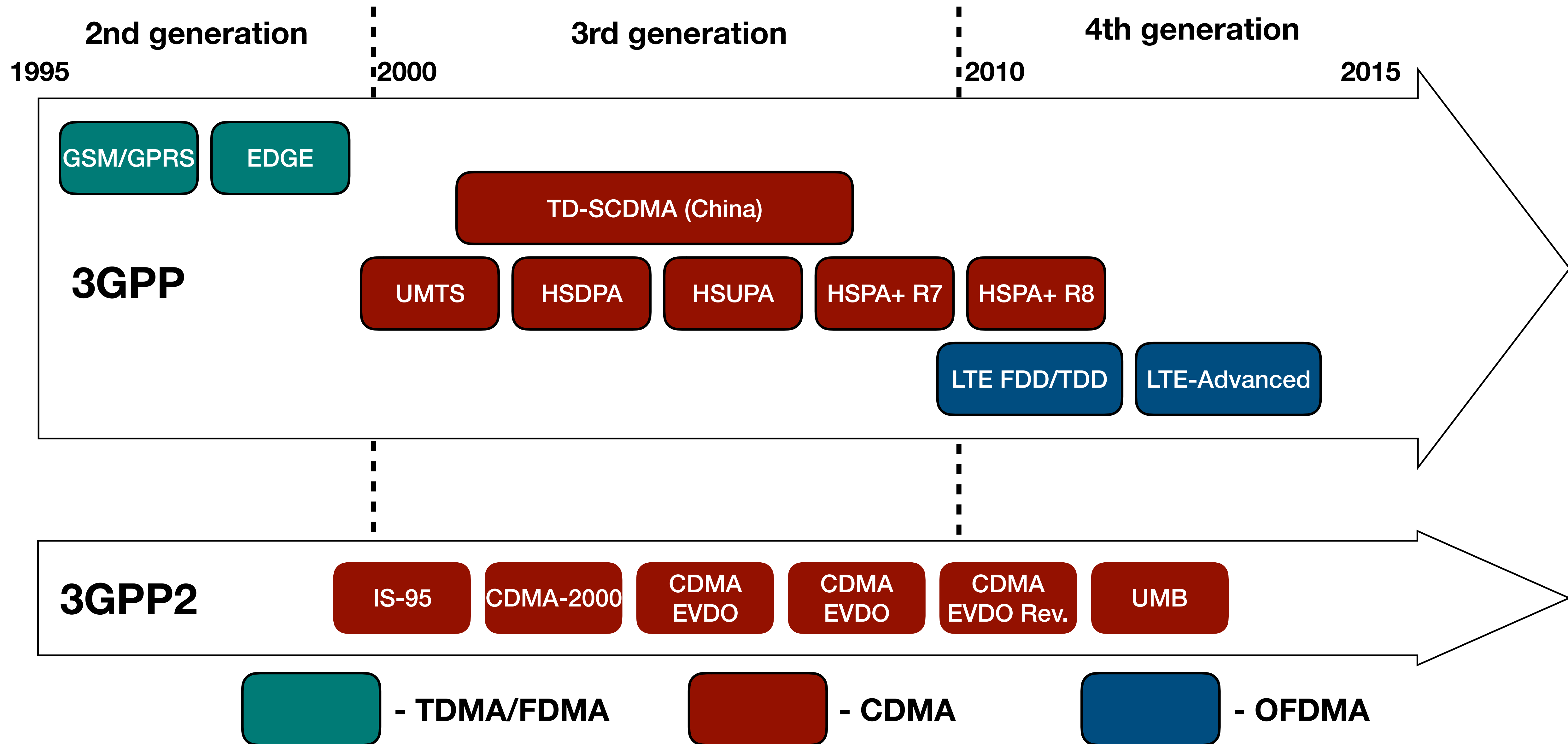


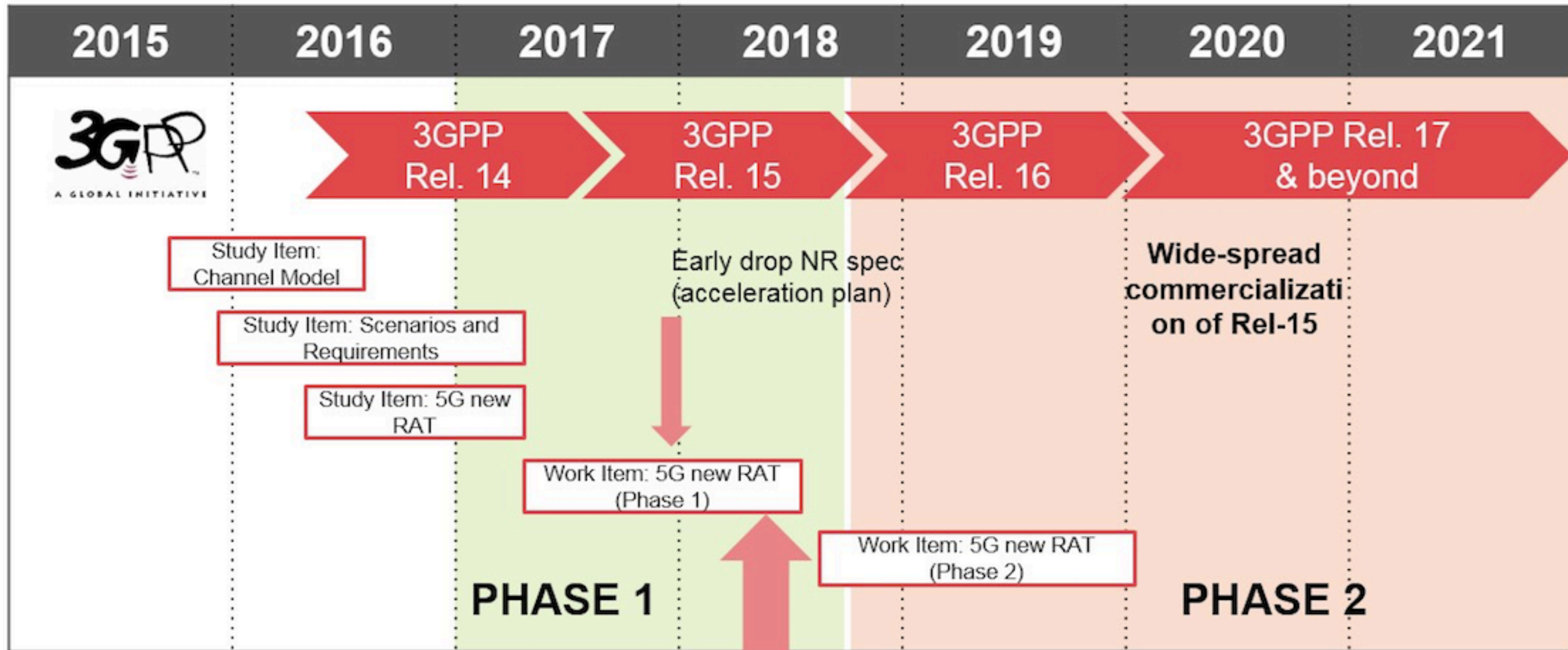
# Moscow technical university of communications and informatics (MTUCI)



## KEY FEATURES OF 5G WIRELESS SYSTEMS ENGINEERS EDUCATION

**Speaker: Taoufik BEN REJEB**  
Ph.D, Associate Prof., MTUCI  
[t.benrejeb@mtuci.ru](mailto:t.benrejeb@mtuci.ru)







# 5G: Testing areas in Moscow

## Launched

Area «VDNKH Park»   HUAWEI

Area «Tverskaya st.»  TELE2  ERICSSON

Area «Luzhniki stad.»  Билайн™  HUAWEI

## Will be launched in a few months

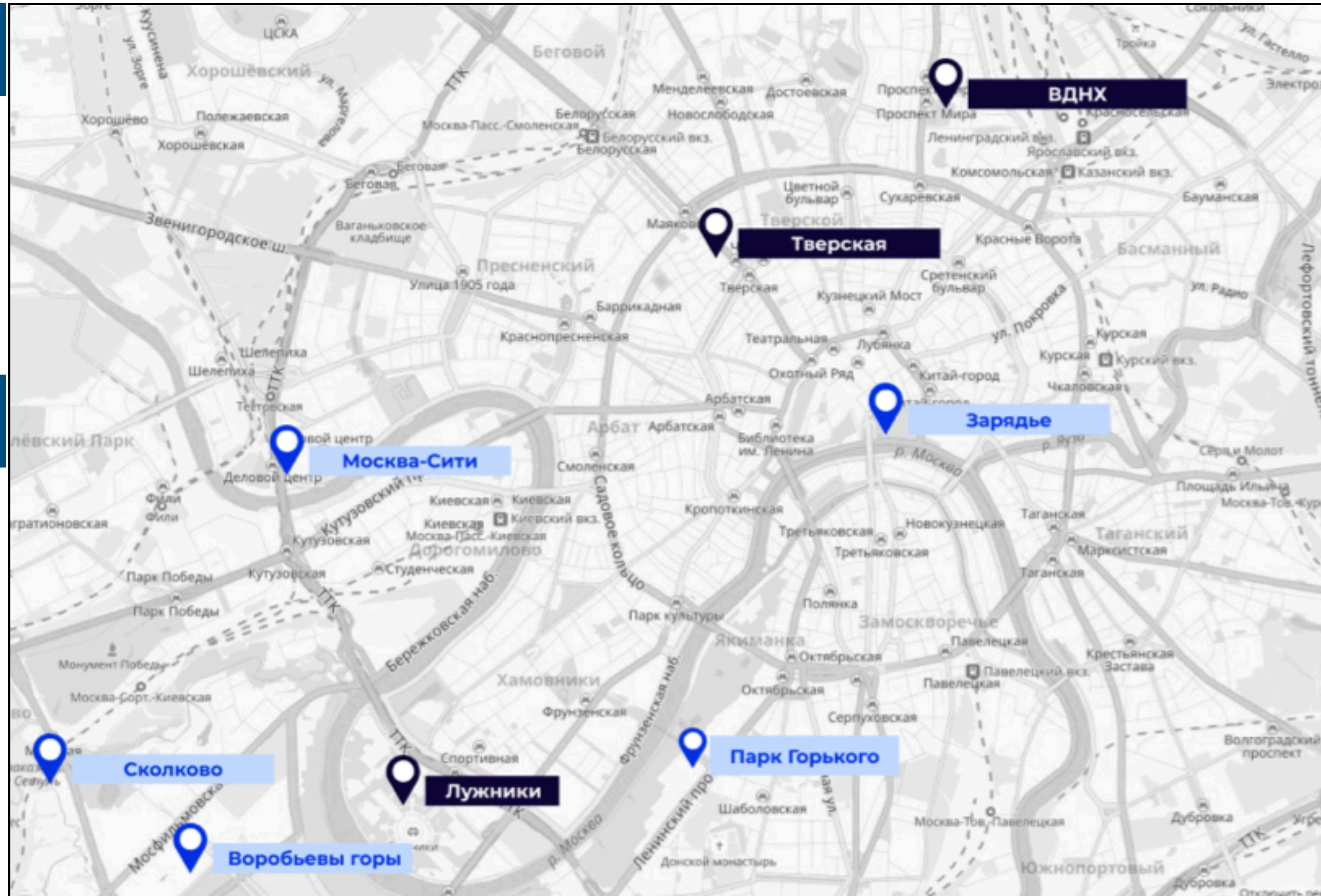
Area «Zaryadie Park»  TELE2

Area «Moscow-city»  МЕГАФОН

Area «Gorky Park»  MTC

Area «Vorobievi gori»  МЕГАФОН

Area «Skolkovo centre»  Билайн™





**COURSE PARTICIPANTS**

**Engineers**

Engineers of cellular operators and large providers of telecommunication services

**Algorithms and hardware developers**

Developers of signal processing algorithms, developers of hardware for cellular networks

**Service managers, product managers**

Sales managers of different levels

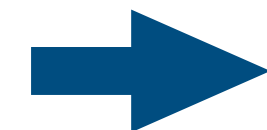
**Government staff**

Public administration in the field of telecommunications

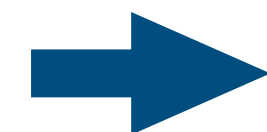
**Directions of skills development**



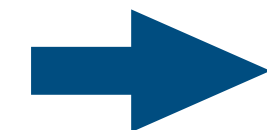
**5G mobile networks basics**



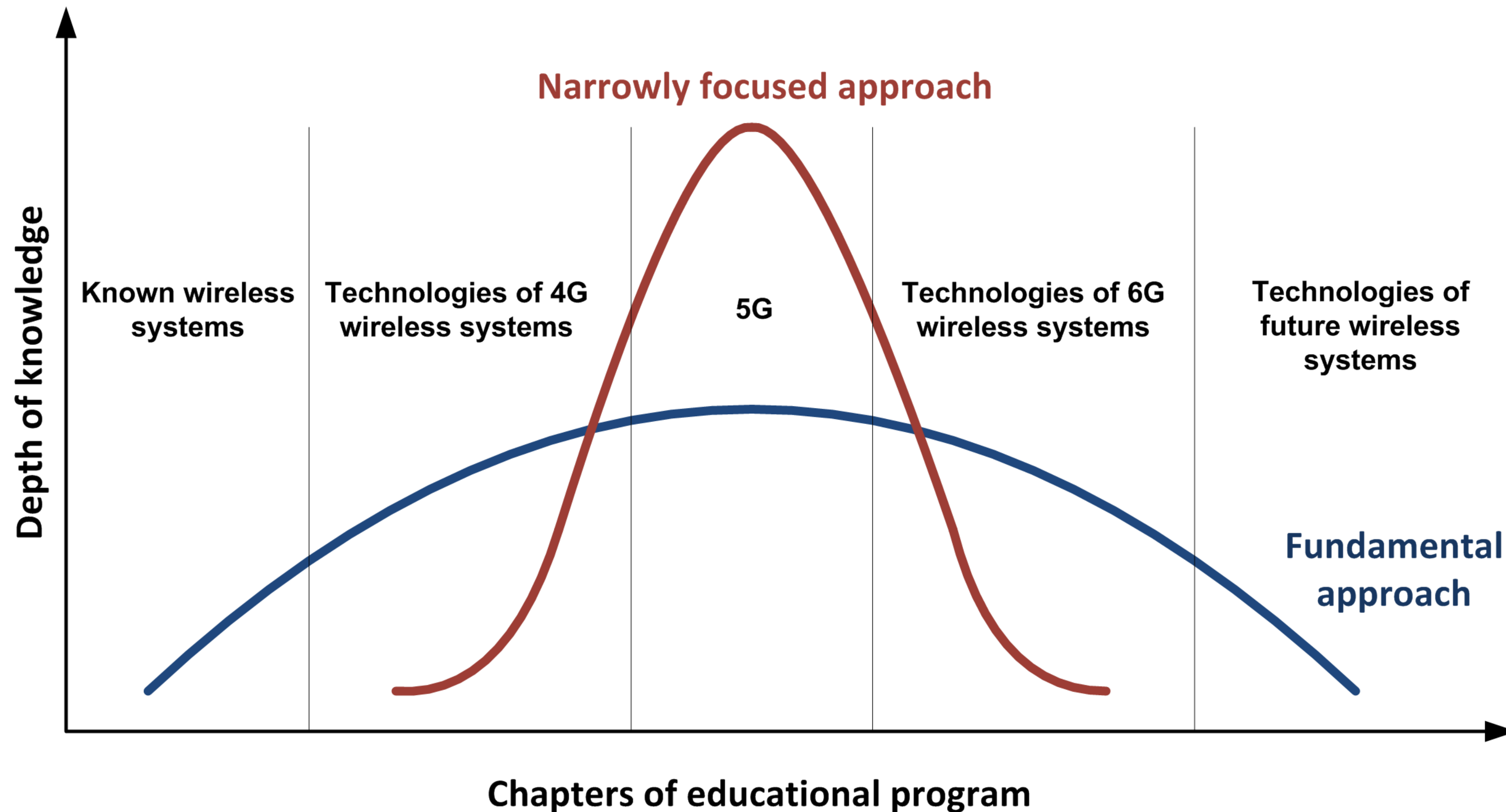
**Management in 5G mobile networks**



**Technical specialist in the field of 5G mobile networks**

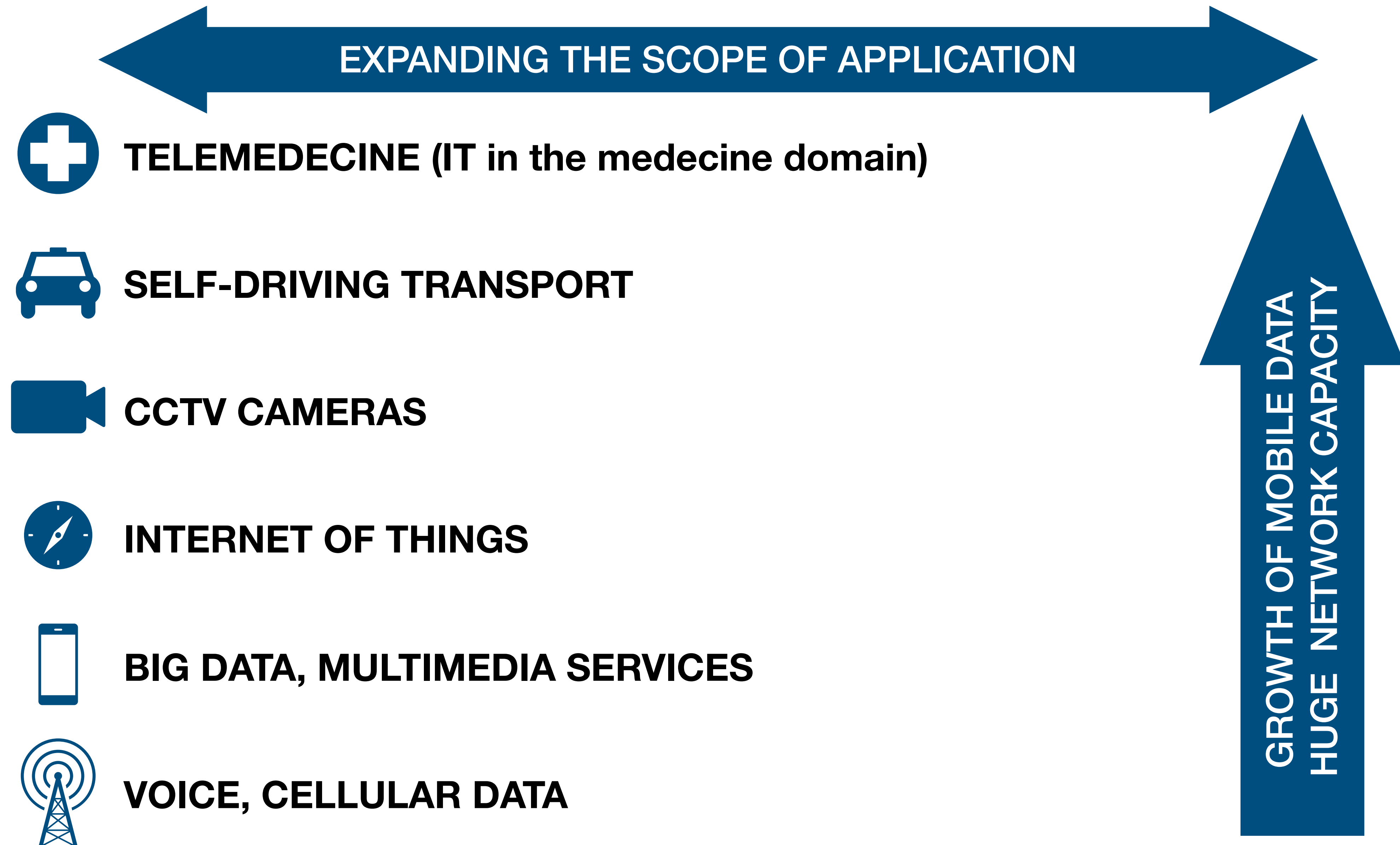


**Legal issues in the field of 5G mobile networks**



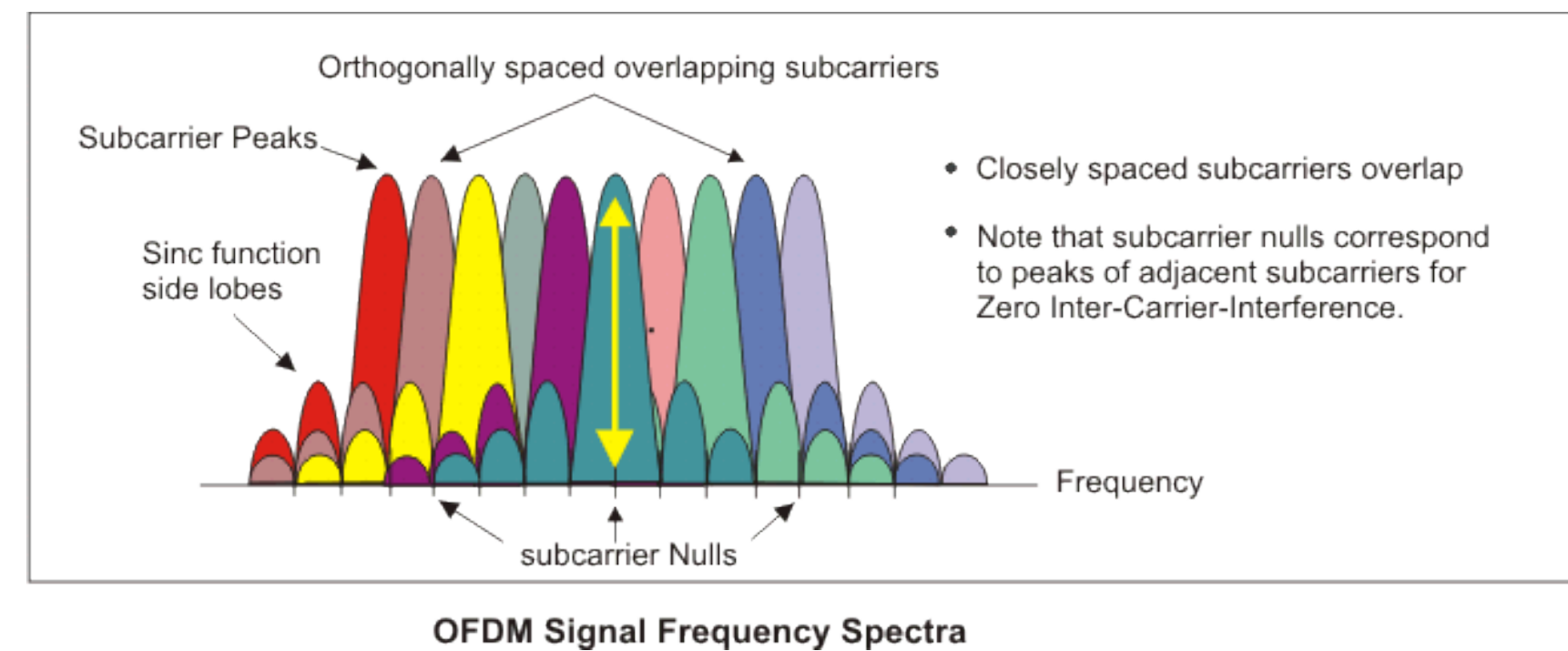
**Narrowly focused approach** — deep study of 5G key technologies regardless of known wireless systems standards

**Fundamental approach** — study of communication systems in progression from traditional technologies to 5G systems and their future development

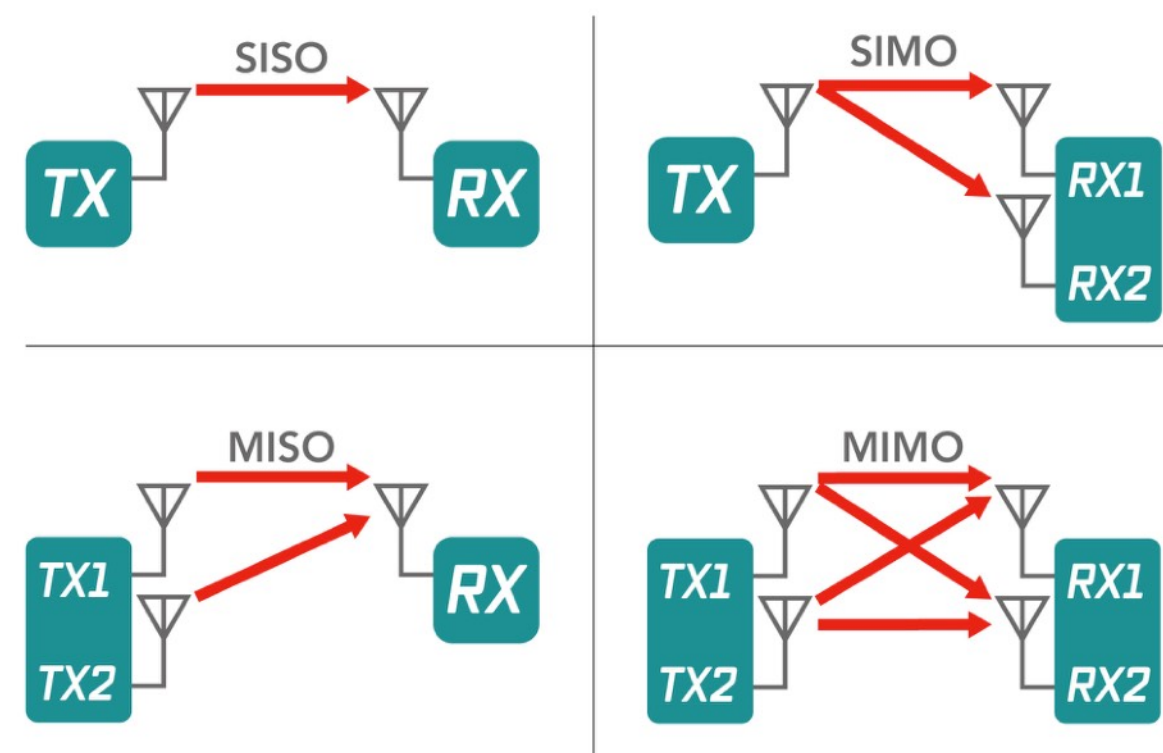


## KNOWN TECHNOLOGIES

## Orthogonal-frequency division multiplexing OFDM

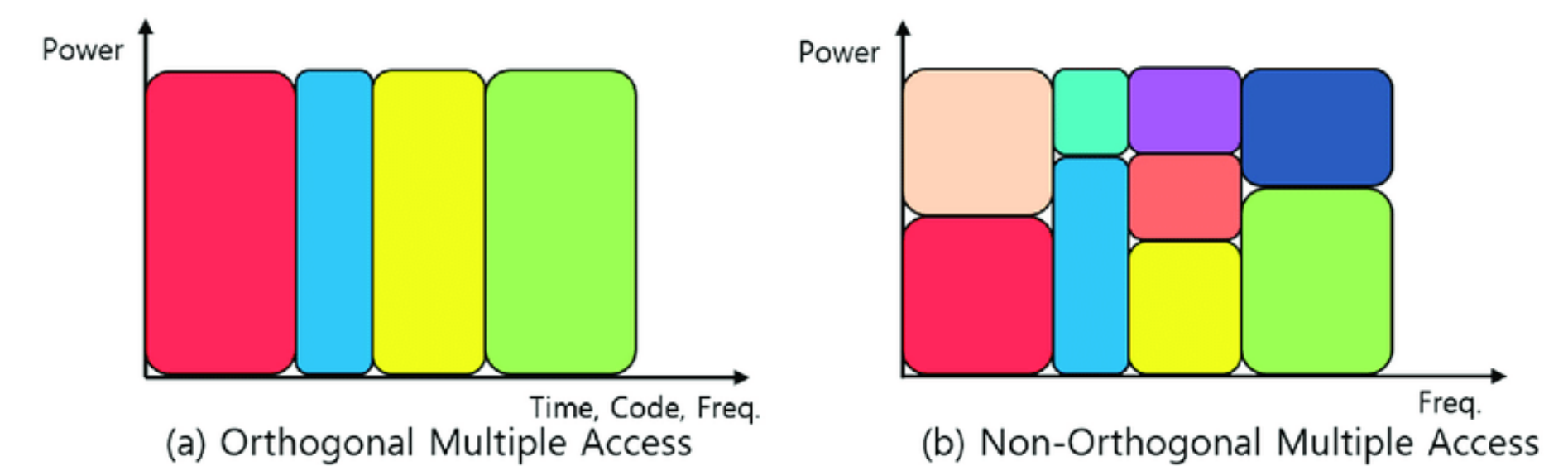


## Multiple antenna systems MIMO

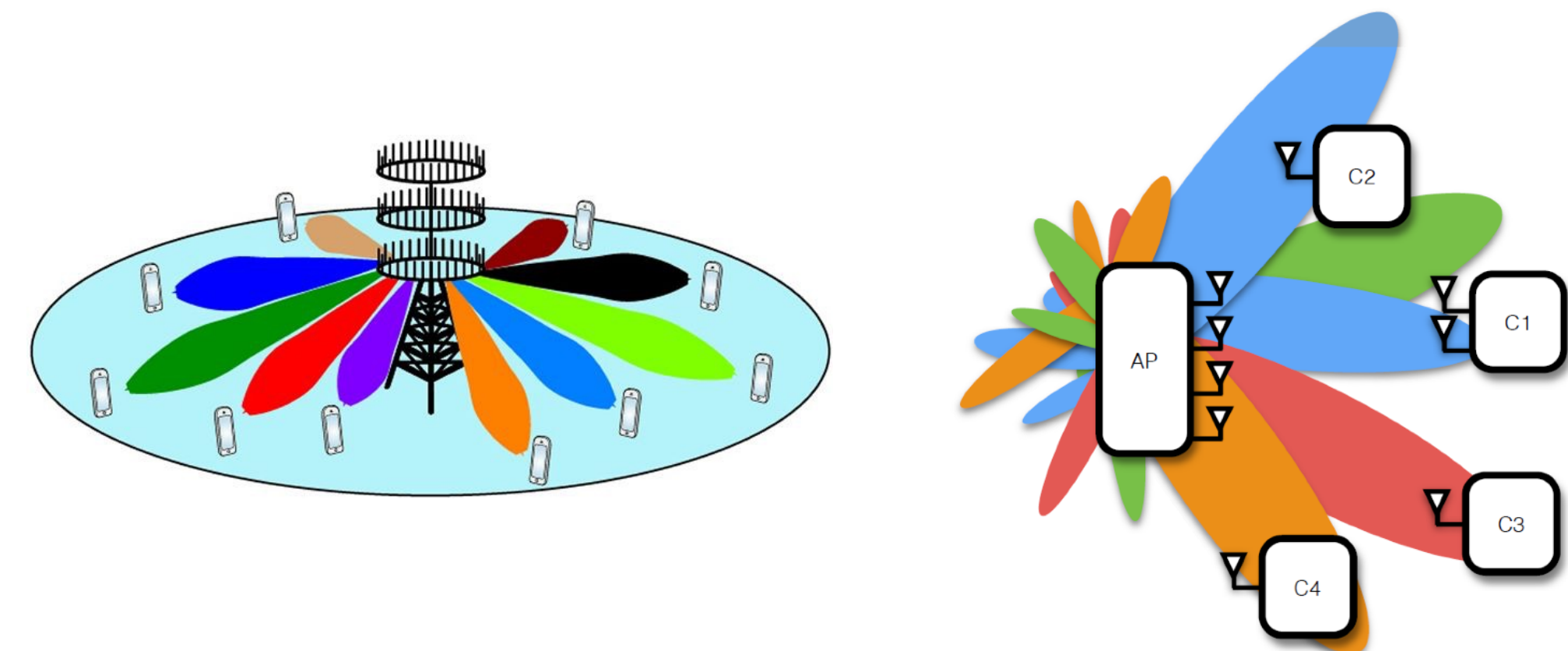


## NEW TECHNOLOGIES

## Non-orthogonal multiple access NOMA

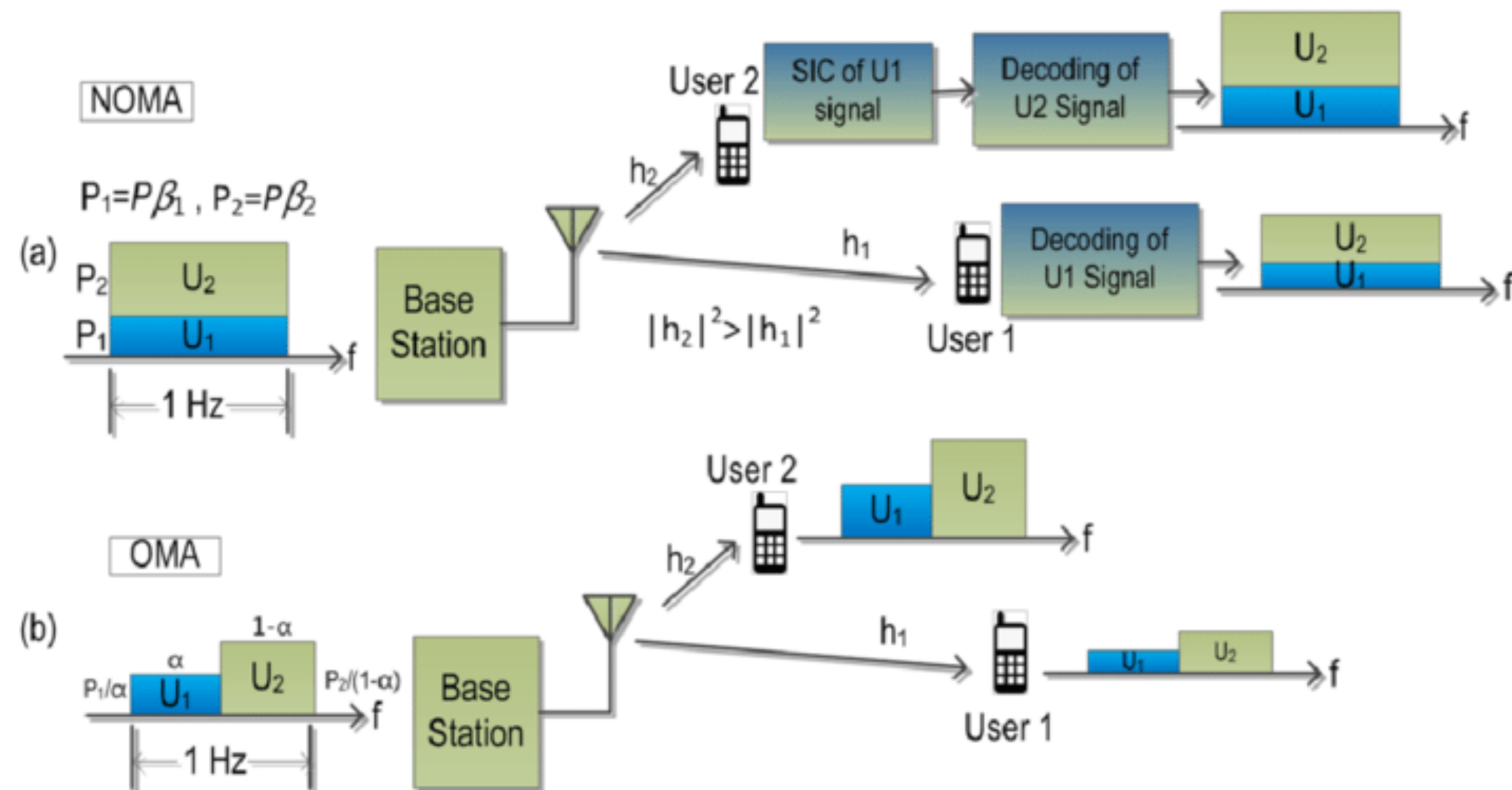


## Multiple antenna systems advanced: Massive MIMO, Multiuser MIMO, Precoding

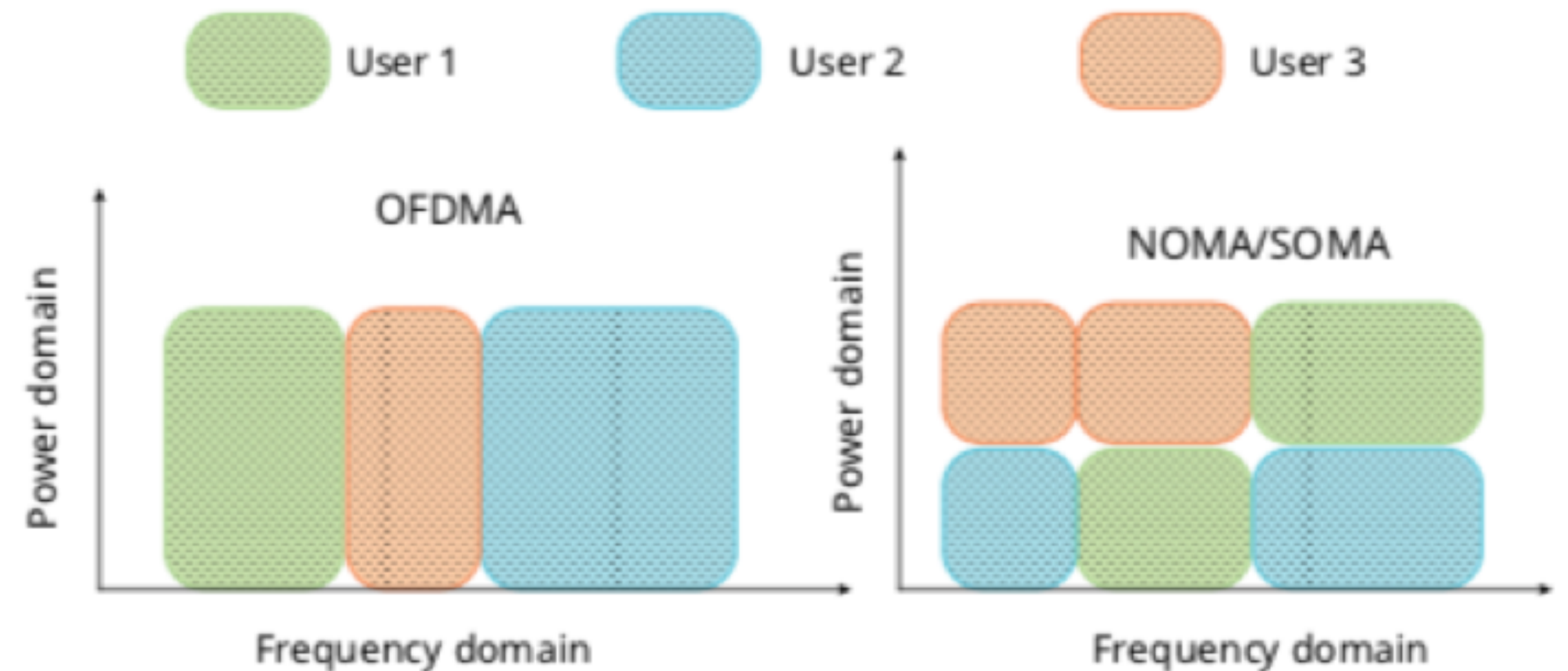




NOMA (Non-orthogonal multiple access) is a **CORE** technology of 5G wireless systems



Demodulation in NOMA



Power domain user multiplexing

1G...4G core technologies - orthogonal multiple access OMA (CDMA, TDMA, OFDMA)



## UNIFIED standard 3GPP Release 15 NR (New Radio)

(unlike previous generations of mobile communication systems)

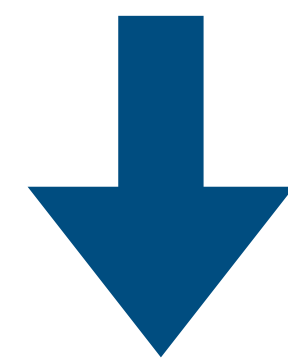
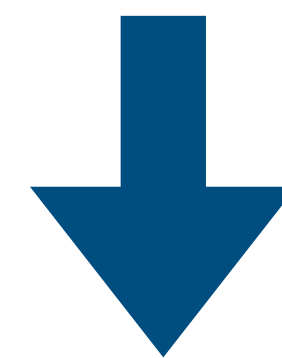
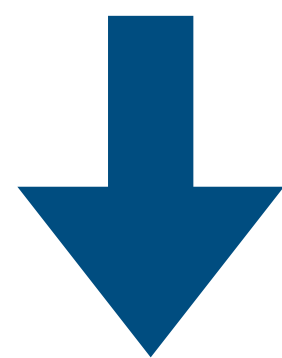
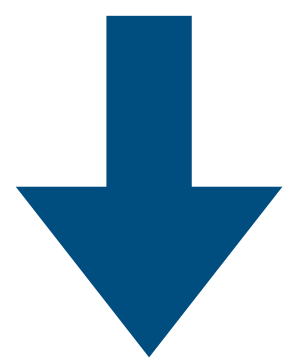
*Import substitution = Participation in international standardisation*

Participation in  
international  
standardisation

Development of  
solutions for signal  
processing

Patents registration

Implementation of  
developed solutions in  
standards



IMPORT SUBSTITUTION

+

COMPETITIVE POSITION

## TECHNICAL DIFFICULTIES

Technology of non-orthogonal multiple access NOMA have very complex mathematical base:

- 1.Function theory
- 2.Vector-matrix signal processing (linear algebra)
- 3.Difficult interference situation (mmWave)
- 4.Difficult channel models (probability theory)
- 5.High computational complexity of signal processing algorithms (theory of computational complexity)

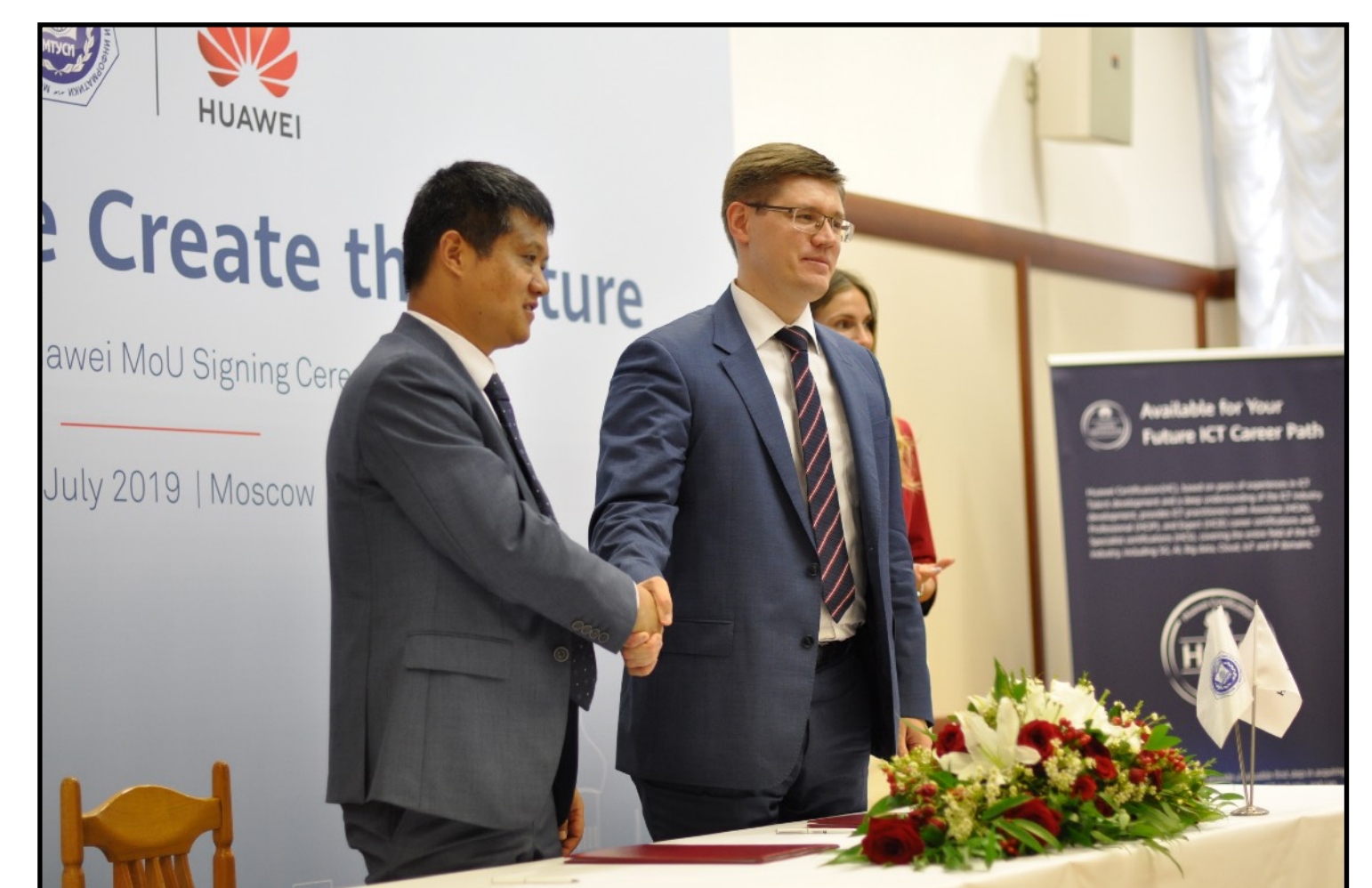
**CONCLUSION: Fundamental mathematical training of specialists is required**

## LEGAL COMPLEXITY

- 1.More complex legal regulation of Telecom operators
- 2.There is very IMPORTANT - mandatory participation of industry organisations, including Universities, in international standardisation in the field of 5G and subsequent generations



On July 25, 2019, Moscow technical University of communications and Informatics (MTUCI) and Huawei signed a Memorandum of understanding, according to which the University plans to establish the first National Academy in the field of information and communication technologies (ICT).





**Section 1. Basic Course: Overview of 5G Wireless Technology and Features**

Wireless systems technologies basics

Requirements for 5G wireless networks

Business models, use cases and possibilities of new 5G wireless systems

Evolution of E2E-networks and key technologies of 5G wireless networks

**Section 2. Advanced Course: Technical Specialist for Operation and Deployment of 5G Wireless Systems**

Increasing of spectral efficiency of wireless systems

MIMO systems. Possibilities, principles and algorithms

New modulation and coding schemes in wireless systems

Technologies of multiple access used in 5G wireless systems

Actual tasks and issues in the field of digital signal processing algorithms development



On September 24, 2019, at the Trainings-2019 award within the framework of the twentieth anniversary forum HR-Expo, the joint educational program of the Moscow technical University of communications and Informatics (MTUCI) and Huawei "Specialist in the field of 5G wireless communication systems" received a quality mark in the nomination "Training of digital industry professionals" of the direction "Personnel for the digital economy"

НОВЫЙ

ОБРАЗОВАНИЕ | Образовательная программа «Специалист в области систем беспроводной связи 5G»

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РЕШЕНИЯ

Совместная образовательная программа МТУСИ и Huawei направлена на получение сотрудниками новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в сфере развертывания и эксплуатации оборудования систем беспроводной связи 5G, включая системы мобильной связи и радиодоступа, являющихся необходимой технологической базой для роста рынка цифровых услуг. Программа имеет модульную структуру и подходит для повышения квалификации как инженеров, так и менеджеров крупных телекоммуникационных компаний.

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДАННЫЕ

- Программа рассчитана на лиц, имеющих среднее профессиональное и (или) высшее образование; лиц, получающих среднее профессиональное и (или) высшее образование (бакалавриат, специалитет, магистратура), желающих получить профессиональное образование в области систем беспроводной связи пятого поколения
- Финансово-экономическая модель: госзакупка в рамках 44-ФЗ.
- Данные: «базовый» образовательный модуль рассчитан на получение новых компетенций представителями компаний-операторов, ведущих бизнес в сфере предоставления услуг беспроводной связи новых поколений, «углубленный» образовательный модуль ориентирован на подготовку высокопрофессиональных инженеров в сфере 5G, конкурентоспособных на российском и международном рынках

ПРОБЛЕМНАЯ СИТУАЦИЯ

- Отсутствие компетенций, необходимых для работы с новыми технологиями систем беспроводной связи
- Использование на сети связи новейшего оборудования стандартов систем беспроводной связи 5G
- Сложности в эксплуатации оборудования, связанные с использованием новых диапазонов частот
- Отсутствие образовательных программ и курсов повышения квалификации, посвященных системам беспроводной связи 5G

СРОКИ

от 2 НЕДЕЛЬ

\* Срок обучения

РЕЗУЛЬТАТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ

- Получение слушателями навыков первичного контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам
- Владение действующими в отрасли и на предприятии стандартами и техническими условиями
- Владение новыми технологиями сетей мобильной связи, радиосвязи и радиодоступа
- Владение навыками планирования сетей связи согласно частотному плану сетей 5G
- Владение методами анализа качественных показателей работы сетей беспроводной связи как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений
- Возможность интегрировать, принимать новое оборудование, расширять и модернизировать действующее оборудование сети связи

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ

Александр Зорин

Директор по региональной политике АНО «Цифровая экономика»  
azorin@data-economy.ru

Сергей Ерохин

Ректор Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ)  
esd@mtuci.ru

Москва

ECOSYSTEM OF THE DIGITAL ECONOMY-2019: Key features of 5G wireless systems engineers education

14



# KEY FEATURES OF 5G WIRELESS SYSTEMS ENGINEERS EDUCATION

**Thank you for your attention!**

**Speaker: Taoufik BEN REJEB**  
Ph.D, Associate Prof., MTUCI  
[t.benrejeb@mtuci.ru](mailto:t.benrejeb@mtuci.ru)