



Белорусский государственный
университет информатики и
радиоэлектроники



Белорусские облачные
технологии



Международный Союз
Электросвязи

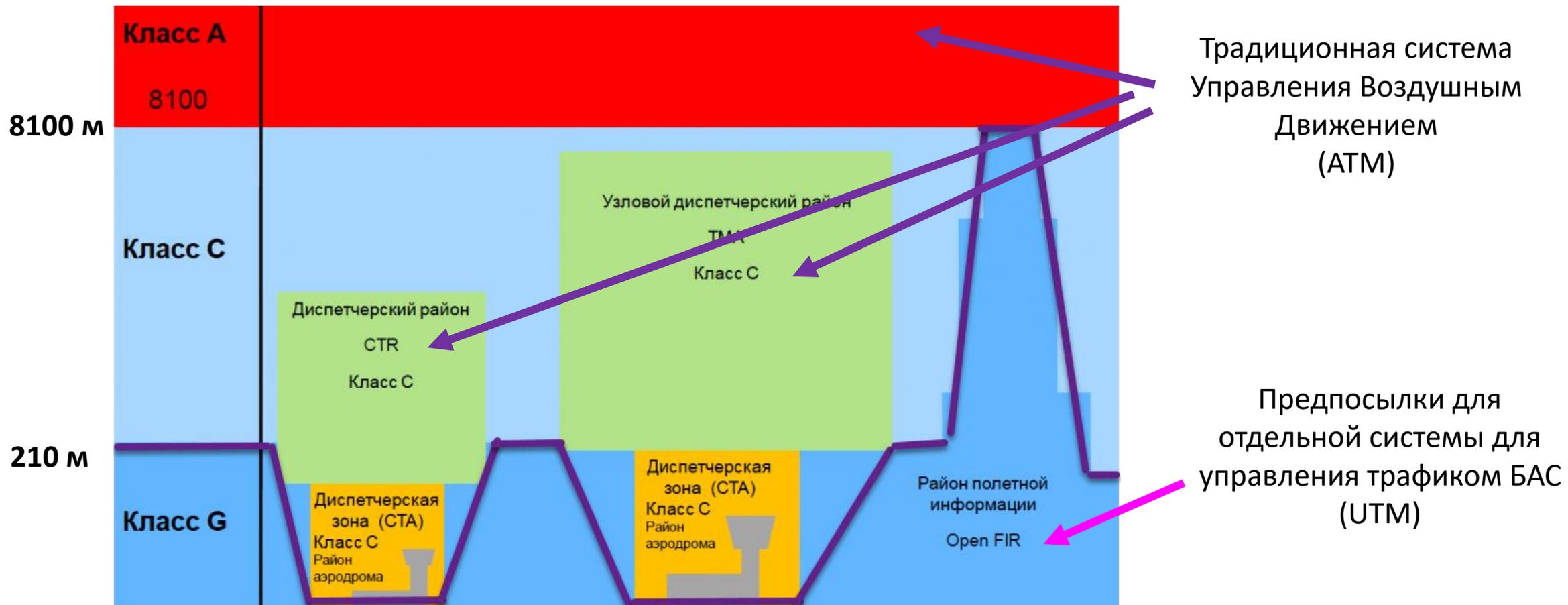
«Дроны в мобильных диапазонах частот»

Вадим Поскакухин, Эксперт Международного союза электросвязи,
Технический директор Ubiquitous Wireless LLP

Содержание доклада

- Общие особенности управления воздушным движением
- Управление воздушным движением для дронов с использованием сотовых сетей
- Стандартизация функционала для дронов в 3GPP
- Вопросы радиочастотного обеспечения работы дронов в сотовых сетях

Типы воздушного пространства и система УВД (или Air Traffic Management)



Состав традиционной системы управления воздушным движением



Регулируется в вопросах спектра двумя организациями ООН ICAO и МСЭ



Необходимость создания отдельно системы УВД для дронов (системы UTM)

Тяжелые беспилотники



- Существующие концепция операций (CONOPS) и системы
- Услуги, предоставляемые поставщиком услуги аэронавигации
- Высокий уровень безопасности
- Высокая стоимость

Дроны

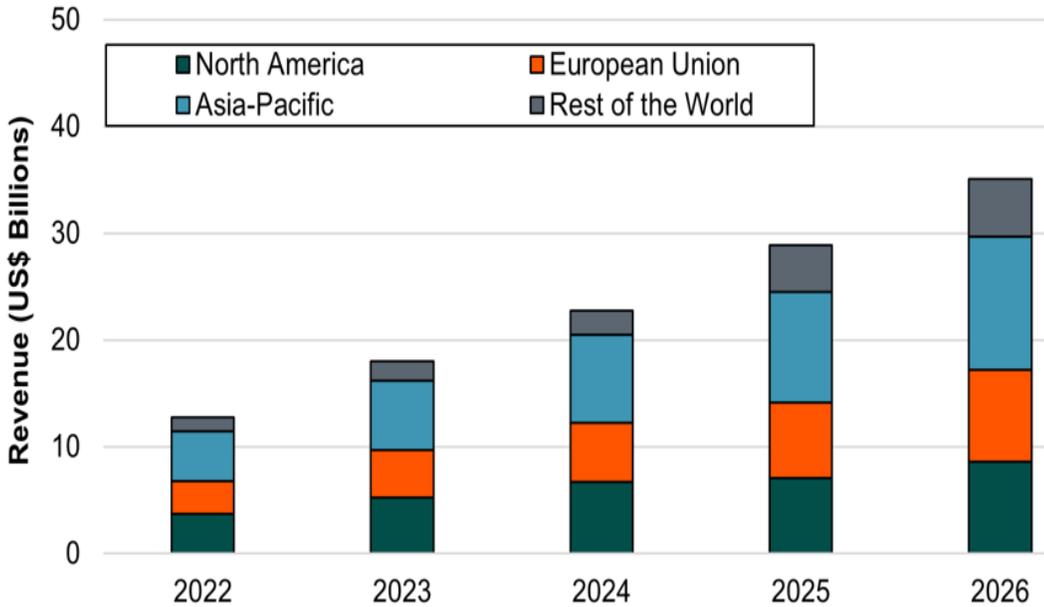


- Необходимо определить концепцию и системы
- Вопросы безопасности и защищенности
- Взаимодействие между ATM и UTM
- Бизнес-модель (низкая стоимость)

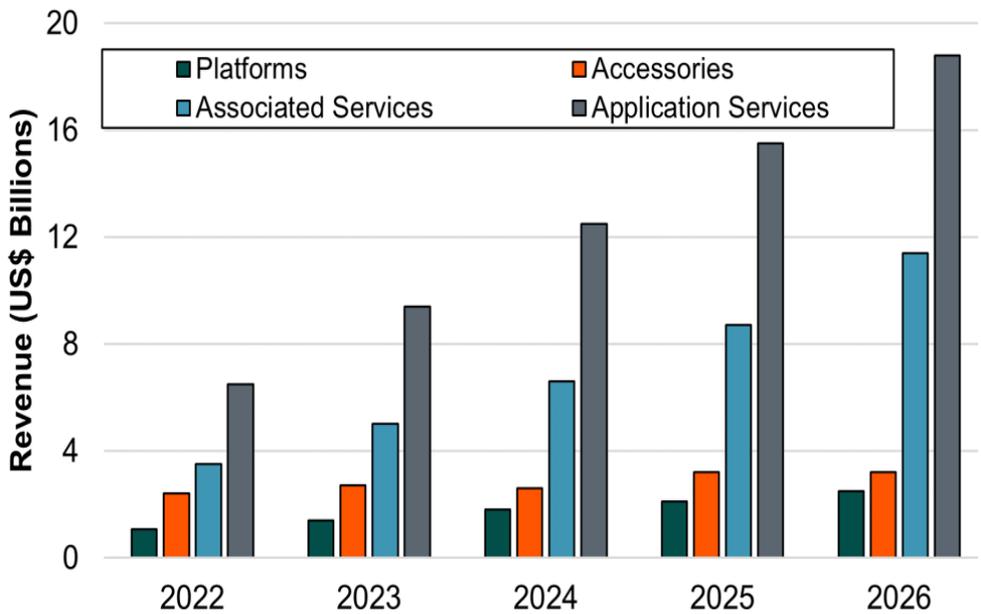
Источник: Direction Générale de l'Aviation Civile, 2018

	High Altitude UASs	Drones sharing the airspace	Low Altitude drones
Operations	ceiling of conventional manned aviation activities	RPAS applying IFR rules or accommodation	In parts of the airspace, which are usually not open to manned aviation
C2Link	Reliable C2link + VHF relay?	Reliable C2link + VHF relay	C2Link requirements TBD Low cost
Surveillance	TBD	Mode S / ADS-B	Identification, surveillance (situational awareness for the remote pilot) and tracking
Management	ATM+accommodation	ATM + UTM	UTM but interface with ATM

Оценка рынка дронов по регионам



Оценка рынка дронов по сегментам



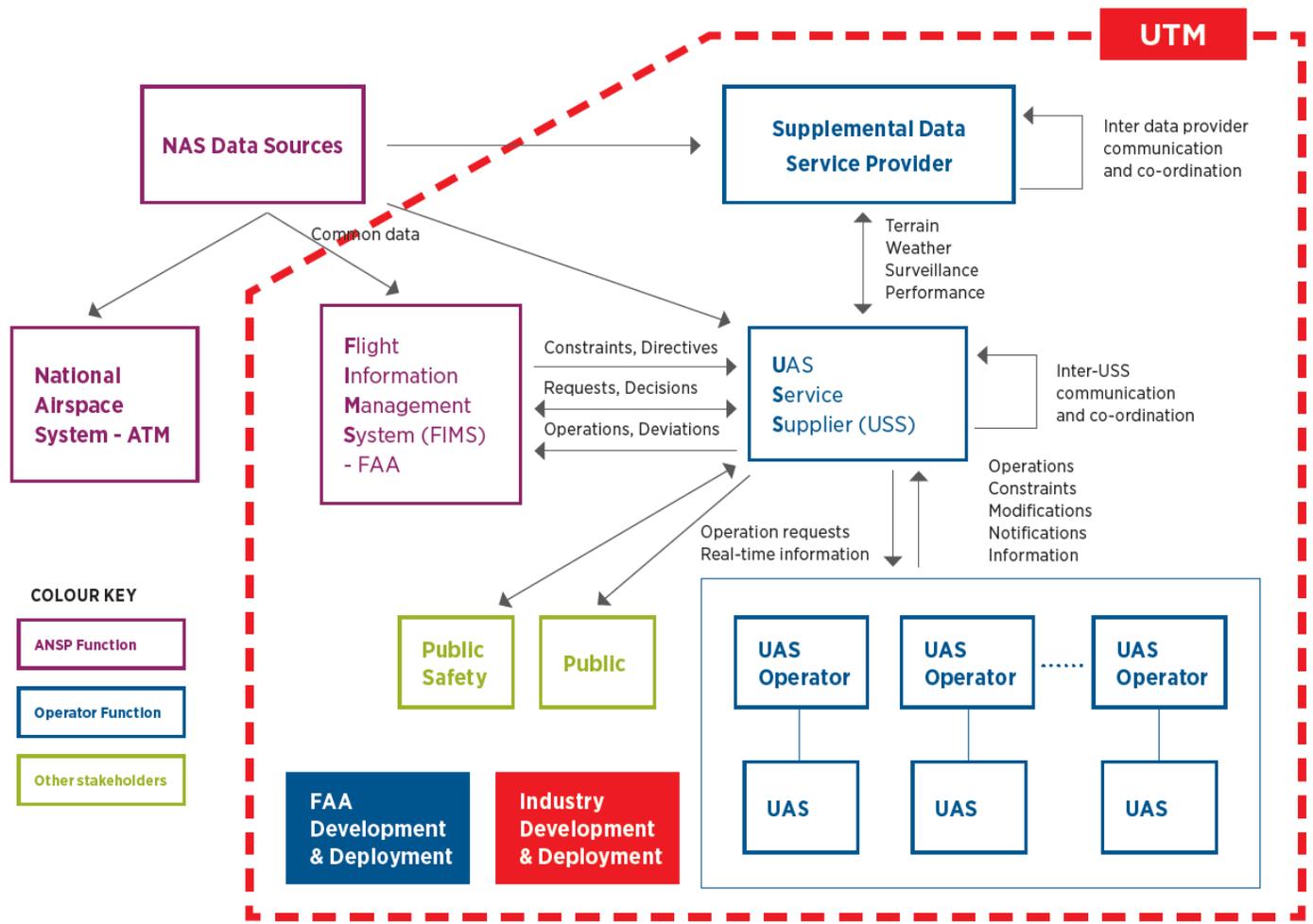
Источник: ABI research, 2022



Содержание доклада

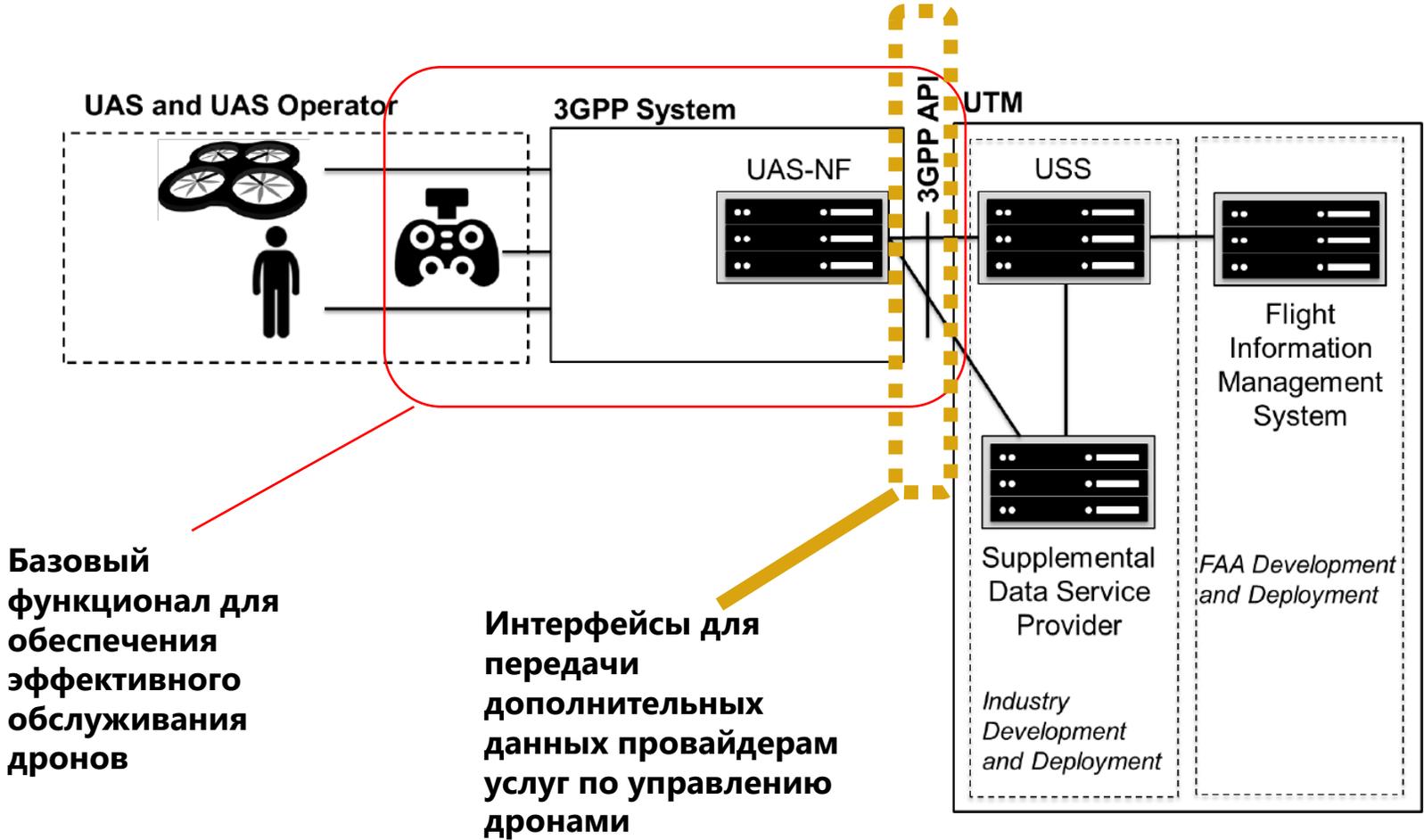
- Общие особенности управления воздушным движением
- Управление воздушным движением для дронов с использованием сотовых сетей
- Стандартизация функционала для дронов в 3GPP
- Вопросы радиочастотного обеспечения работы дронов в сотовых сетях

Пример реализации архитектуры UTM (США)



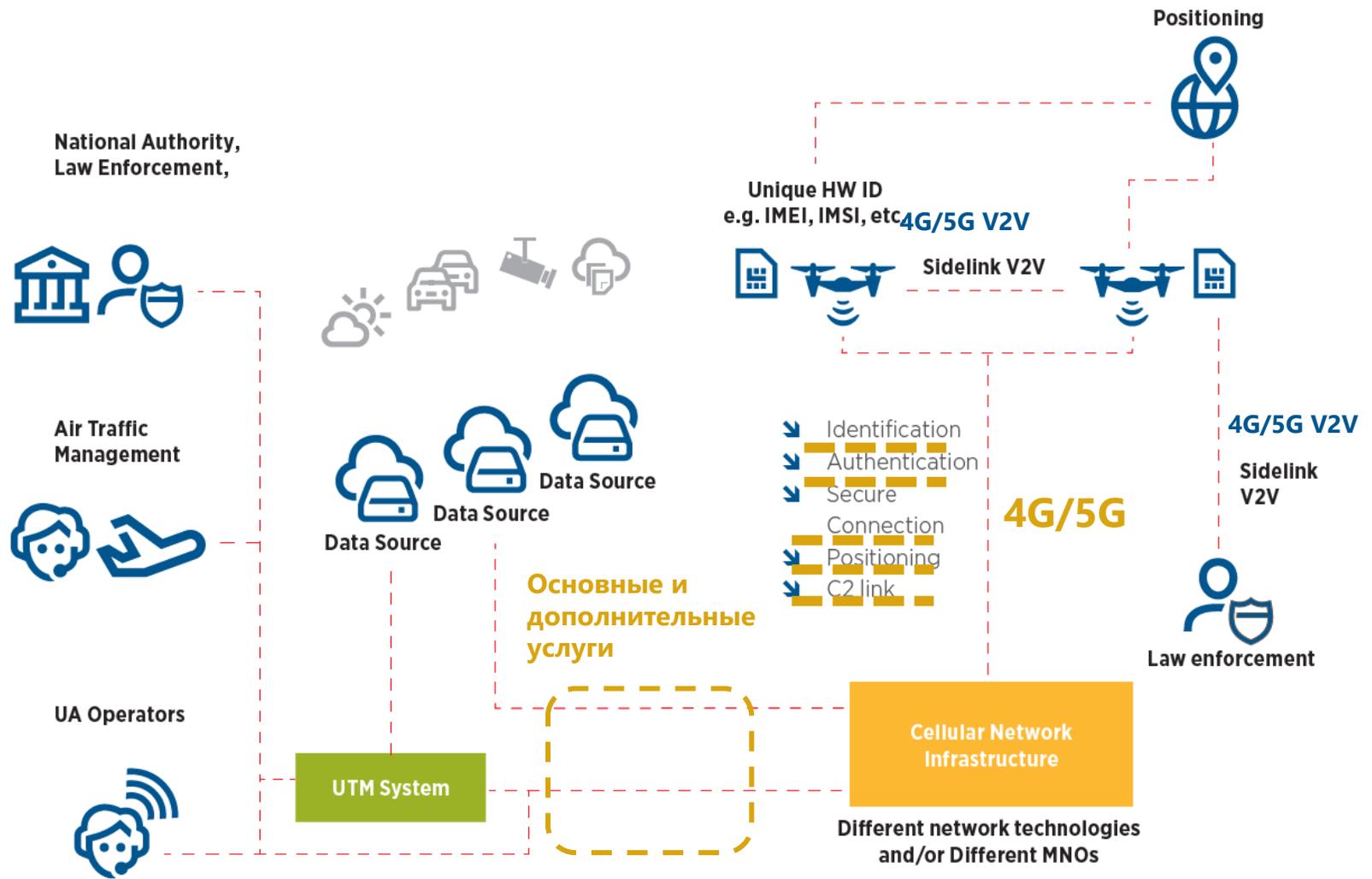
Источник: NASA

Место сотовых сетей в общей архитектуре UTM



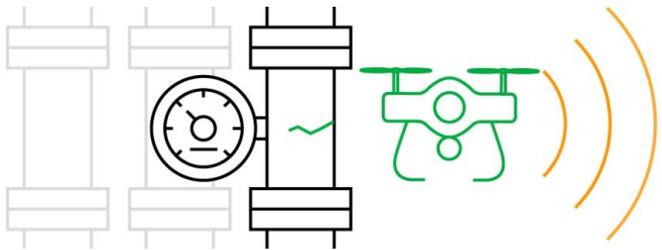
Источник: ATIS

Место сотовых сетей в общей архитектуре UTM (продолжение)

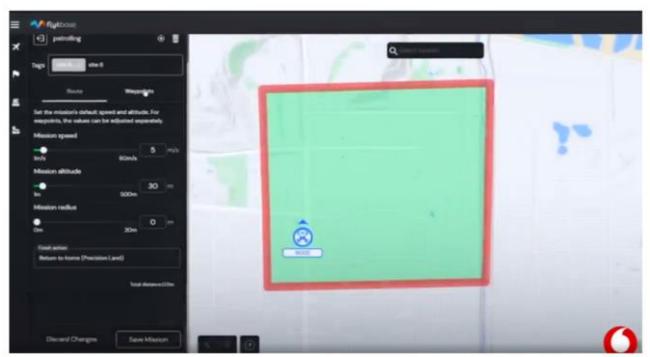
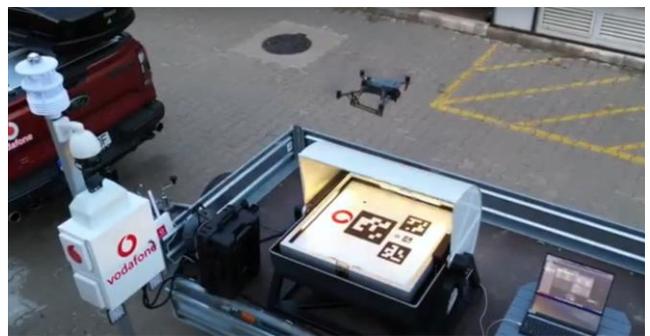


Примеры end-to-end услуг

Мониторинг промышленных объектов
(Verizon, США)



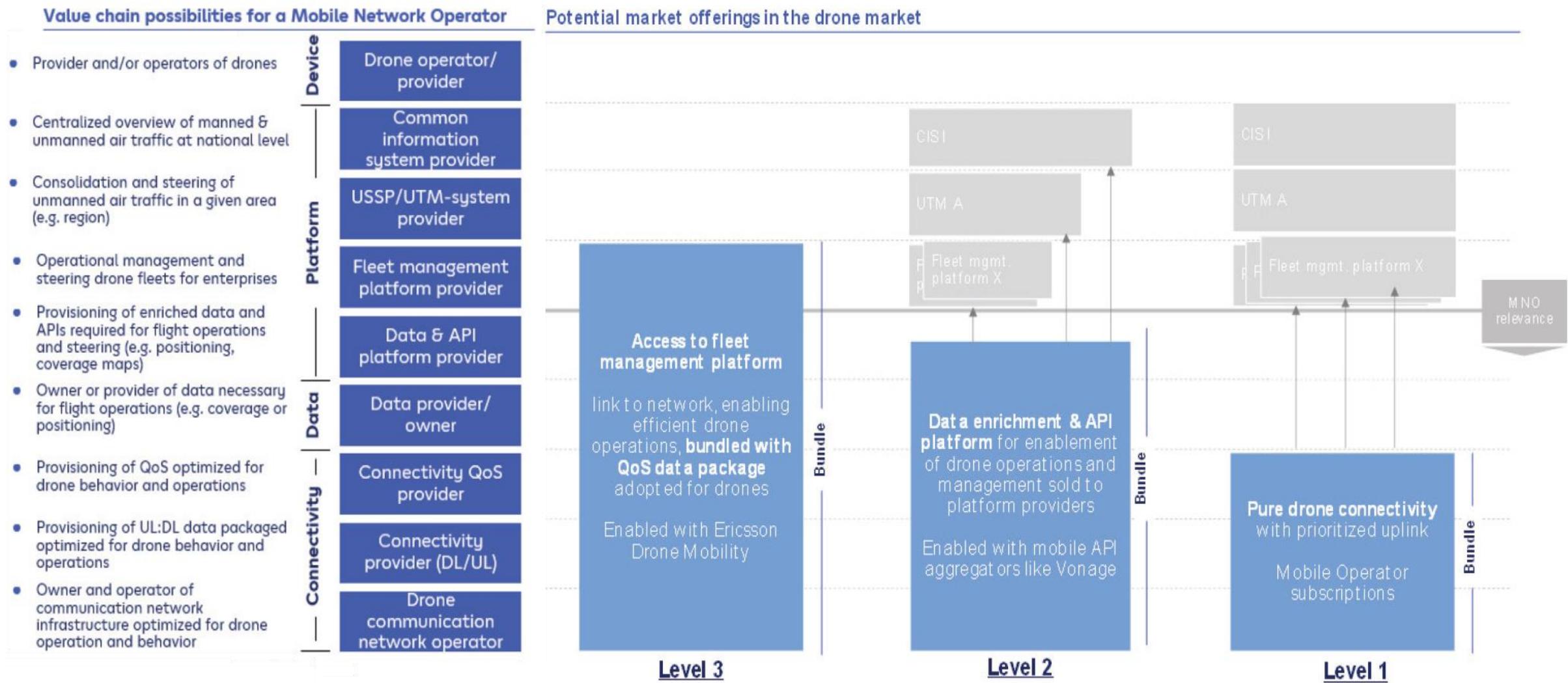
Платформа для видеонаблюдения и
создания цифровых двойников
Drone in a box(Vodafone, Великобритания)



Тесты по экстренной доставке медицинских
грузов с министерством здравоохранения
(BT, Великобритания)



Возможные варианты участия операторов в системе UTM



Источник: Ericsson, 2022



Готовность передовых операторов в плане connectivity и value added услуг

	NORTH AMERICA		EUROPE				APAC		
	TELUS	VERIZON	SWISSCOM	DEUTSCHE TELEKOM	KPN	TELIA	CMCC	TELSTRA	KDDI
Aerial Connectivity for C2		■	■	■	■	■		■	■
Aerial Connectivity for Payload		■	■	■	■	■		■	■
QoS: Dedicated Vs Shared Resources/Best Effort			■	■	■	■		■	■
Network Remote ID & SIM-Based Identity		■	■	■	■	■			■
Positioning Augmentation		■	■	■	■	■		■	■
Onboard UAV-Based and Edge-Based Computer Vision	■		■	■	■	■	■	■	■
High Resolution Topographical Information Service			■	■	■	■		■	■
Multi-Drone-Orchestration	■		■	■	■	■		■	■
Hyper Localised Weather Services	■		■	■	■	■		■	■
People Density Data			■	■	■	■		■	■
3D Coverage Data			■	■	■	■		■	■
Air Traffic Information Data			■	■	■	■		■	■
Airspace Surveillance	■		■	■	■	■	■	■	■
On-Demand Coverage - Cell on Wings			■	■	■	■		■	■
Logistics/Delivery Services			■	■	■	■		■	■
Automated Infrastructure Inspection and Critical Assets Monitoring			■	■	■	■	■	■	■
Flight Management Systems			■	■	■	■		■	■
U-Space Services Provider/UTM Services Supplier	■		■	■	■	■	■		■

Up to 1 year ■
 1 to 3 years ■
 3 years + ■

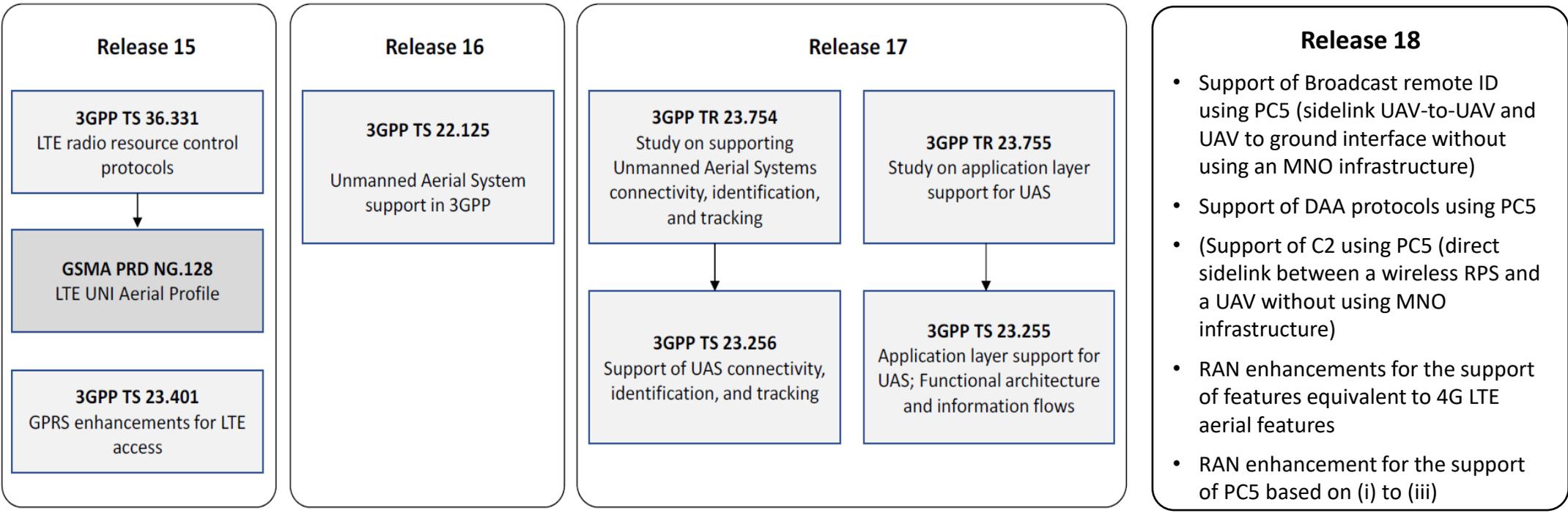
Источник: GSMA, 2023



Содержание доклада

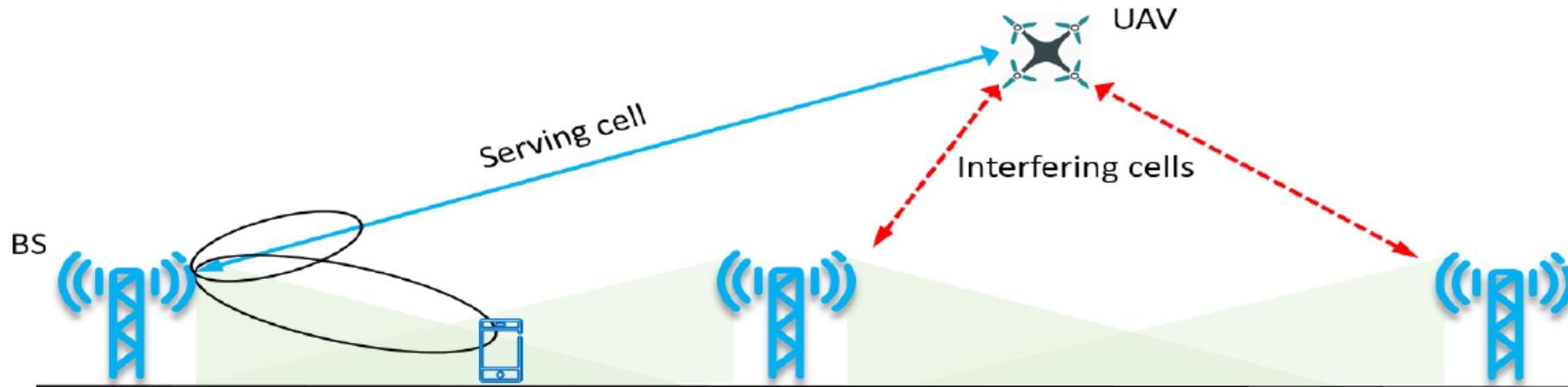
- Общие особенности управления воздушным движением
- Управление воздушным движением для дронов с использованием сотовых сетей
- Стандартизация функционала для дронов в 3GPP
- Вопросы радиочастотного обеспечения работы дронов в сотовых сетях

Этапы стандартизации функционала для обслуживания дронов в 3GPP



C2 - Command and Control data link between the remotely piloted aircraft and the remote pilot station for the purpose of managing flight.
 DAA - Detect and Avoid is the capability to see, sense or detect conflicting traffic or other hazards and take the appropriate action, and aims to ensure the safe execution of an RPA flight and to enable full integration in all airspace classes with all airspace users.
 RPS - Remote Pilot Station is the component of the remote pilot aircraft system containing the equipment used to pilot the remotely piloted aircraft.
 PC5 - Interface between two UEs under D2D communication in 3GPP standards

Технические предпосылки для отдельного профиля для воздушной АС



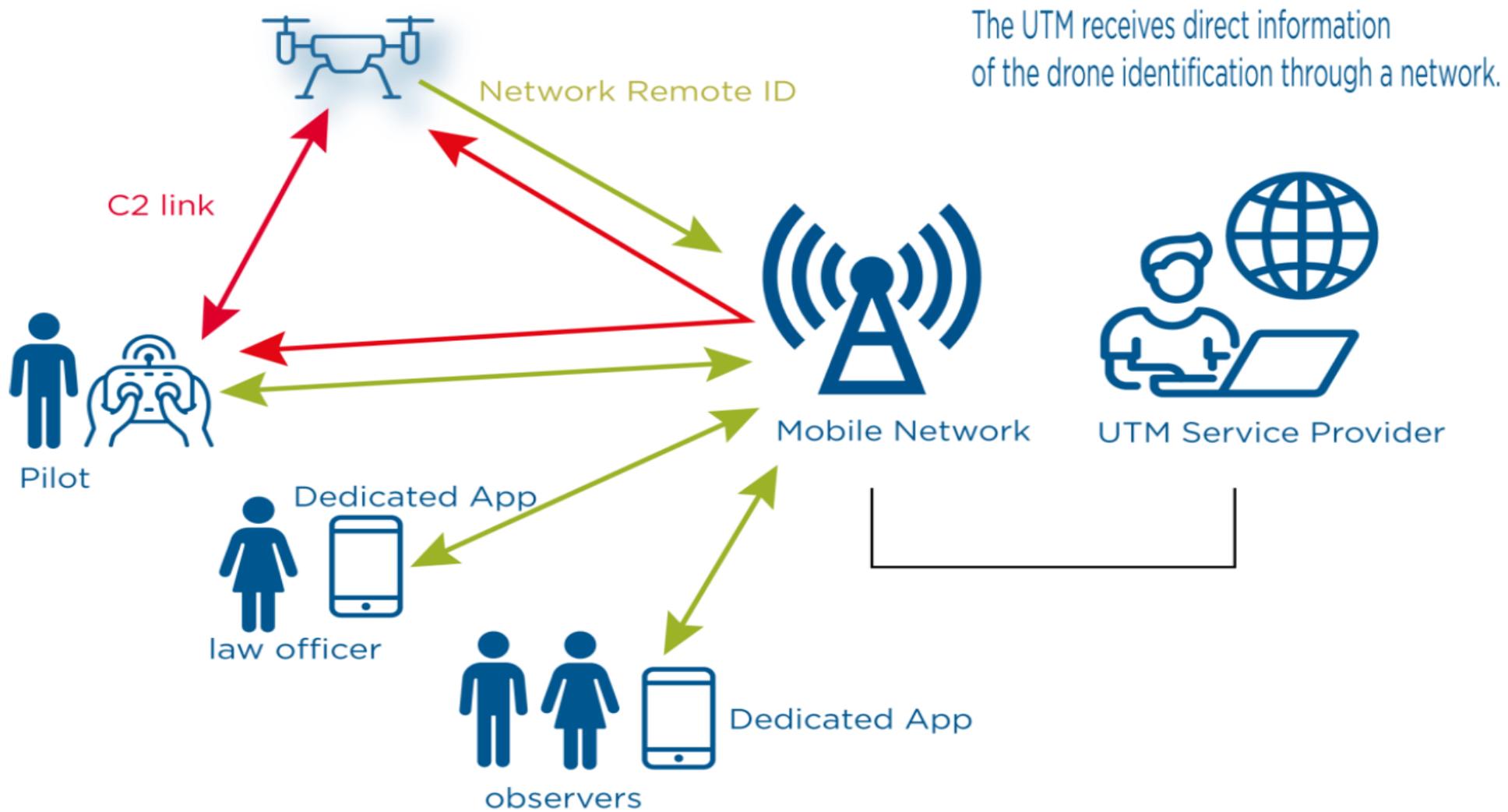
Пример моделирования потерь емкости UL от дронов в

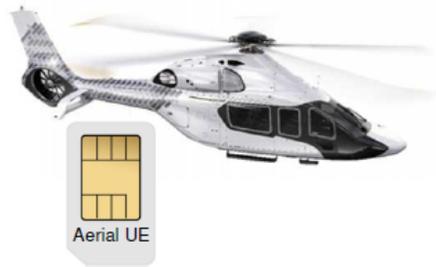
Drone height (m)	700-800 MHz		2600 MHz	
	Ref_Cell	Network average	Ref_Cell	Network average
30	12.6%	1.5%	14.7%	1.8%
50	14.4%	1.9%	23.2%	3.2%
100	29.8%	6.1%	30.3%	4.7%
120	34.4%	7.7%	31.7%	5.1%
200	35.1%	8.6%	38.9%	7.4%
300	40.3%	9.6%	49.4%	11.4%
500	50.4%	13.4%	63.0%	21.8%
1000	68.2%	28.7%	69.3%	42.9%
5000	72.4%	70.5%	73.0%	70.1%

Для сетей без дополнительных механизмов для дронов **не более 30% абонентов в сети могут быть дронами**

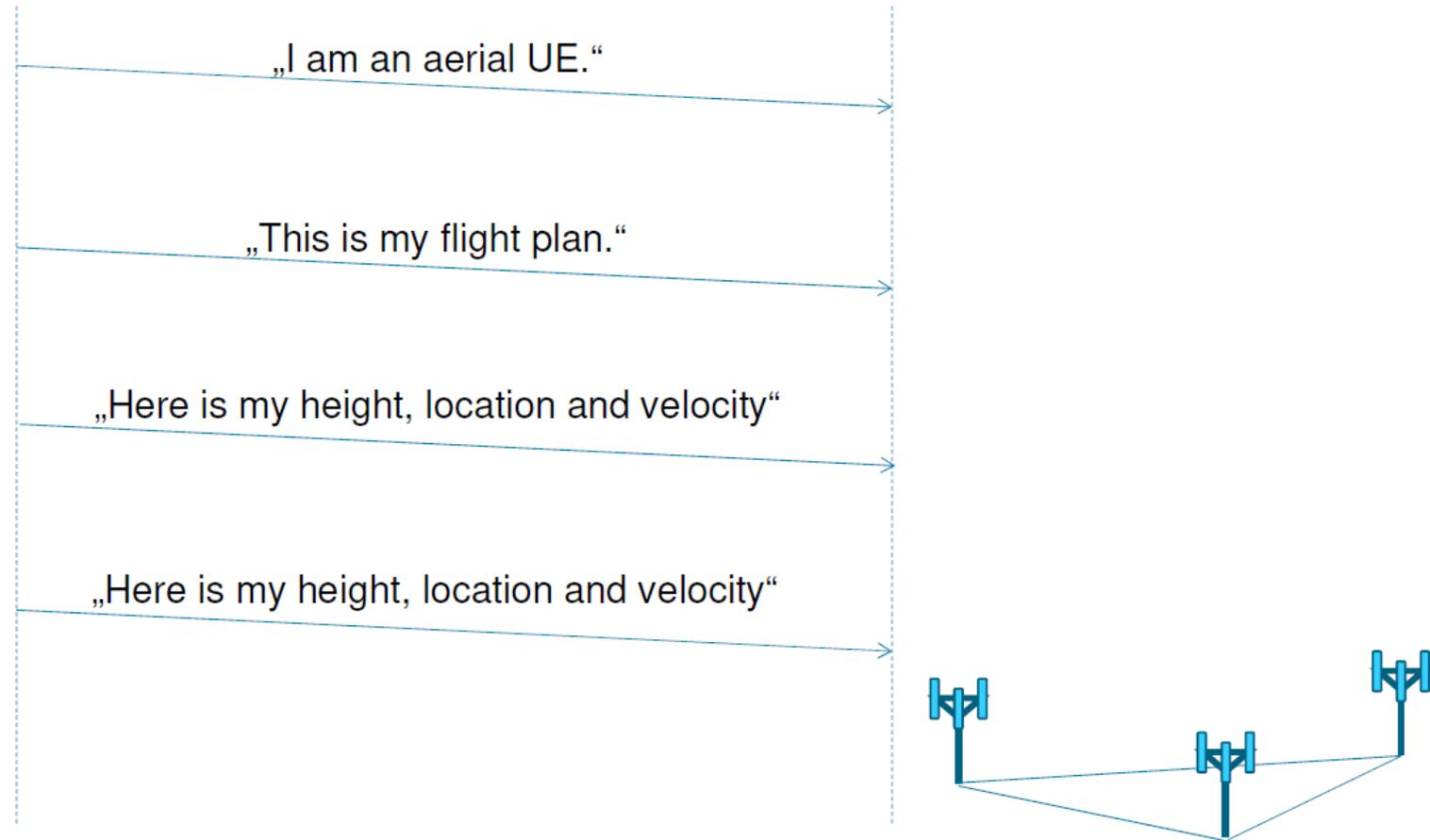
Источник: ECC Report 309 "Analysis of the usage of aerial UE for communication in current MFCN harmonised bands", 2020.

Организационные предпосылки для отдельного профиля для воздушной АС

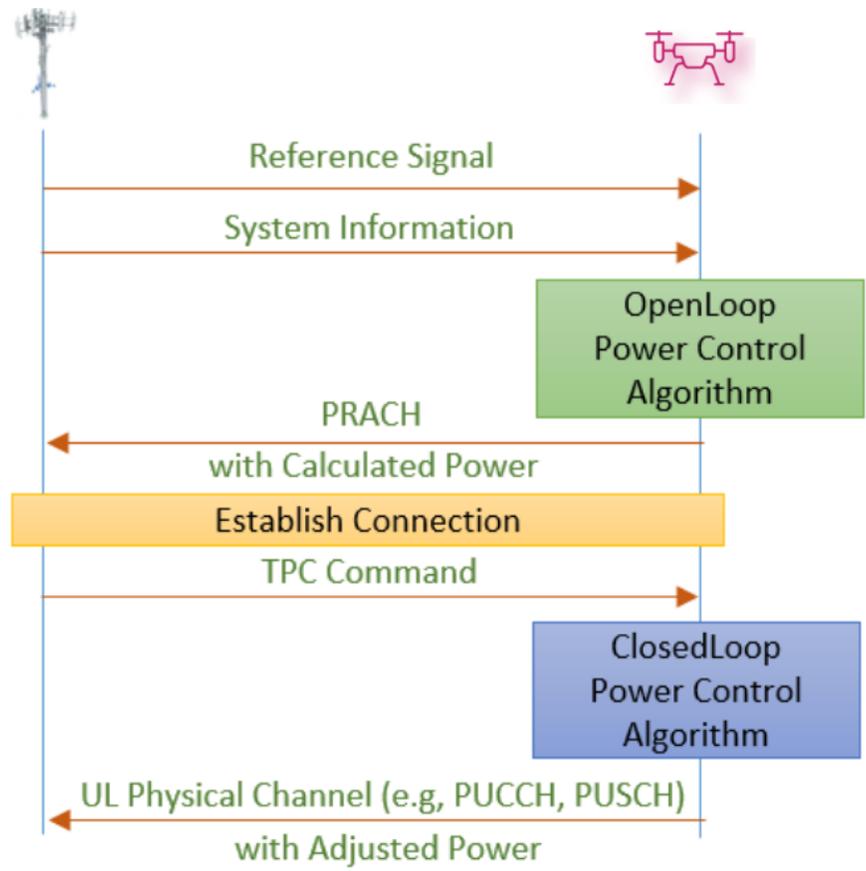




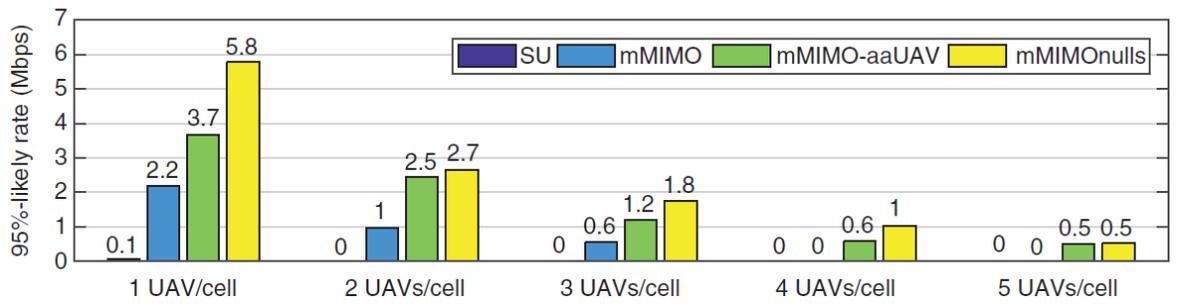
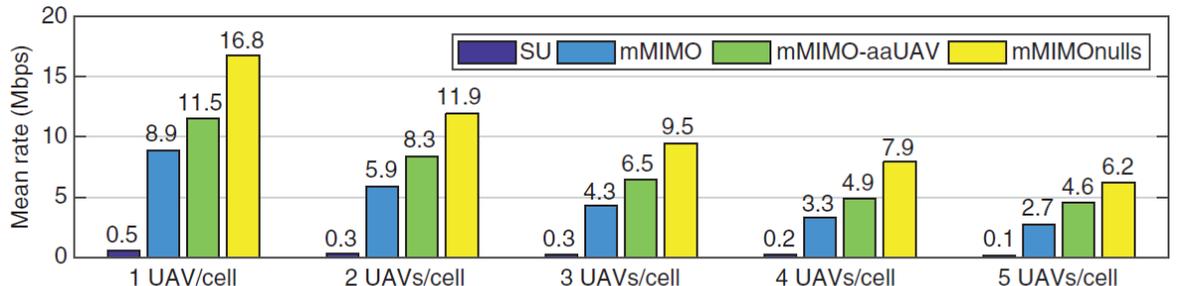
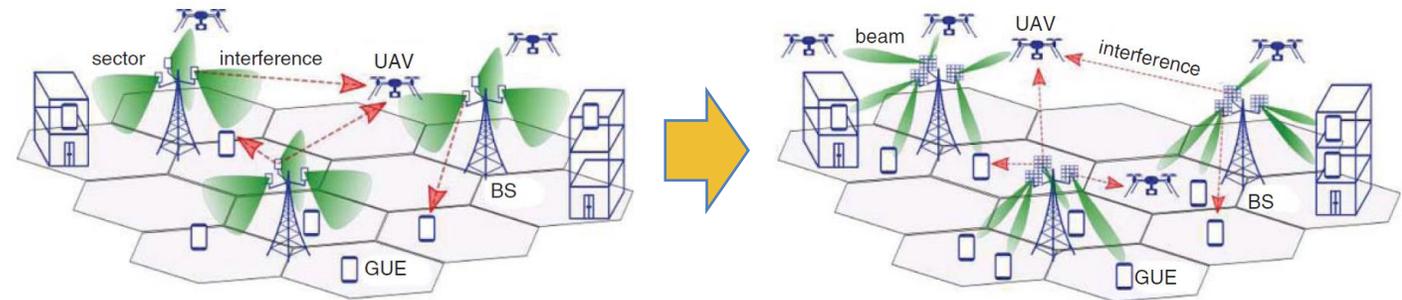
Специальные сим-карты предложены как для беспилотных, так и для пилотируемых средств



Управление мощности для дронов и специальное управление радиоресурсами



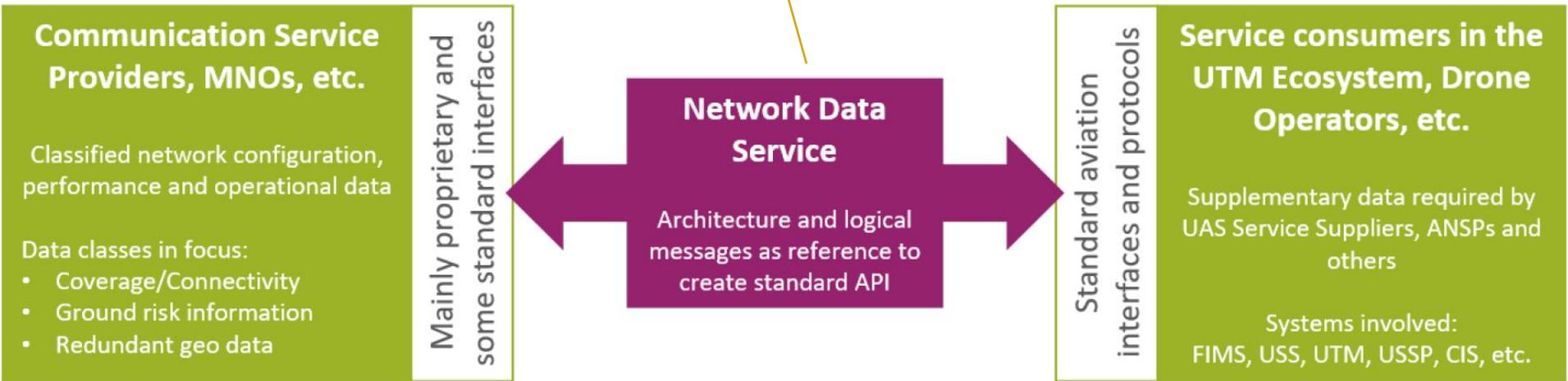
Использование Massive MIMO



Источник: UAV Communications for 5G and Beyond. John Wiley & Sons Ltd, 2021

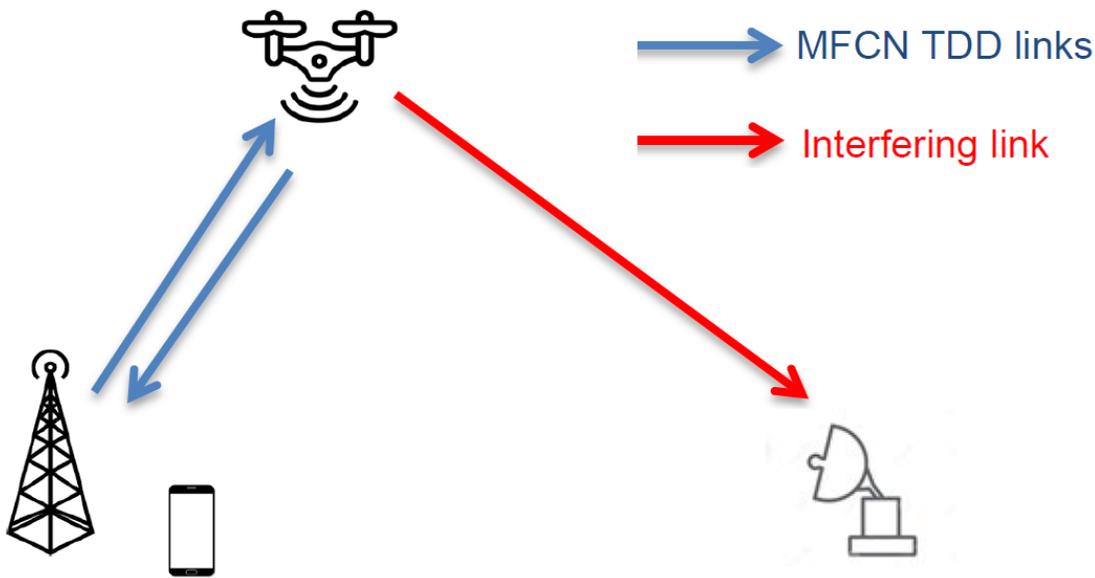
Aerial Connectivity Joint Activity

- **Work Task 1: Cellular Standard Coordination**
Coordinating with 3GPP to ensure aviation-related considerations are taken into account in the future.
- **Work Task 2: Interface for the Data Exchange between MNOs and the UTM ecosystem**
Establishing how mobile network operators can support UTM service providers with additional information.
- **Work Task 3: Standard Aerial Service Profile**
Supporting aerial services.
- **Work Task 4: The development of minimum operational performance specifications (MOPS) and minimum aviation system performance standards (MASPS)**
Documenting the performance of cellular networks in aviation terms.

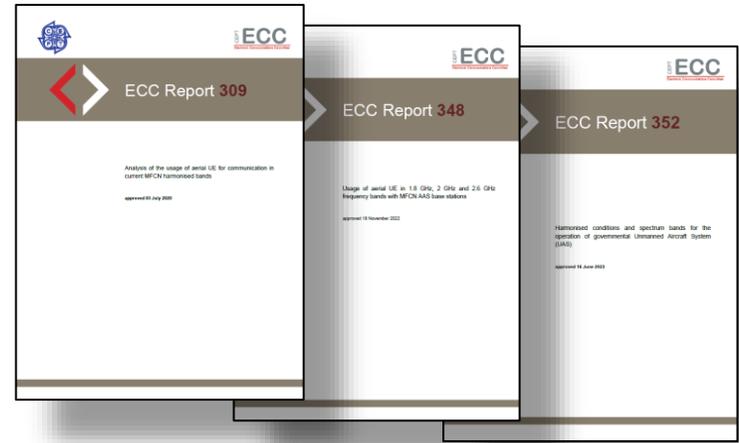


Содержание доклада

- Общие особенности управления воздушным движением
- Управление воздушным движением для дронов с использованием сотовых сетей
- Стандартизация функционала для дронов в 3GPP
- Вопросы радиочастотного обеспечения работы дронов в сотовых сетях



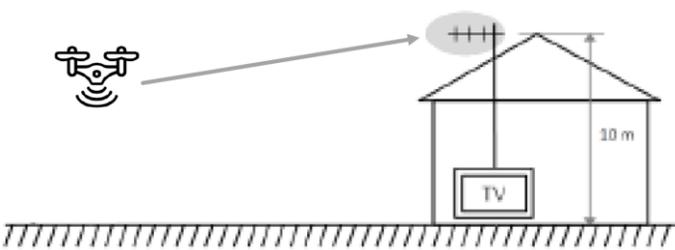
Отчеты ECC 309, 348 и 352



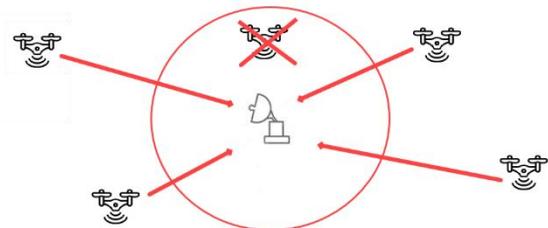
Решение ECC (22)07

Harmonised technical conditions for the usage of aerial UE for communications based on LTE and 5G NR in the bands **703-733 MHz, 832-862 MHz, 880-915 MHz, 1710 - 1785 MHz, 1920-1980 MHz, 2500-2570 MHz and 2570-2620 MHz** harmonised for MFCN

Результаты для диапазона 700 МГц

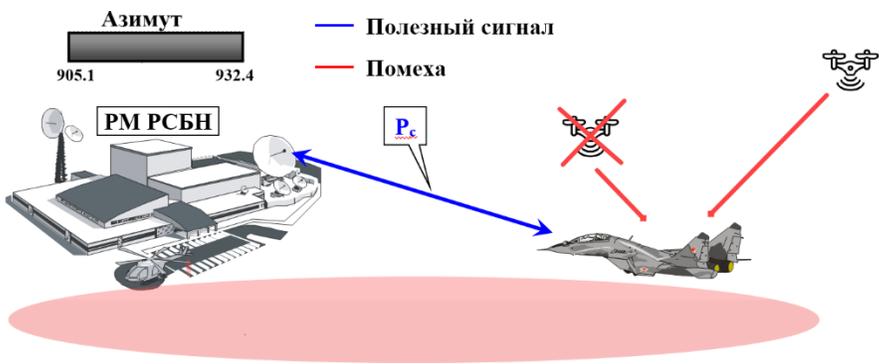
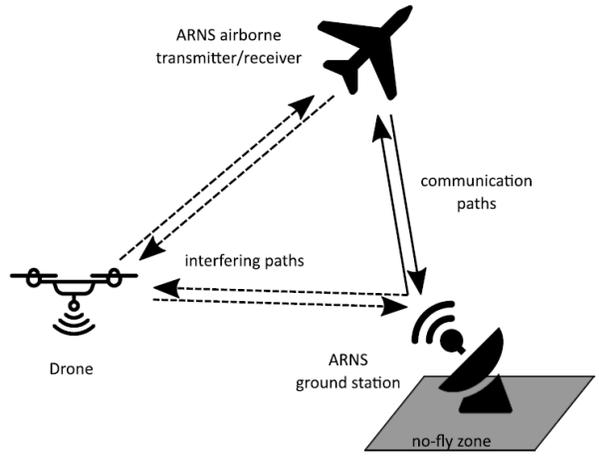


- Воздушная АС, работающая в диапазоне 703-733 МГц, не должна передавать данные на высоте менее 30 м над уровнем земли во избежание помех приемникам ЦТВ;
- Для посадки и взлета должна использоваться отличная от 703-733 МГц полоса частот.

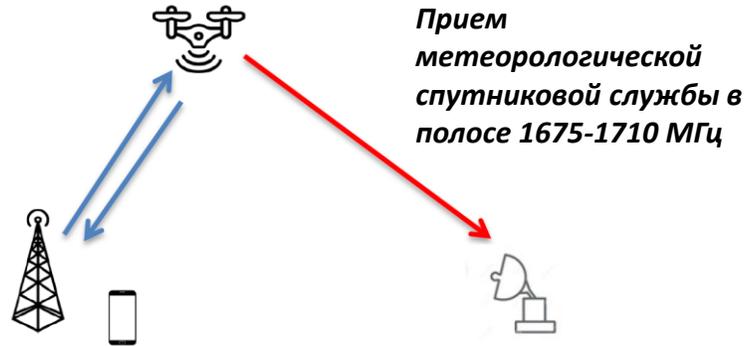


- Для воздушных АС, работающих в диапазоне частот 703-718 МГц, в зависимости от обстоятельств, требуются определенные на национальном уровне зоны запрета передачи вокруг станций радионавигационной службы, работающих в диапазоне частот 1400-1427 МГц

Сценарий помех для 800 МГц и 900 МГц

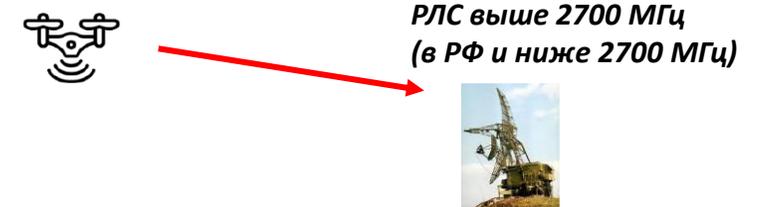


Результаты для диапазона 1800 МГц

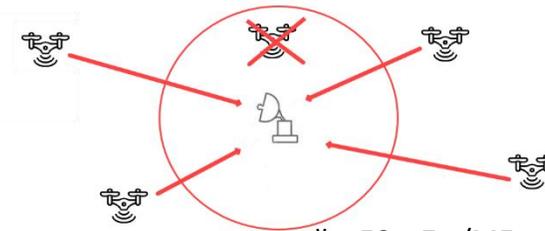


- Предел для уровня внеполосного излучения: -40 дБм/МГц в диапазоне частот 1675-1710 МГц для воздушной АС, работающей на частоте 1710-1785 МГц.

Результаты для диапазона 2600 МГц



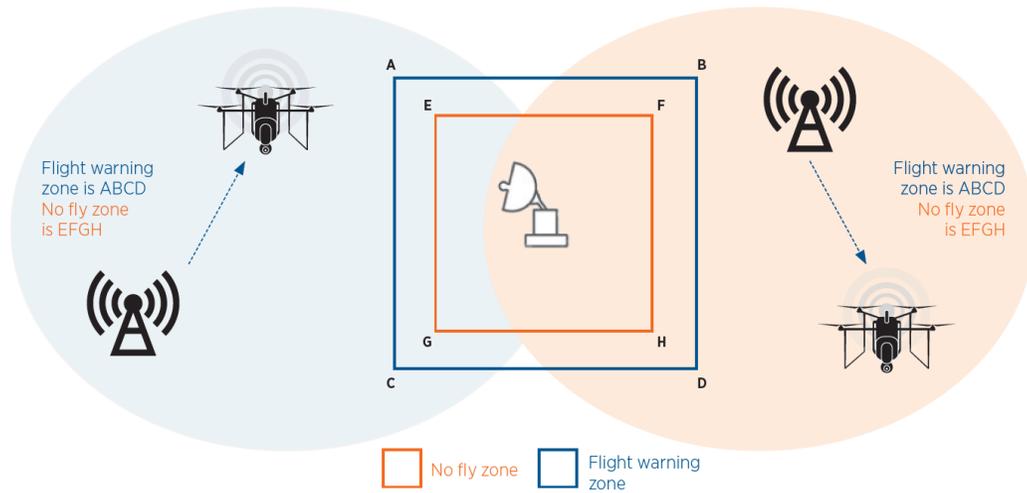
- Для воздушных АС, работающих в диапазоне 2500-2570 МГц или 2570-2620 МГц, могут потребоваться зоны запрета на передачу, определенные на национальном уровне, вокруг радаров, работающих в диапазоне 2700-2900 МГц.



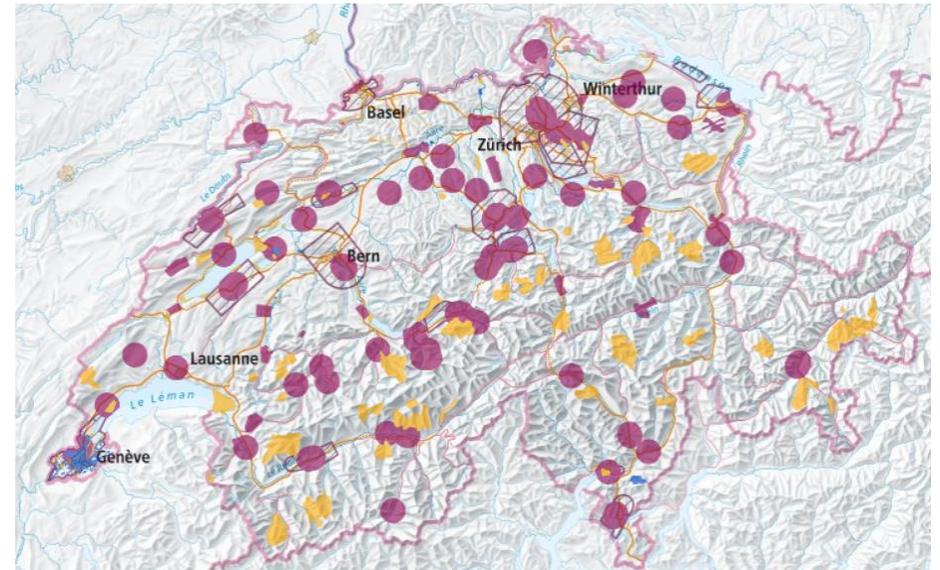
- Предел для уровня внеполосных излучений: -50 дБм/МГц в диапазоне частот 2690-2700 МГц для воздушных АС, работающих в диапазоне 2500-2570 МГц или 2570-2620 МГц.
- Для воздушных АС, работающих в диапазоне 2500-2570 МГц или 2570-2620 МГц, в зависимости от обстоятельств, требуются определенные на национальном уровне зоны запрета передачи вокруг объектов радиоастрономической службы, работающих в диапазоне частот 2690-2700 МГц;

Автоматические зоны ограничений полетов на основе условий ЭМС

Расширение механизма зон по запрету полетов дронов для учета условий ЭМС



Пример действующего механизма зон по запрету полетов дронов для учета других условий (Швейцария)



Запрос регуляторов

ECC also likes to inform that at its 66th meeting CEPT Report 089 on “Harmonised technical and operational conditions for the usage of non-active antenna systems aerial terminal stations in harmonised MFCN bands” in response to an EC Mandate was approved for publication. The content of this CEPT Report is based on current ECC regulations.

ECC wishes to emphasize the importance of the handling of the “no-transmit” zones (NTZ) in the harmonized European framework. These zones shall be defined (size and location) and implemented at national level and, where necessary, coordinated with neighbouring countries, as stated in CEPT Report 89. When drafting CEPT Report 89, CEPT also noted that availability of national “no-transmit” zone information at the national WBB ECS terrestrial networks could help to develop such relevant mechanism and that it is up to each Member State to manage how the relevant information is made available for such purpose.

The ECC noted the comments from ETSI TC MSG/TFES on mechanism ensuring that an aerial UE respects the no-transmit zones, in particular the information that “it was concluded that NTZ enforcement related impacts is limited to UAV UE only. No additional impacts are expected in RAN and CN.”

The ECC perceives that an approach that consolidates this information into the Aerial UE would conflict with the confidentiality constraints of some national administrations in handling consolidated information on NTZ for S-band radars (2.7-2.9 GHz). One possible solution would be to manage the NTZ at the network level, and its functionalities, rather than in the aerial UE in future harmonised standards in order to support the use of the 2.6 GHz band throughout Europe.

In consequence, CEPT invites ETSI for information on the roadmap for related aerial UE standardization development.

Ответ 3GPP

3GPP would like to thank CEPT ECC for their interest in this work and their input.

3GPP RAN and SA plenaries have taken up the discussion on the CEPT ECC Plenary LS on Harmonised framework on aerial UE usage in MFCN harmonised bands, related to the 3GPP support of UAV NTZ (No Transmit Zones).

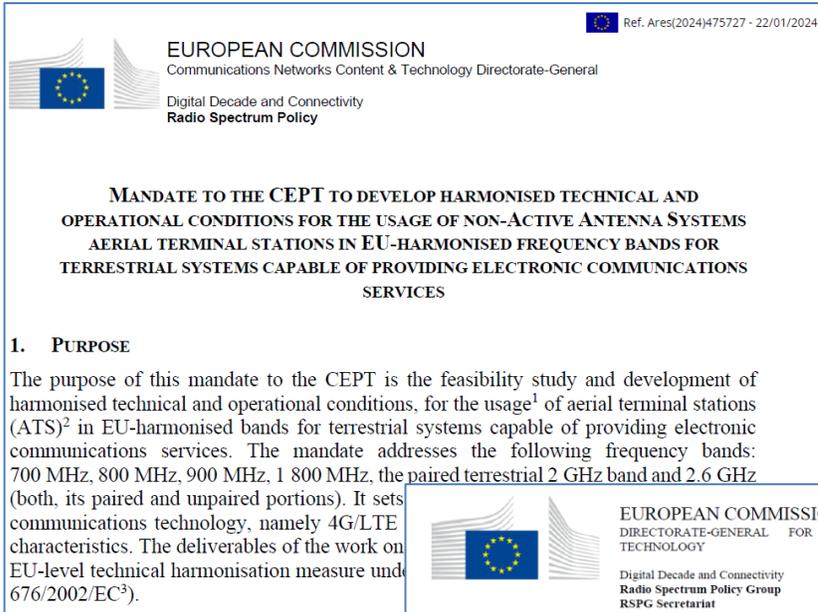
3GPP would like to inform all relevant stakeholders that 3GPP acknowledges the decision taken as indicated by the incoming LS, developed during Release 19 work, i.e., that during the **Rel-19 UAS_Ph3 study it was concluded that NTZ enforcement related impacts are limited to UAV UE only.**

Since Release 19 has been completed and frozen, 3GPP does not intend to consider additional requirements (as indicated in ECC(25)023 ANNEX 07) for Release 19. **The requirements indicated by the liaison will require study in 3GPP which is not currently covered by any ongoing activities.**

3GPP also like to mention that 3GPP is a contribution driven organization and in order to initiate and progress any work, interested member companies need to contribute to the appropriate WG meeting(s) to facilitate such activity.

Отсутствие глобальной политики по использованию полос частот в мире

Евросоюз завершает подготовку нормативно обязывающего решения



На уровне МСЭ вопрос запланирован к рассмотрению фактически только к ВКР-31

RESOLUTION COM6/25 (WRC-23)

Preliminary agenda for the 2031 world radiocommunication conference*

The World Radiocommunication Conference (Dubai, 2023),

resolves to give the view

that the following items should be included in the preliminary agenda for WRC-31:

- 1 to take appropriate action in respect of those urgent issues that were specifically requested by WRC-27;
- 2 on the basis of proposals from administrations and the Report of the Conference Preparatory Meeting, and taking account of the results of WRC-27, to consider and take appropriate action in respect of the following items:
 - 2.1 to consider potential new allocations to the fixed, mobile, radiolocation, amateur, amateur-satellite, radio astronomy, Earth exploration-satellite (passive and active) and space research (passive) services in the frequency range 275-325 GHz in the Table of Frequency Allocations of the Radio Regulations, with the consequential update of Nos. **5.149**, **5.340**, **5.564A** and **5.565**, in accordance with Resolution **COM6/13 (WRC-23)**;
 - 2.2 [to consider the possible [frequency bands] for [non-beam and beam] wireless power transmission to avoid harmful interference to the radiocommunication services caused by wireless power transmission, in accordance with Resolution **COM6/14 (WRC-23)**];
 - 2.3 to consider the use of aeronautical and maritime earth stations in motion communicating with non-geostationary space stations in the fixed-satellite service (Earth-to-space) in the frequency band 12.75-13.25 GHz, in accordance with Resolution **COM6/15 (WRC-23)**;
 - 2.4 to consider, based on the results of ITU Radiocommunication Sector studies, support for inter-satellite service allocations in the frequency bands 3 700-4 200 MHz and 5 925-6 425 MHz, and associated regulatory provisions, to enable links between non-geostationary orbit satellites and geostationary orbit satellites, in accordance with Resolution **COM6/16 (WRC-23)**;
 - 2.5 to consider a possible primary allocation in the frequency bands [694-960 MHz, or parts thereof, in Region 1], 890-942 MHz, or parts thereof, in Region 2, and [3 400-3 700 MHz, or parts thereof, in Region 3] to the aeronautical mobile service for the use of International Mobile

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ