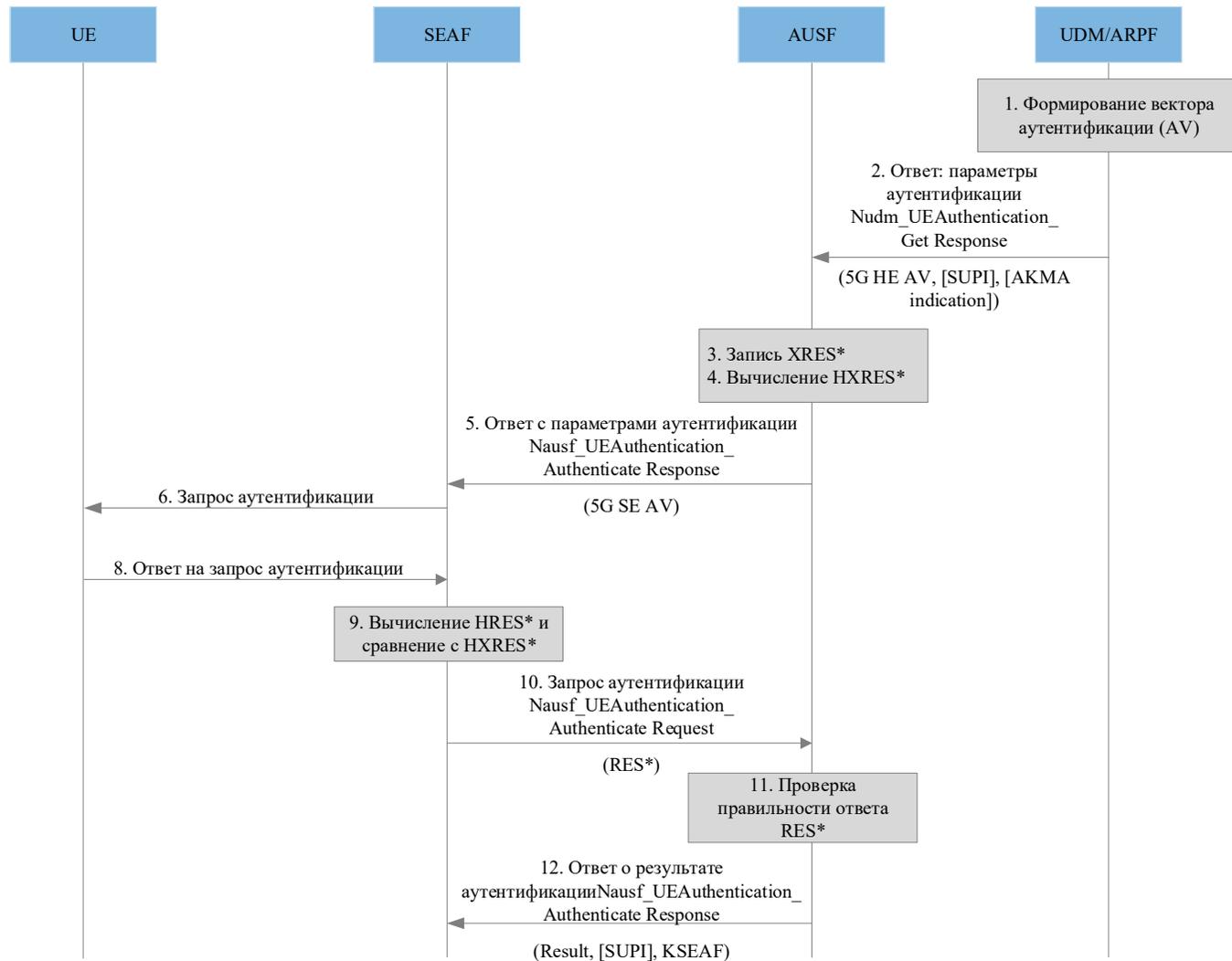
ж) Аутентификация абонентского терминала (Authentication)

з) Установление контекста безопасности (Security context setup)

и) Регистрация абонентского терминала в сети 5G (UE registration done)

и) Установление PDU-сессии и потока данных «по умолчанию» (PDU session and default DRB setup)

ж) Запрос регистрации и аутентификация АТ (фаза 2)



7. Правила выбора маршрута передачи абонентского трафика (URSP)

Политика выбора маршрута URSP (UE Route Selection Policy) позволяет АТ определить PDU сессию для передачи исходящего трафика: трафик может быть передан как посредством сети доступа 3GPP, так и может быть частично или полностью разгружен с использованием сети доступа не-3GPP.

Пример правила URSP Rule	Пояснение
Traffic filter: App=DummyApp Direct offload: Prohibited Slice Info: S-NSSAI-a Continuity Types: SSC Mode 3 DNNs: internet Access Type: 3GPP access	Правило обозначает условия передачи трафика приложения "DummyApp": <ul style="list-style-type: none"> - трафик должен передаваться с использованием сетевого слоя S-NSSAI-a, SSC режима 3 и DNN "Интернет"; - трафик не может быть частично разгружен с использованием сети доступа не-3GPP.
Traffic filter: App=App1, App2 Direct offload: Permitted Slice Info: S-NSSAI-a Access Type: Non-3GPP access	Правило обозначает условия передачи трафика приложений "App1" и "App2": трафик должен передаваться с использованием сетевого слоя S-NSSAI-a, сети доступа не-3GPP
Traffic filter: App=DummyApp Direct offload: Permitted (WLAN SSID-a) Continuity Types: SSC Mode 3	Правило обозначает условия передачи трафика приложения "DummyApp": <ul style="list-style-type: none"> - трафик должен передаваться с использованием SSC режима 3; - PDU сессия может быть установлена с использованием любого типа сети доступа (3GPP, не-3GPP); - трафик может быть разгружен с использованием сети доступа не-3GPP с идентификатором SSID-a.
Traffic filter: * Direct offload: Preferred Slice Info: S-NSSAI-a, S-NSSAI-b Continuity type: SSC Mode 3 DNN: internet	Данное правило является правилом «по умолчанию» и устанавливает условия передачи для всего трафика: <ul style="list-style-type: none"> - трафик должен передаваться с использованием сетевых слоев S-NSSAI-a и S-NSSAI-b, SSC режима 3 и DNN "Интернет"; - трафик предпочтительно должен быть частично разгружен с использованием сети доступа не-3GPP; - PDU сессия может быть установлена с использованием любой сети доступа.