

Сети мобильной связи нового поколения

Лекция 7 Подсистема IP-мультимедиа (IMS)

Кафедра АСВК
к.ф.-м.н. Бахмуrow Анатолий Геннадьевич



Общие сведения

Источники (список далеко не полон)

[1] <https://www.intuit.ru/studies/courses/1150/157/lecture/28726?page=1>

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Multimedia_Subsystem

[3] <http://1234g.ru/3g/uslugi-v-3g-setyakh/ims-ip-multimedia-subsystem>

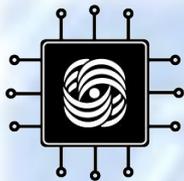
[4] <https://itechinfo.ru/node/95>

[5] <https://mobile-review.com/exhibition/image/2005/infocom-2005/Ericsson-IMS-solution.pdf>

(полезно в части знакомства с назначением подсистемы и примерами приложений)

[6] <https://realtimerecommunication.wordpress.com/2015/07/27/summer-ims/> (хороший обзор на англ., в блоге есть и другие

Источники (2)



Интеграция IMS и 5GC

TR 23.794: как решается ряд задач (Key Issues) по взаимодействию в IMS при интеграции IMS с 5GC, в частности, при оформлении компонентов IMS в виде VNF. Указано, какие возможности 5GC надо использовать.

<https://www.metaswitch.com/blog/the-role-of-ims-in-voice-over-5g-vo5g> в т.ч., об интеграции

<https://realtimecommunication.wordpress.com/2017/10/31/ims-and-5g/> некоторые требования к 5GC при поддержке IMS

Для дополнительного чтения:

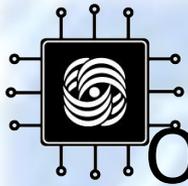
<https://www.metaswitch.com/blog/the-ip-multimedia-subsystem-comes-of-age> об истории IMS

https://www.riverpublishers.com/journal/journal_articles/RP_Journal_2245-800X_618.pdf - о мультимедиа в 5G

23.228, Annex Y IMS и 5G (очень тезисно)

<https://www.riverpublishers.com/journal.php?j=JICTS/6/2/0>
спец. выпуск журнала с описанием различных аспектов 5G

Общие сведения (2)



Официальные спецификации 3GPP

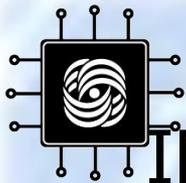
23.228 – архитектура

22.228 – требования к предоставляемым услугам

29.228 – потоки управления (signaling flows) и содержание сообщений

(ранее, до 2012 г. разработкой занимался комитет TISPAN в составе ETSI)

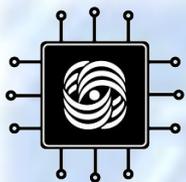
Общие сведения (3)



IMS обеспечивает:

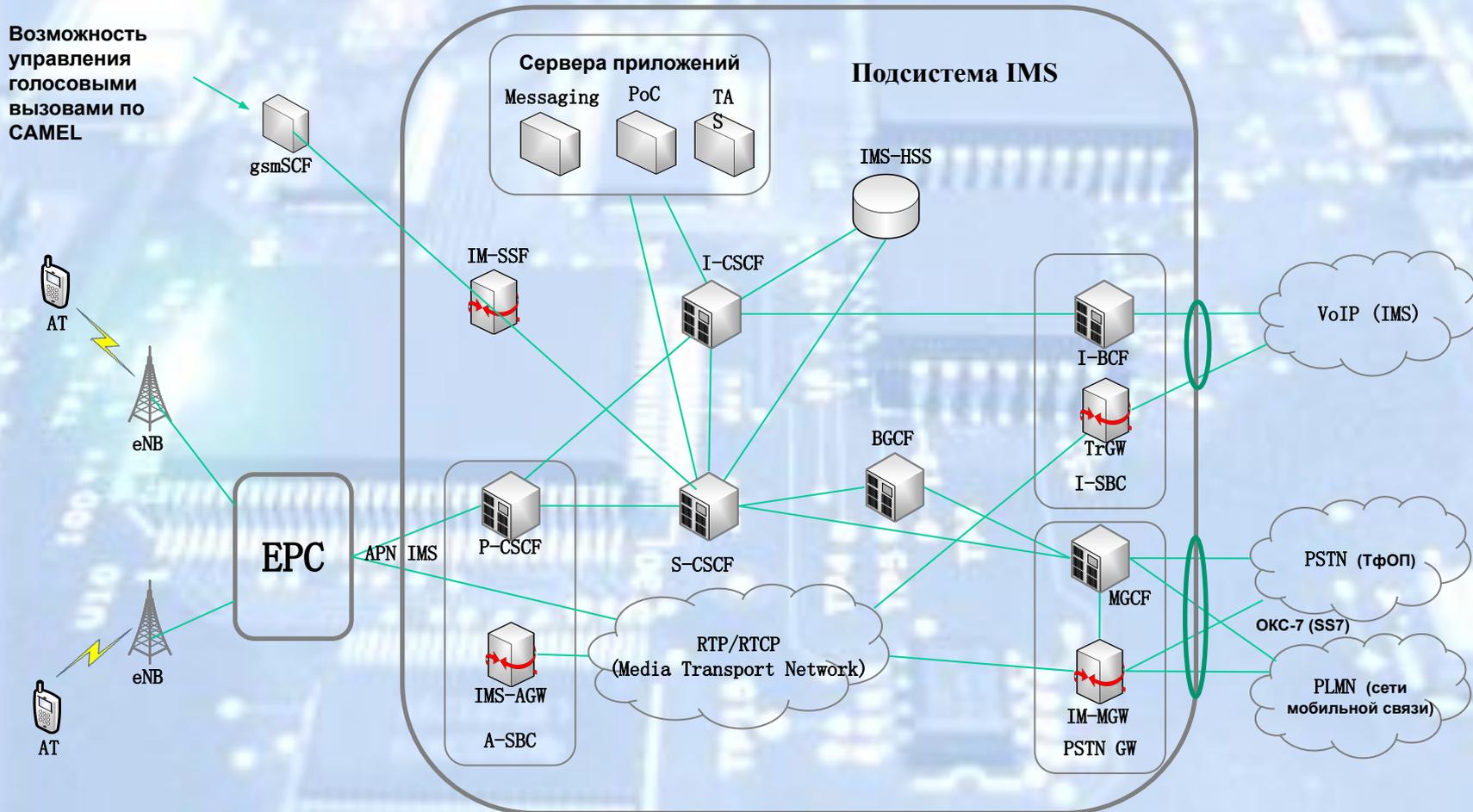
- Передачу в реальном времени речи, видео, мультимедиа
- Аудио и видео конференции
- Доставку контента (видео, аудио, мультимедиа) – Content Delivery Services
- Потокое видео, аудио, мультимедиа – Content Streaming Services
- MMS

Цель – обеспечить независимость сервисов от транспортного уровня сети



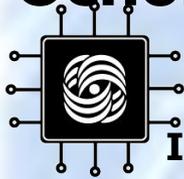
Архитектура подсистемы IMS, упрощённо [С.В. Терентьев]

Возможность управления голосовыми вызовами по CAMEL



См. также [3], рис. 5

Основные элементы подсистемы IMS [С.В. Терентьев]



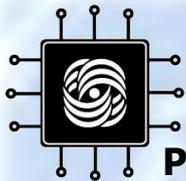
IMS-HSS (IMS Home Subscriber Server) – база данных абонентов подсистемы IMS

CSCF (Call Session Control Function) – сетевая функция управления сессиями (вызовами) в подсистеме IMS

- **P-CSCF** (Proxy CSCF) – прокси функция CSCF, выполняет роль точки доступа абонентов к подсистеме IMS и обеспечивает функции безопасности FW. IP-адреса P-CSCF доступны для абонентов (например, посредством утилит ping, traceroute и других)
- **S-CSCF** (Serving CSCF) – центральная сетевая функция подсистемы IMS, обслуживающая сессию абонентов и обрабатывающая все сообщения протокола SIP, относящиеся к данной сессии
- **I-CSCF** (Interrogating CSCF) – сетевая функция «посредник», обеспечивающая взаимодействие с другими подсистемам IMS

SBC (Session Border Controller) – пограничный контроллер сессий

- **A-SBC** (Access SBC) - пограничный контроллер сессий уровня доступа, включает в свой состав прокси функцию P-CSCF для обработки сигнализации и шлюз доступа IMS-AGW (IMS Access Gateway) для обработки медиа трафика
- **I-SBC** (Interconnect SBC) – пограничный контроллер взаимодействия с внешними VoIP сетями, включает в свой состав транзитный медиа шлюз TrGW и пограничную сетевую функцию обработки сигнализации I-BCF (Interconnect Border Control Function)



Основные элементы подсистемы IMS (2)

PSTN GW – пограничный шлюз взаимодействия с внешними телефонными TDM сетями посредством сигнализации ОКС-7

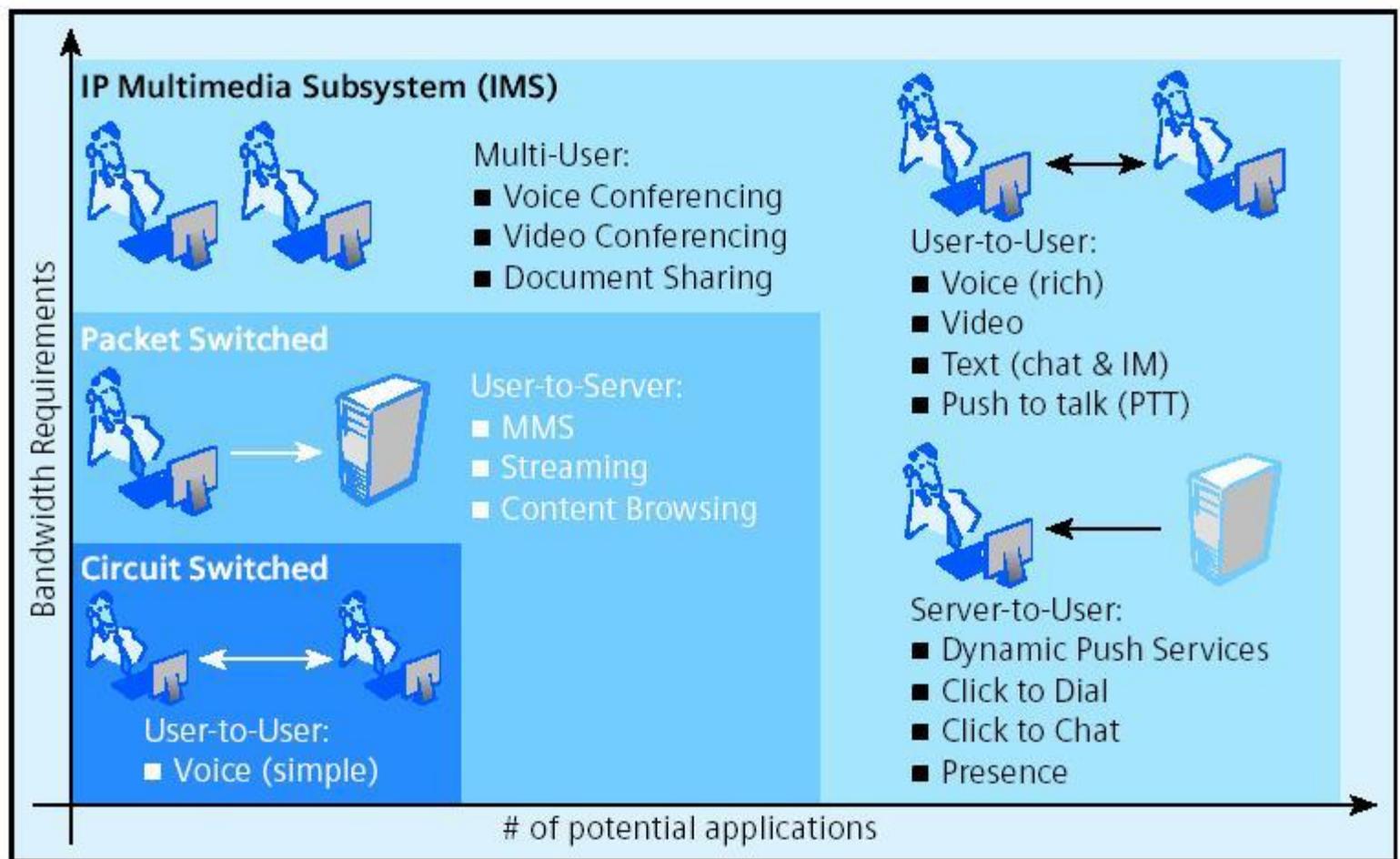
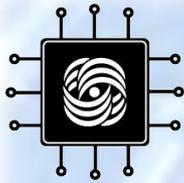
- **IM-MGW** (IMS Media Gateway) – медиа шлюз (TDM <-> IP)
- **MGCF** (Media Gateway Control Function) – сетевая функция управления медиа шлюзом IMS-MGW

BGCF (Breakout Gateway Control Function) – функция выбора шлюза PSTN GW для взаимодействия с внешней TDM сетью

IM-SSF (IP Multimedia Service Switching Function) – функция взаимодействия подсистемы IMS с платформой CAMEL (конвертер сообщений протоколов SIP <-> CAP)

Примечание. Система сигнализации № 7, или ОКС-7
– это протокол сигнализации телефонных TDM сетей («обычных» сетей цифровой телефонии)

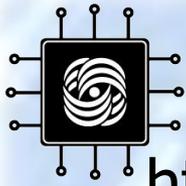
Приложения подсистемы IMS



+ RCS (Rich Communication Service) – развитие (и перспектива замены) SMS, GSM Assoc, бренд JOYN

<https://www.iphones.ru/iNotes/apple-sms-rs-01-07-2019>

<https://www.gsma.com/futurenetworks/rcs/rcs-resources/>

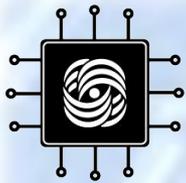


Приложения телефонии MMTEL (IMS Multimedia Telephony)

<https://itechinfo.ru/node/100>

Базовые услуги

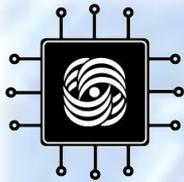
- Голосовая связь – Speech.
- Видео связь – Video.
- Текстовая связь – Text.
- Передача факсимильных сообщений – Fax.
- Передача файлов – File Transfer.
- Совместное использование видео, аудио, изображения, файлов – Video sharing, Audio sharing, Image sharing, File sharing.



Приложения телефонии MMTEL (2)

(некоторые) дополнительные услуги (полный список см. в том же документе):

- Идентификация вызывающего пользователя (Originating Identification Presentation – OIP)
- Запрет идентификации вызывающего пользователя (Originating Identification Restriction – OIR)
- Конференция (Conference – CONF)
- Переадресация сессий/вызовов (Communication Diversion – CDIV)
- Удержание сессии/вызова (Communication Hold – CH)
- Перевод вызова (Explicit communication transfer – ECT)
- Установление соединения с занятым абонентом (Completion of communication to busy subscriber – CCBS)
- Уведомление об оплате (Advice of Charge – AOC)



Нумерация и идентификация абонентов IMS

См.

<https://itechinfo.ru/content/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F-volte>

«Идентификаторы пользователя»

Частный идентификатор пользователя (private user identity) – по одному на абонента

В формате *network access identifier* (RFC2486)

Берётся из ISIM, если ISIM отсутствует – создаётся из IMSI, пример:

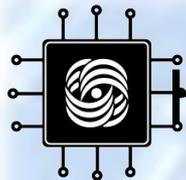
IMSI 250181234567890 (MCC = 250, MNC = 18)

prUI = 250181234567890@ims.mnc018.mcc250.3gppnetwork.org

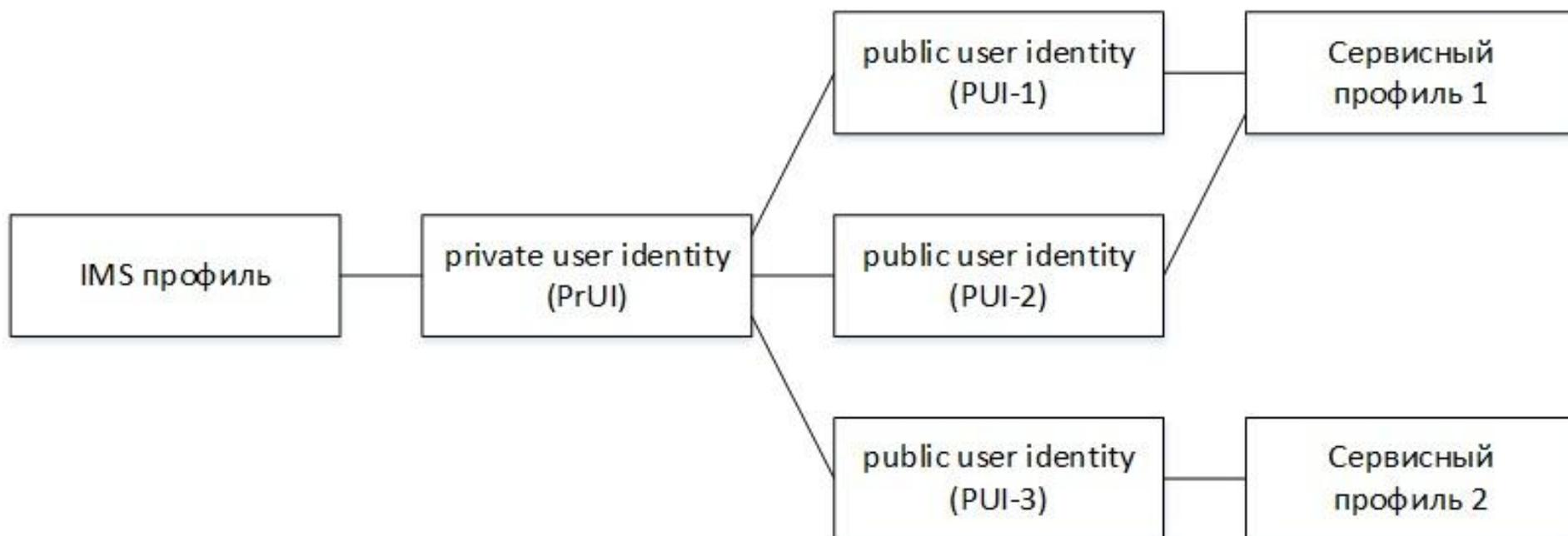
Публичный идентификатор пользователя (public user identity) – их может быть несколько для одного пользователя

SIP URI (RFC3261, RFC3986) sip:username@domain - для общения с абонентами IP-телефонии

Tel URI (RFC3966) (пример tel:+79991234567) – для общения с

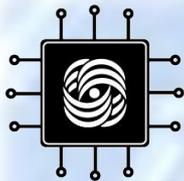


Нумерация и идентификация абонентов IMS (2)



Пример: Два сервисных профиля абонента в HSS (в любой момент времени может использоваться только один)

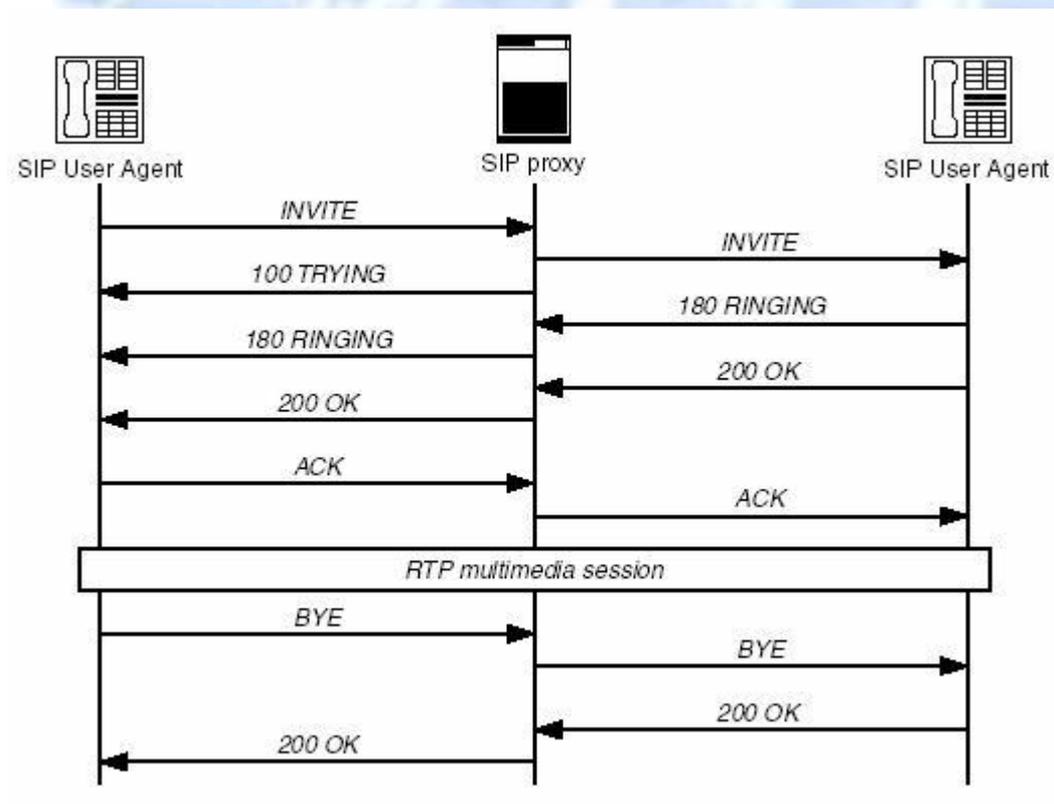
Примечание. Предусмотрен также порядок идентификации при использовании нескольких устройств одним абонентом (см. ниже в том же док.).



Протокол SIP

См. [3], рис. 7,8,

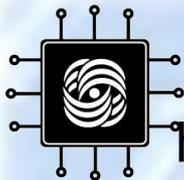
<https://wiki.merionet.ru/ip-telephonya/2/how-to-sip/>,



Method	Function	RFC or draft
INVITE	Call setup	RFC 3261
ACK	Acknowledgement for response to INVITE	
BYE	Call termination	
CANCEL	Cancel call	
REGISTER	Register URL with SIP server	
OPTIONS	Check for capabilities	
INFO	Midcall signaling	RFC 2976
PRACK	Provisional acknowledgement	RFC 3262
UPDATE	Modify session information	RFC 3311
REFER	Transfer user to a URL	Draft-ietf-sip-refer-07.txt
SUBSCRIBE	Requests notification of an event	RFC 3265
NOTIFY	Event notification	RFC 3265
MESSAGE	Transports instant message	RFC 3428

Для самой передачи кодированного голоса используется протокол RTP [RFC 3550]

Протокол SDP



<https://www.voipnotes.ru/blog/basic-knowledge-of-sdp/>

<https://wiki.merionet.ru/ip-telephoniya/50/pro-session-description-protocol/>, RFC4566

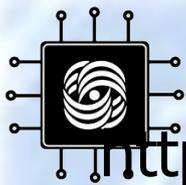
Используется для установления соединения и согласования параметров передачи и приема аудио или видео потоков между оконечными устройствами.

Данные протокола SDP могут передаваться в сообщениях SIP, например, INVITE.

Перечень данных и примеры см. по указанным ссылкам

Ещё про протоколы передачи голоса

<https://helpiks.org/7-70549.html>



Кодирование голосовых сообщений

<https://www.voipnotes.ru/blog/audiocodecs-use-in-voip/>
<https://wiki.merionet.ru/ip-telephoniya/5/voip-codecs/>

G.711 – основной кодек для телефонных сетей, скорость 64 Кбит/с, модуляция импульсно-кодовая (ИКМ, англ. PCM)

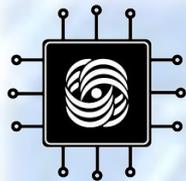
G.726 – также кодек для телефонных сетей, скорость 32 Кбит/с, модуляция адаптивная дифференциальная импульсно-кодовая (АДИКМ, англ. ADPCM).

GSM – скорость 13 Кбит/с

У всех указанных кодеков частота дискретизации 8 кГц

О модуляции ИКМ:

<https://www.intuit.ru/studies/courses/1077/211/lecture/5463?page=2> и последующие страницы



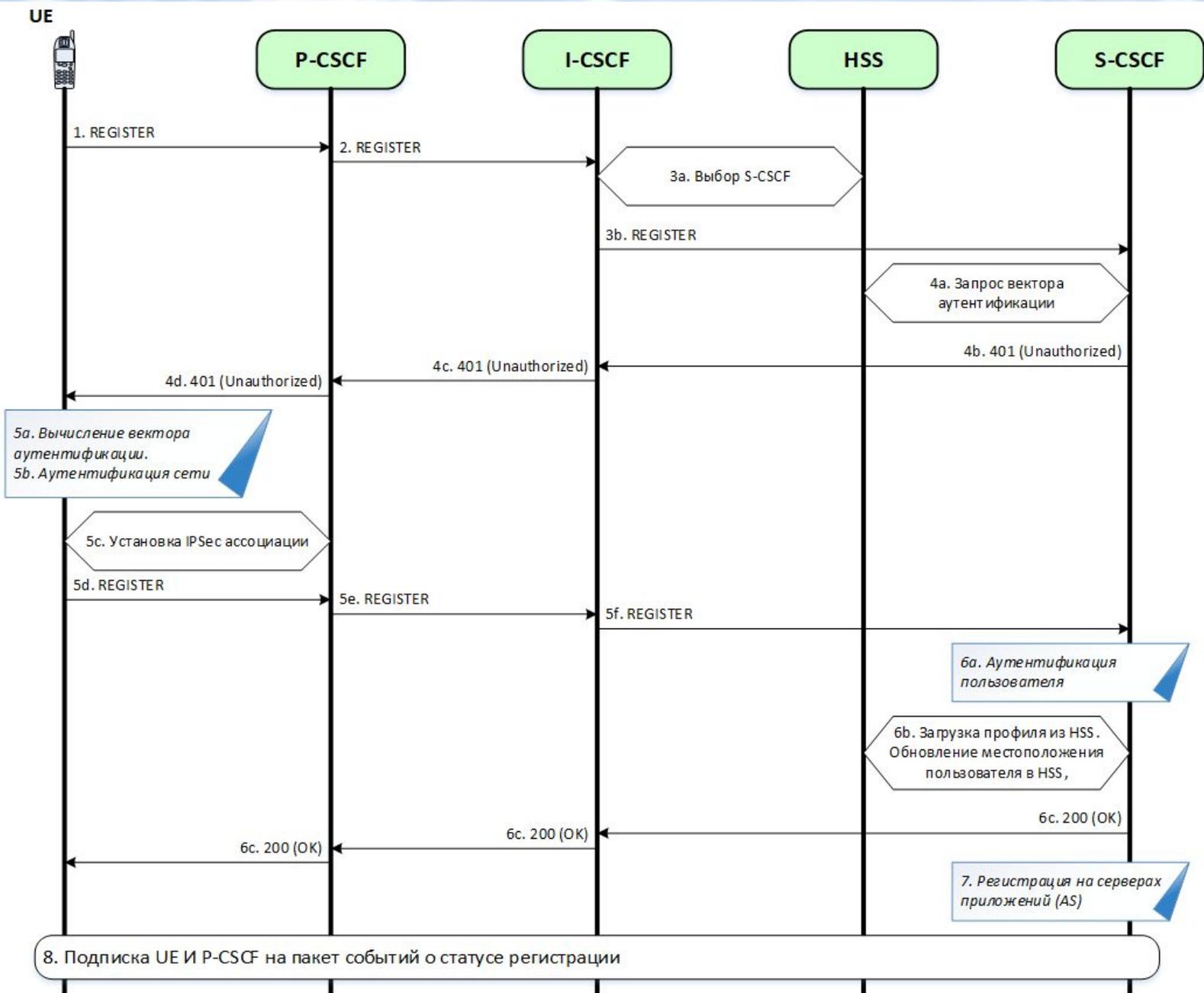
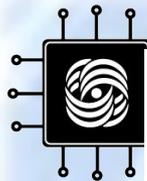
Основные процедуры подсистемы IMS

См.

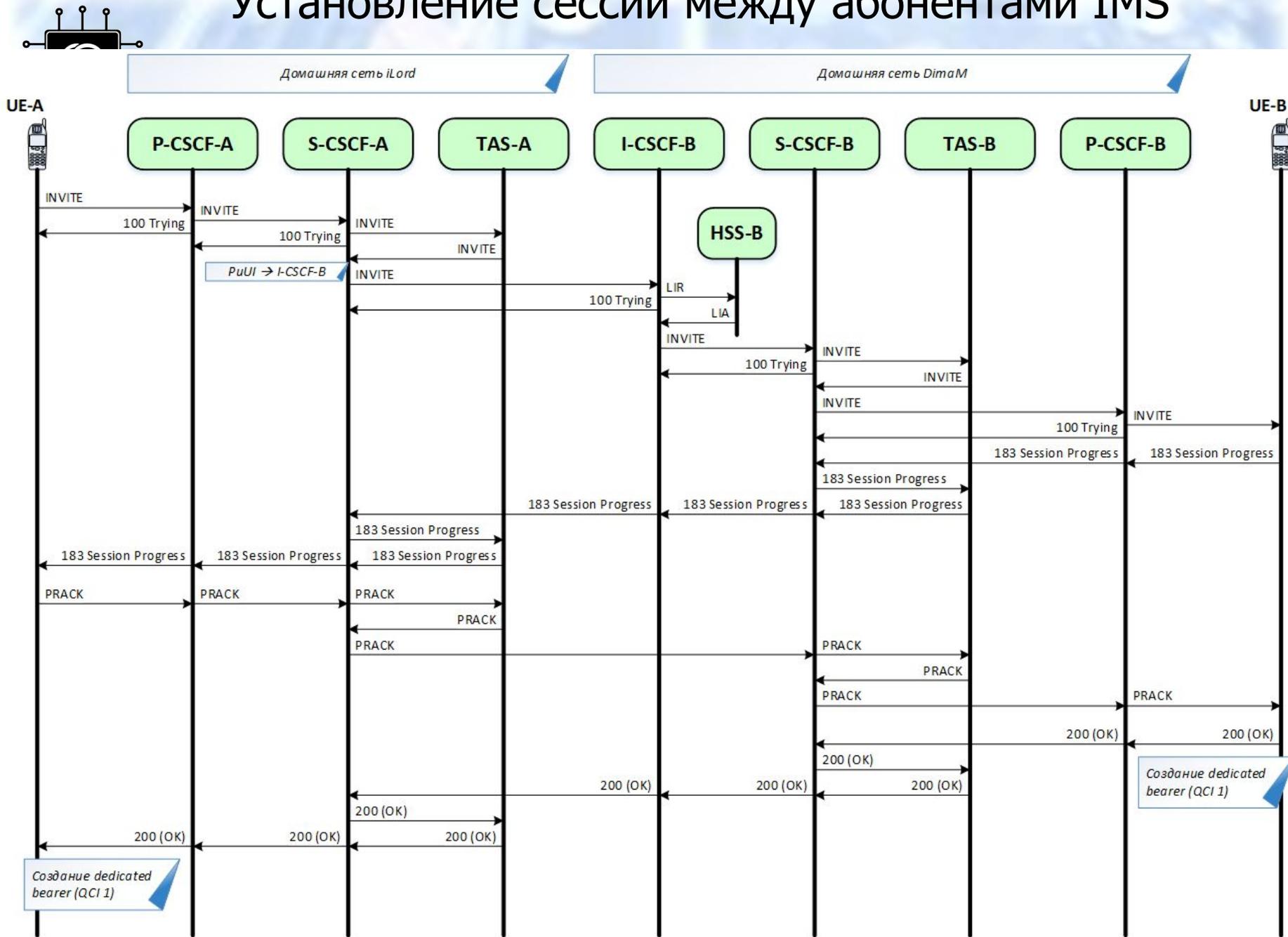
<https://itechinfo.ru/content/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B2%D1%8B%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B2-%D0%B2-%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8-volte-call-flow>

- Регистрация абонента в IMS - Рис. 47 и текст за ним
- Установление сессии между двумя абонентами – Рис. 52 и текст за ним

Регистрация абонента в подсистеме IMS

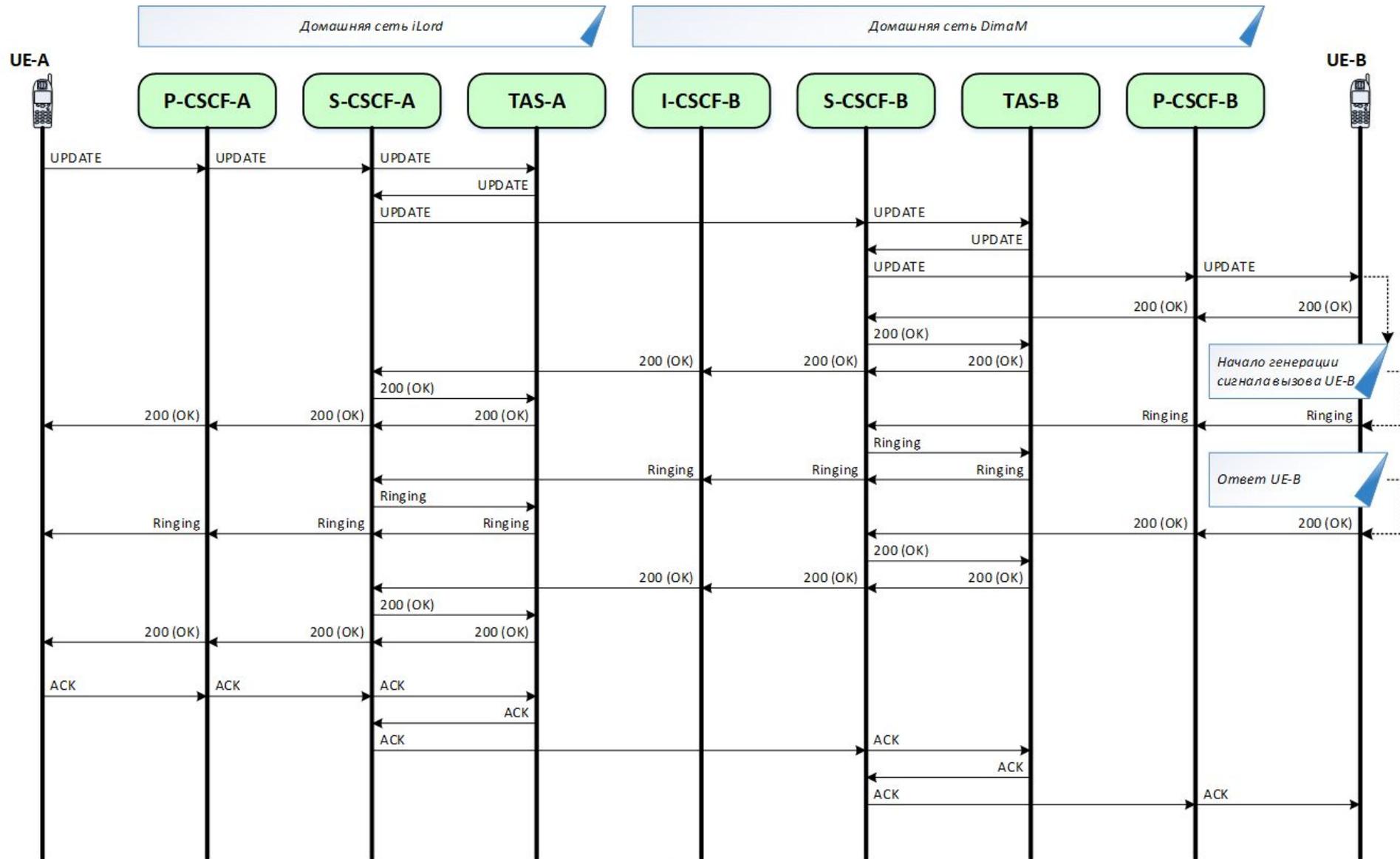


Установка сессии между абонентами IMS

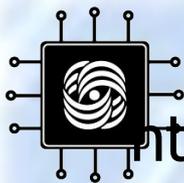




Установление сессии между абонентами IMS (2)



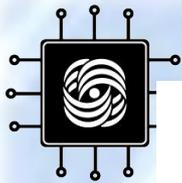
Организация роуминга в IMS



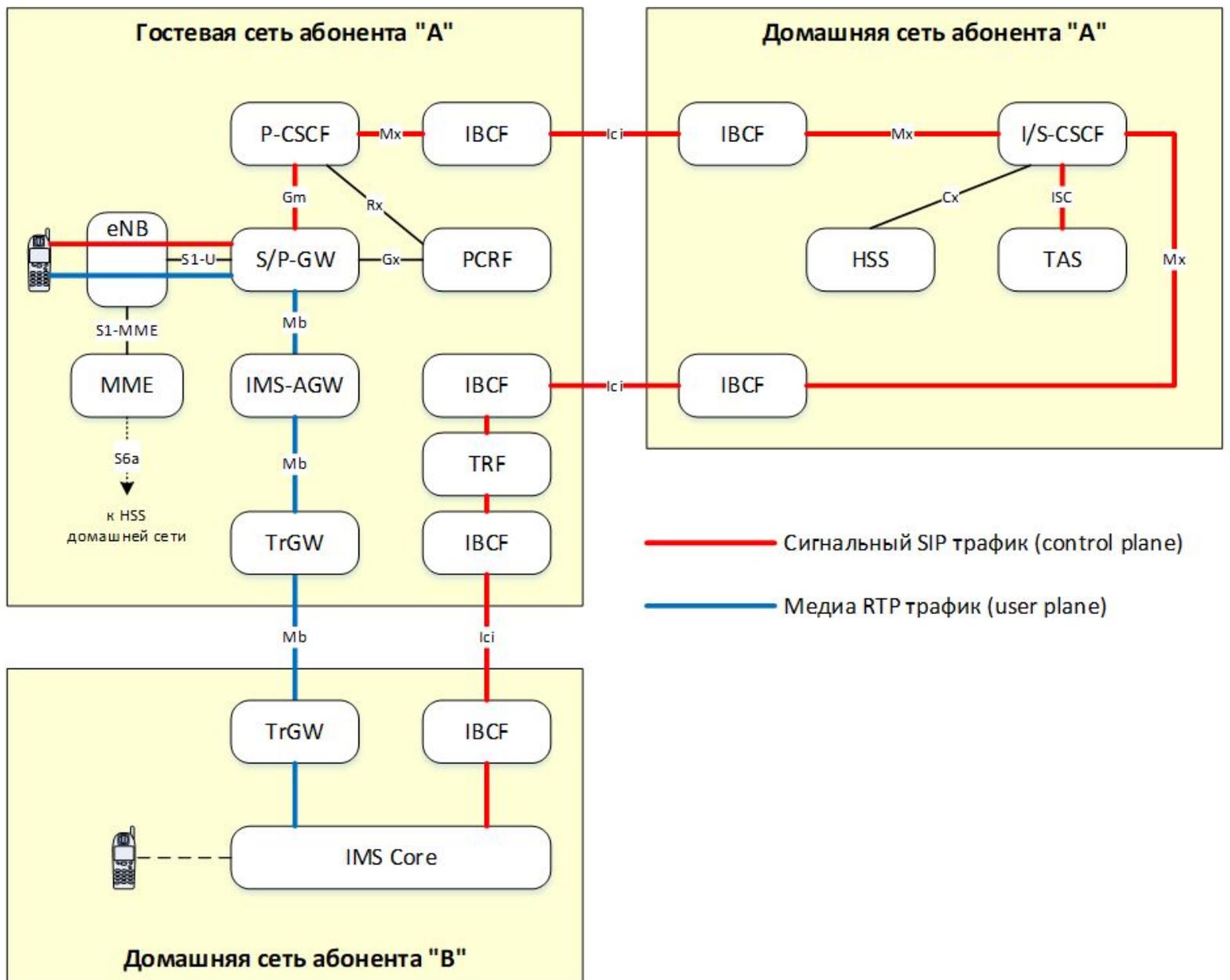
<https://itechinfo.ru/content/%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-volte-%D1%80%D0%BE%D1%83%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D0%B0>

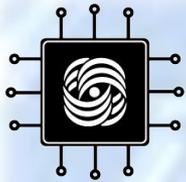
LBO-VR (Local Breakout VPMN Routing) (рис. 59) – маршрутизация вызова выполняется через гостевую сеть

LBO-HR (Local Breakout Home Routing) (рис. 60) - маршрутизация вызова выполняется через домашнюю сеть



Роуминг LBO-VR





Технология ENUM

http://www.circleid.com/posts/enum_mapping_e164_into_dns/

ENUM – tElephone NUmber Mapping (RFC3761)

- Преобразование «обычных» телефонных номеров в стандарте E.164 в доменное имя в специально выделенном домене. Пример:

+74959887788 -> 8.7.7.8.8.9.5.9.4.7.8.e164.arpa

- Привязка к доменному имени записи с URI для переадресации (записи NAPTR), к имени может быть привязано несколько записей (телефонные номера PSTN, SIP, webpage ...)

NAPTR - Naming Authority Pointers

См. пример использования в указанном документе

Интеграция IMS и 5GC

5GC -> IMS: Обнаружение функции P-CSCF



TR 23.794

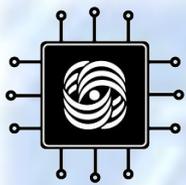
- Key Issues
- Solutions

<https://realtimecommunication.wordpress.com/2017/10/31/ims-and-5g/>

См. п. 6.18. P-CSCF регистрируется в функции NRF из 5GC, как appl. function (используется сервис BSF). Функция SMF выполняет поиск экземпляра P-CSCF для UE, соблюдая ряд правил (см. 6.18.1A)

IMS->5GC: Обнаружение функции PCF

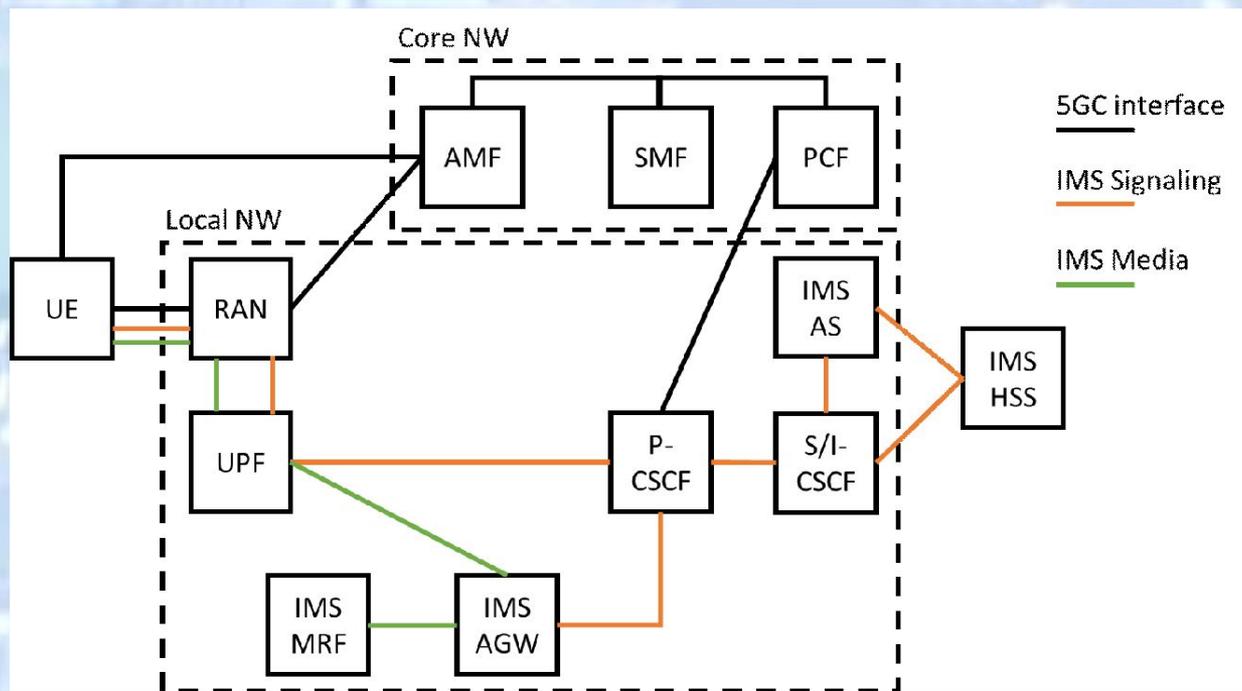
- Функция PCF регистрируется, используя сервис BSF, который описан в 23.513, п. 8.5.
- IMS, как и другие функции 5GC, выполняет обнаружение, согласно правилам из TS 23.501 п. 6.3.7.
- Входные параметры и результат обнаружения приведены в TS 23.502 п. 5.2.13.2.4.



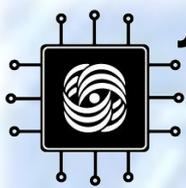
Локализация подсистемы IMS в сети 5G

Key Issue 1 – маршрутизация трафика IMS через локальную подсеть (например, близкую к UE) (п. 5.1)

Key Issue 2 – размещение сервера приложений IMS в локальной подсети (п. 5.2) – использование системой IMS возможности Edge Computing 5GC



Solution 1 (п. 6.1) – вся IMS в локальной сети. Служба SMF должна выбрать UPF в локальной сети для запроса UE

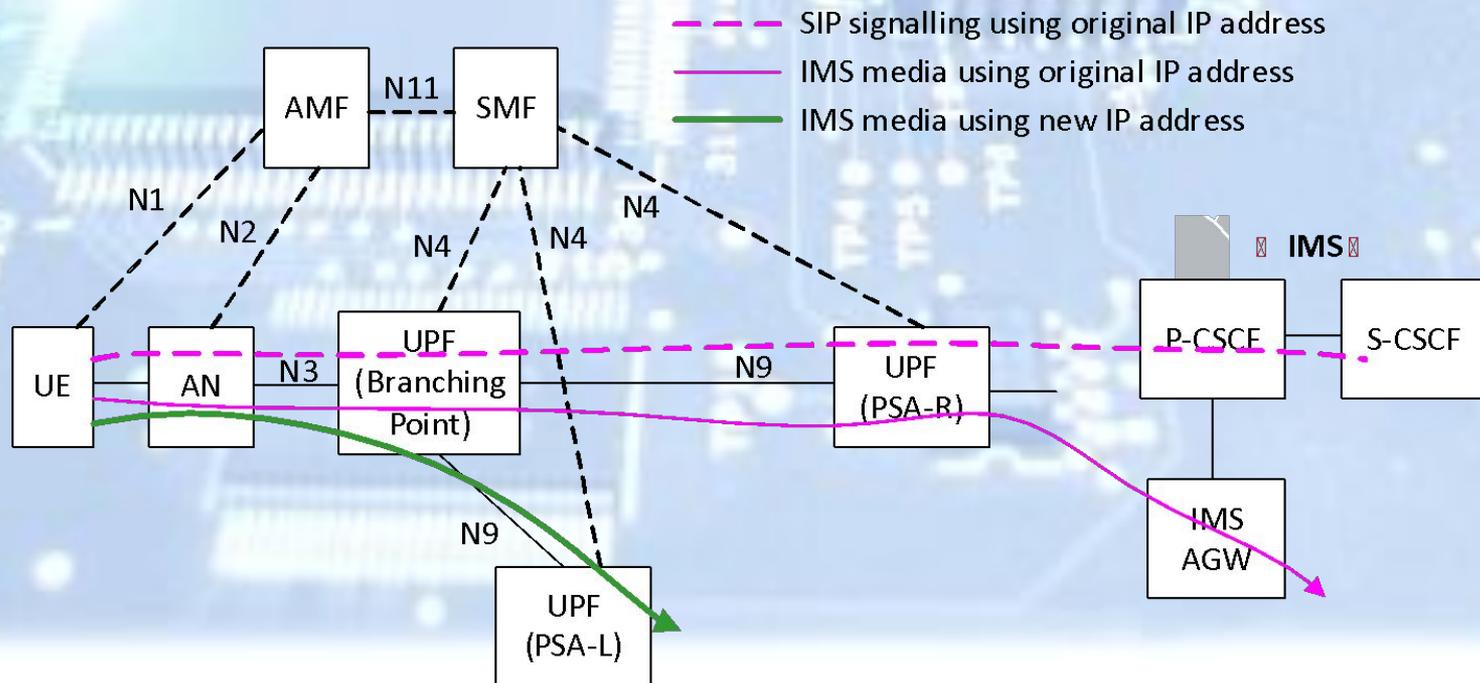


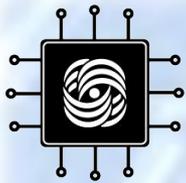
Локализация подсистемы IMS в сети 5G (2)

Solution 4 (п. 6.4) – направление медиа-трафика от/к UE в локальную сеть через дополнительный IP адрес

Используются возможности:

- Single PDU Session with multiple PDU Session Anchors (PSA's) (TS 23.501, п. 5.6.4, установление в TS 23.502 п. 4.3.5.4) – к сессии добавляется новый PSA – IP адрес
- UL CL (UL classifier) – обеспечивает разборку потока от UE по PSA и, наоборот, сборку потоков от PSA.

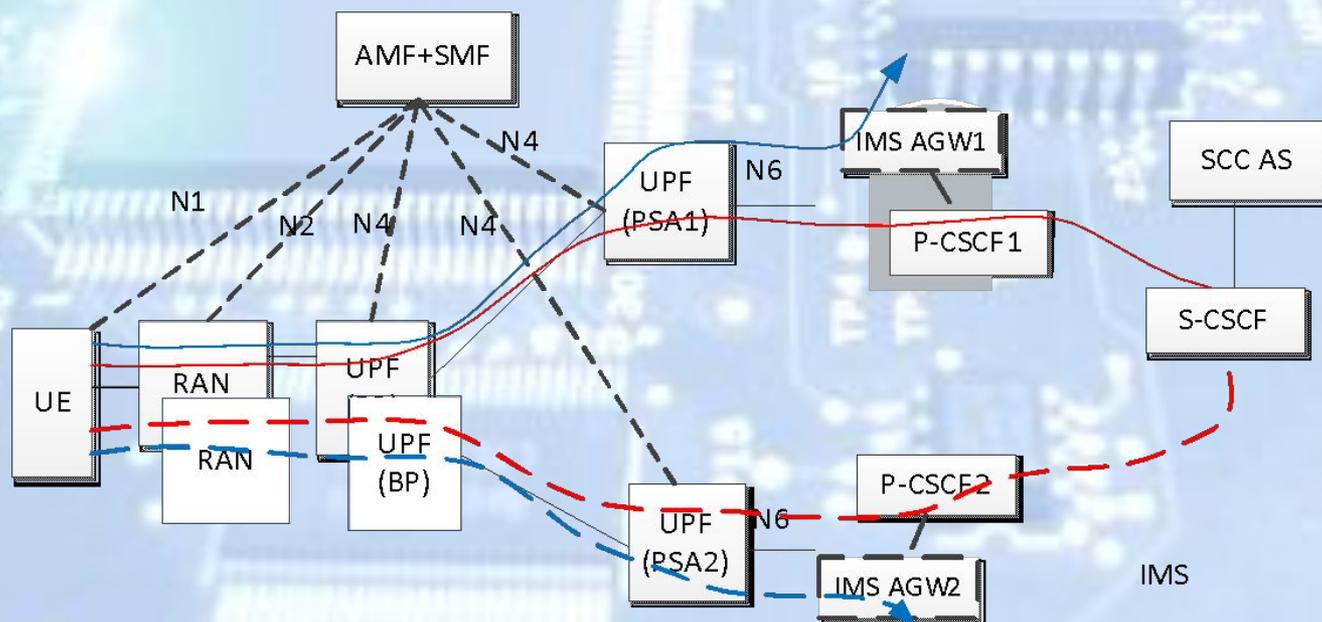




Локализация подсистемы IMS в сети 5G (3)

Solution 5 (п. 6.5) – направление медиа-трафика от/к UE в локальную сеть в условиях мобильности UE с использованием двух IP адресов

При перемещении UE создаётся новый PSA2, для старого PSA1 сеть сообщает время жизни. IMS Client в UE регистрируется через PSA2, переносит медиапоток и закрывает старое соединение.





Использование нескольких сетевых пластов (slices) для передачи мультимедиа

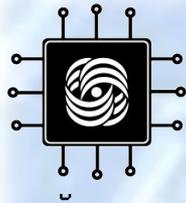
См. 23.794 п. 6.11, а также п. 6.8

Рассматривается сценарий когда UE передаёт медиапоток по разным пластам.

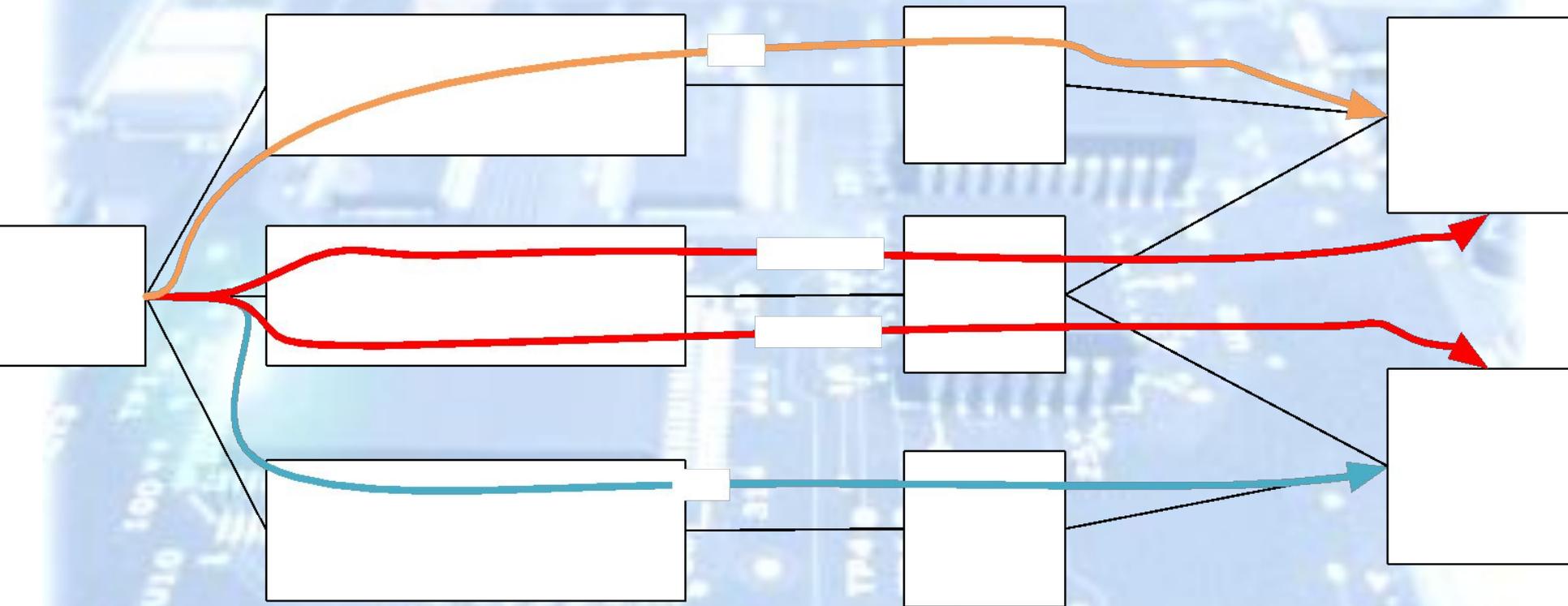
См. схемы на следующих слайдах.

Для выбора пласта используются правила URSP - UE Route Selection Policy [23.503, п. 6.62, примеры в Annex A].

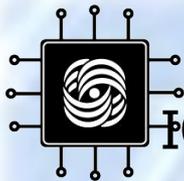
Установление IMS соединения с использованием нескольких пластов показано на с. 41 23.794.



Использование IMS нескольких сетевых пластов (slices) (2)



П. 6.11. Три пласта, две IMS сети. Примеры USRP на с. 39-40.



ICC карты

ICC – Integrated Circuit Card – общее название для смарт-карт различного применения

SIM-карта GSM: спецификация GSM 11.11

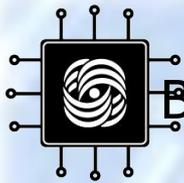
https://www.etsi.org/deliver/etsi_gts/11/1111/05.03.00_60/gsm_ts_1111v050300p.pdf

В частности, специфицированы:

- Электрический интерфейс: назначение контактов, уровни и формы сигналов;
- Механические спецификации: размер карт;
- Файловая система;
- Протокол взаимодействия: команды (чтение и запись файла, выполнение алгоритма, и т.д.), форматы ответов

UICC – Universal Integrated Circuit Card

- специфицирован в TS 31.101, который почти полностью ссылается на TS 102.221
- **аппаратная** основа для идентификации абонентов 3G-5G



UICC (2)

В отличие от GSM SIM, UICC позволяет загружать различные **приложения** (хотя бы статически, при изготовлении карты)

Возможны варианты и динамической загрузки.

про смарт-карты популярно <https://habr.com/ru/post/93210/>

<https://habr.com/ru/company/beeline/blog/133388/>

Есть карты с поддержкой подмножества языка Java

JavaCard <https://habr.com/ru/post/380543/>

См. общую архитектуру интерфейса UICC с терминалом (напр. телефоном) 31.101, п. 4.2, рис. 1

Спецификация приложения включает, в том числе:

specific command parameters;

- file structures;
- contents of EFs (Elementary Files);
- security functions;
- application protocol to be used on the interface between application (e.g. USIM) and Terminal.



Universal Subscriber Identity Module (USIM)

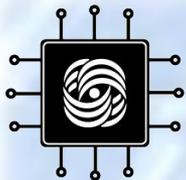
Спецификация этого приложения - TS 31.102

Краткий обзор USIM, популярно:

<https://pro-spo.ru/mobilnye-texnologii-i-telefony/5369-что-такое-u-sim-karta-i-zachem-ee-predlagayut>

<https://blog.3g4g.co.uk/2010/02/uicc-and-usim-in-3gpp-release-8-and.html>

По сравнению с GSM SIM, расширенные возможности по хранению описания услуг, расширенный список контактов, лучшая криптозащита



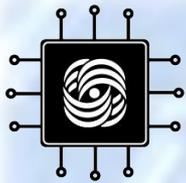
Приложение ISIM

Специфицировано в TS 31.103

Работает на UICC

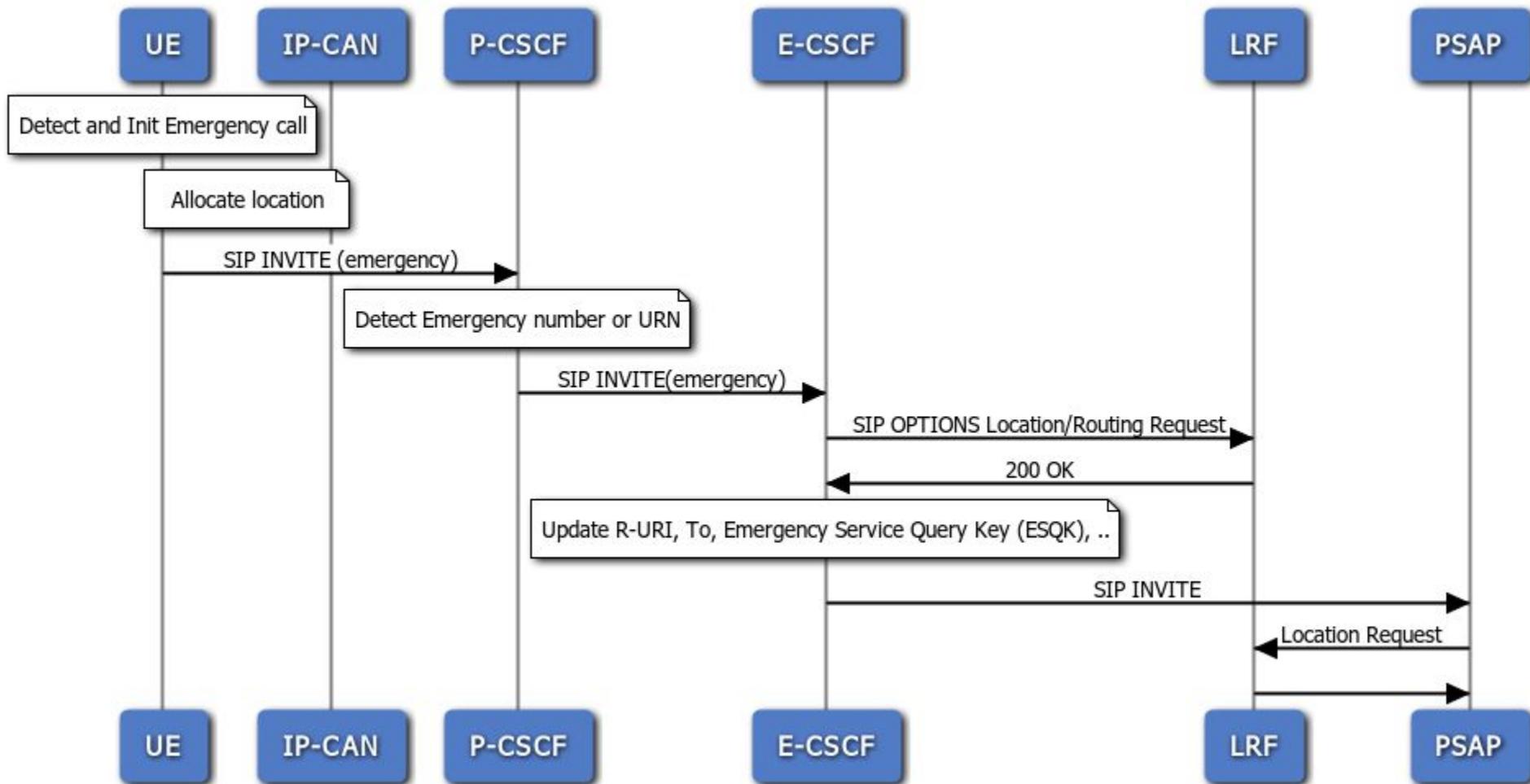
См. <https://itechinfo.ru/content/технология-volte> . В том числе, ISIM содержит:

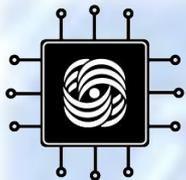
- Один частный идентификатор пользователя (PrUI – private user identity).
- Один или более публичных идентификаторов пользователя (PuUI – public user identities).
- Параметры безопасности, касающиеся аутентификации в сети IMS.
- SMS параметры, касающиеся IMS-мессажинга.
- Список идентификаторов IMS приложений.
- Адрес P-CSCF (в случае если не используется динамическое назначение P-CSCF – dynamic P-CSCF discovery).
- Доменное имя домашней сети (home network domain name).



Экстренные вызовы в IMS

Emergency Call Sequence





Экстренные вызовы в IMS (2)

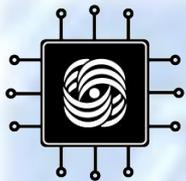
<https://realtimecommunication.wordpress.com/2015/03/31/this-is-an-emergency/>

In a nutshell when a subscriber dials an emergency number, it is being recognized by UE and forwarded to P-CSCF. P-CSCF routes all the emergency calls to E-CSCF. E-CSCF selects a particular PSAP (long number) based on the region (retrieved from LRF) and type of the service (Ambulance/Fire/Police/..).

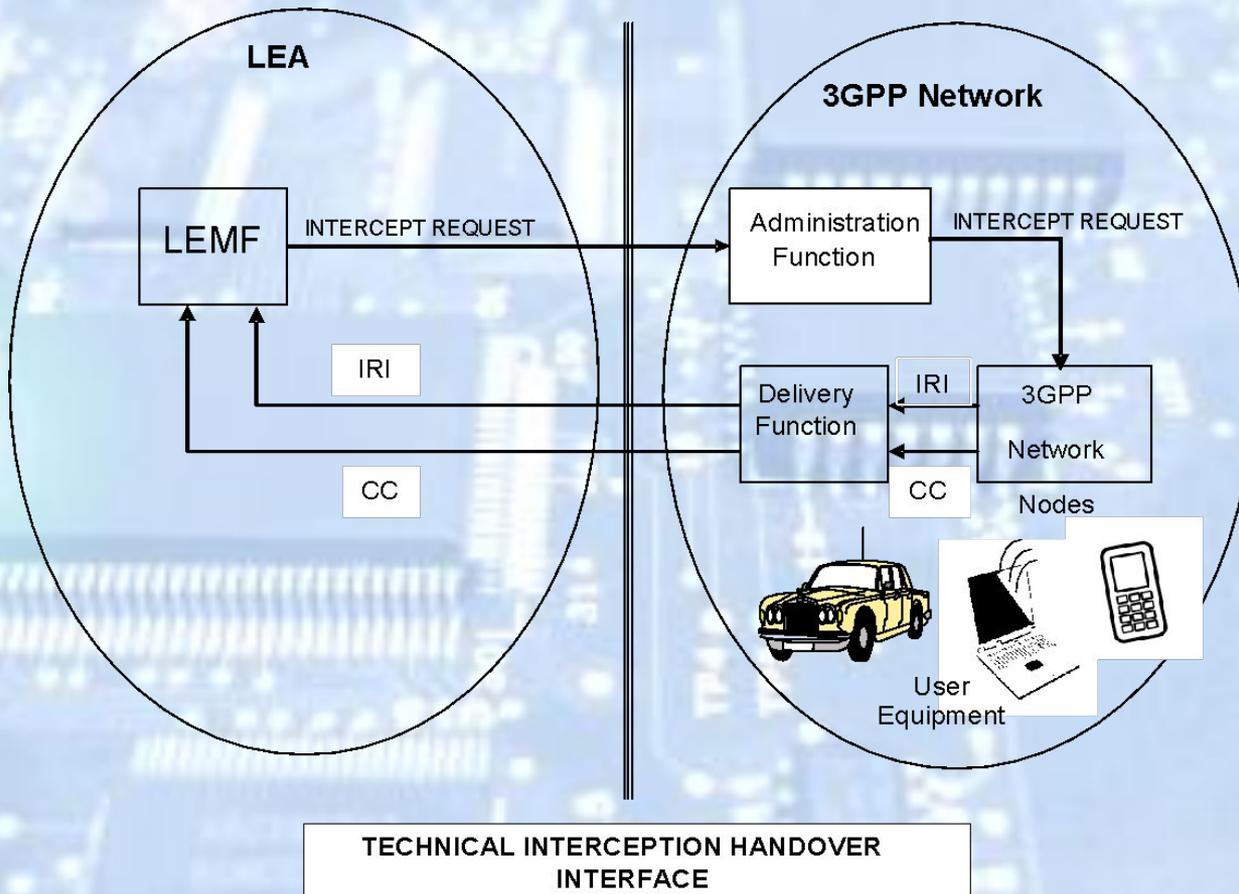
Описание службы - TS 22.101, раздел 10

С SIM картой: экстренные номера должны быть записаны оператором на карте. Сеть также может загружать свои номера.

Без SIM карты: некоторые номера должны быть записаны в телефоне: 112, 911.



Lawful interception (LI)



Общая архитектура (см. 33.106). Конкретизация в 33.107

Основные компоненты LI



Общие принципы работы см. 33.106, п. 5.1.2

Детальная архитектура – 33.107

LEA – Law Enforcement Agency – одна из спецслужб

LEMF – Law Enforcement Monitoring Facility

CC - Content of Communications

IRI - Intercept Related Information – метаданные
(номера абонентов, ...)

Один шаг детализации – см. 101 943 рис. 1 (след.
слайд)

ADMF – Administration Function

Mediation Function – шлюз сети с LI

Интерфейсы HI1-HI3 универсальные

Интерфейсы X1-X3 зависят от наблюдаемой сети
(33.107)

Lawful interception (LI) (2)

12

ETSI TR 101 943 V2.2.1 (2006-11)

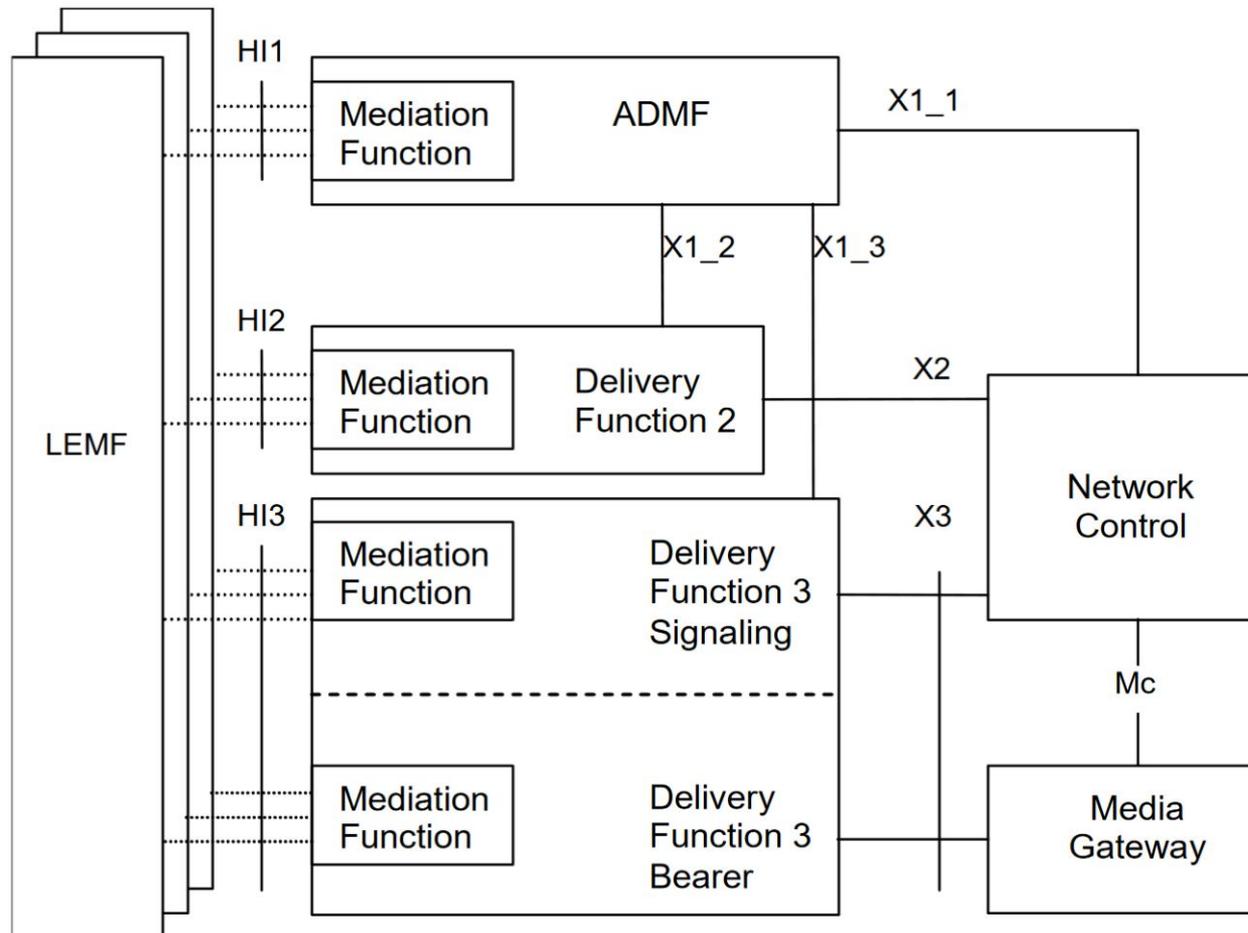


Figure 1: Reference model for LI system

Это – обобщённая архитектура. Конкретизация для различных сетей – см. 33.107, рис. 1a, 1b, ...

Стандартизация 5G

-  https://niir.ru/wp-content/uploads/2019/09/%D0%A2%D0%B8%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%92%D0%9E_%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-3GPP.pdf
- <http://1234g.ru/5g/standartizatsiya-5g>

См. в этом документе краткий список возможностей R15, R16

Сроки:

Release 15 – 1 кв. 2019

Release 16 – stage3 июнь 2020 <https://www.3gpp.org/release-16>

Release 17 https://www.3gpp.org/news-events/2145-rel-17_newtimeline
фиксация 2021-2022

Стандартизация 5G



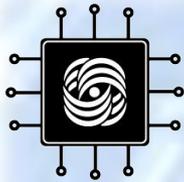
Для дополнительного чтения:

An Introduction to 5G: The New Radio, 5G Network and Beyond, First Edition.
Christopher Cox (перспективы – глава 20)

<https://www iPhones.ru/iNotes/tumannoe-budushchee-5g-pochemu-ne-stoit-zhdat-02-27-2019> - обзор возможностей 5G, скепсис насчёт России, перспективные стандарты WiFi.

21.915 – обзор функц. возможностей R15 (с указанием предложившей организации)

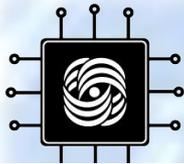
Стандартизация 5G



Release 16

- **The 5G System – Phase 2**
- **V2x Phase 3:** Platooning, extended sensors, automated driving, remote driving
- **Industrial IoT**
- **Ultra-Reliable and Low Latency Communication (URLLC) enh.**
- **NR-based access to unlicensed spectrum (NR-U)**
- **5G Efficiency:** Interference Mitigation, SON, eMIMO, Location and positioning, Power Consumption, eDual Connectivity, Device capabilities exchange, Mobility enhancements
- **Integrated Access and Backhaul (IAB)**
- **Enh. Common API Framework for 3GPP Northbound APIs (eCAPIF)**
- **Satellite Access in 5G**
- **Mobile Communication System for Railways (FRMCS Phase 2)**

Стандартизация 5G



Release 17

- NR MIMO
- NR Sidelink enh.
- 52.6 - 71 GHz with existing waveform
- Dynamic Spectrum Sharing (DSS) enh.
- Industrial IoT / URLLC enh.
- **Study** - IoT over Non Terrestrial Networks (NTN)
- NR over Non Terrestrial Networks (NTN)
- NR Positioning enh.
- Low complexity NR devices
- Power saving
- NR Coverage enh.
- **Study** - NR eXtended Reality (XR)
- NB-IoT and LTE-MTC enh.
- 5G Multicast broadcast
- Multi-Radio DCCA enh.
- Multi SIM
- Integrated Access and Backhaul (IAB) enh.
- NR Sidelink relay
- RAN Slicing
- Enh. for small data
- SON / Minimization of drive tests (MDT) enh.
- NR Quality of Experience
- eNB architecture evolution, LTE C-plane / U-plane split
- Satellite components in the 5G architecture
- Non-Public Networks enh.
- Network Automation for 5G - phase 2
- Edge Computing in 5GC
- Proximity based Services in 5GS
- Network Slicing Phase 2
- Enh. V2x Services
- Advanced Interactive Services
- Access Traffic Steering, Switch and Splitting support in the 5G system architecture
- Unmanned Aerial Systems
- 5GC LoCation Services
- Multimedia Priority Service (MPS)
- 5G Wireless and Wireline Convergence
- 5G LAN-type services
- User Plane Function (UPF) enh. for control and 5G Service Based Architecture (SBA)

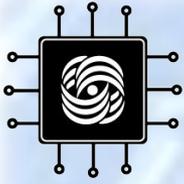
These are some of the Rel-17 headline features, prioritized during the December 2019 Plenaries (TSG#86)

Start of work: January 2020

Full details of the content of Rel-17 are in the Work Plan: www.3gpp.org/specifications/work-plan

© 3GPP - February 2020

<https://www.3gpp.org/> конец веб-страницы левый столбец



Спасибо за внимание!