



Белорусский государственный
университет информатики и
радиоэлектроники



Белорусские облачные
технологии



Международный Союз
Электросвязи

«Глобальные тенденции в области ИКТ»

Константин Савин, Эксперт МСЭ по сетевой инфраструктуре,
Бизнес-партнер IXP Consulting

Взгляд МСЭ на перспективные направления развития ИКТ

ИК13 МСЭ-Т Сети будущего (2025-2028) – 23 вопроса

- ❑ **Инновационные услуги конвергенции**, включая модель обслуживания, сценарии, технические аспекты в будущей сети
- ❑ **Интеллектуальные сети**, включая большие данные, управляемые сетями и человекоподобные сети
- ❑ Требования и возможности для **вычислений, включая облачные вычисления** и обработку данных
- ❑ Международные сети мобильной связи (**IMT**) и **искусственный интеллект/машинное обучение**: требования и архитектура
- ❑ **Программирование** сети
- ❑ Расширенные **информационно-ориентированные сети (ICN)** и новые сетевые технологии
- ❑ Фиксированная, мобильная и **спутниковая конвергенция**

Фокус Группы МСЭ-Т

- ❑ Искусственный интеллект для телекоммуникационных сетей (FG-AINN)
 - ❑ Группа по сетям на основе ИИ (FG AINN) была создана Исследовательской группой МСЭ-Т 13 для изучения и определения **фундаментальных изменений**, необходимых в **сетевой архитектуре** для полного использования потенциала ИИ. Эта группа, созданная в июле 2024 года, стремится определить требования, проблемы и возможности, которые **сети на основе ИИ** привнесут в глобальный ландшафт коммуникаций
- ❑ Искусственный интеллект для мультимедийных технологий (FG-EAI)
 - ❑ Эта фокус-группа стремится исследовать базовые технологии, включая реальные и виртуальные наборы данных и передовые **методы взаимодействия человека и машины**.

<https://www.itu.int/en/ITU-T/groups/Pages/default.aspx>

Проекты вопросов МСЭ-D ИК1 и ИК2 (2026-2029)

- ❑ ИКТ для сельской местности
- ❑ Доступ к услугам ИКТ для **лиц с ограниченными возможностями** и других лиц с особыми потребностями
- ❑ **Доступность пользовательских устройств**, а также вопросы **соответствия стандартам** и совместимость
- ❑ ИКТ для **реагирования на бедствия**
- ❑ ИКТ для **окружающей среды** и оценка воздействия **электромагнитных полей на человека**
- ❑ **Защита информационных и коммуникационных сетей**: лучшие практики для развития культуры кибербезопасности

<https://www.itu.int/itu-d/sites/studygroups/>

Приоритетные направления для инженерного сообщества



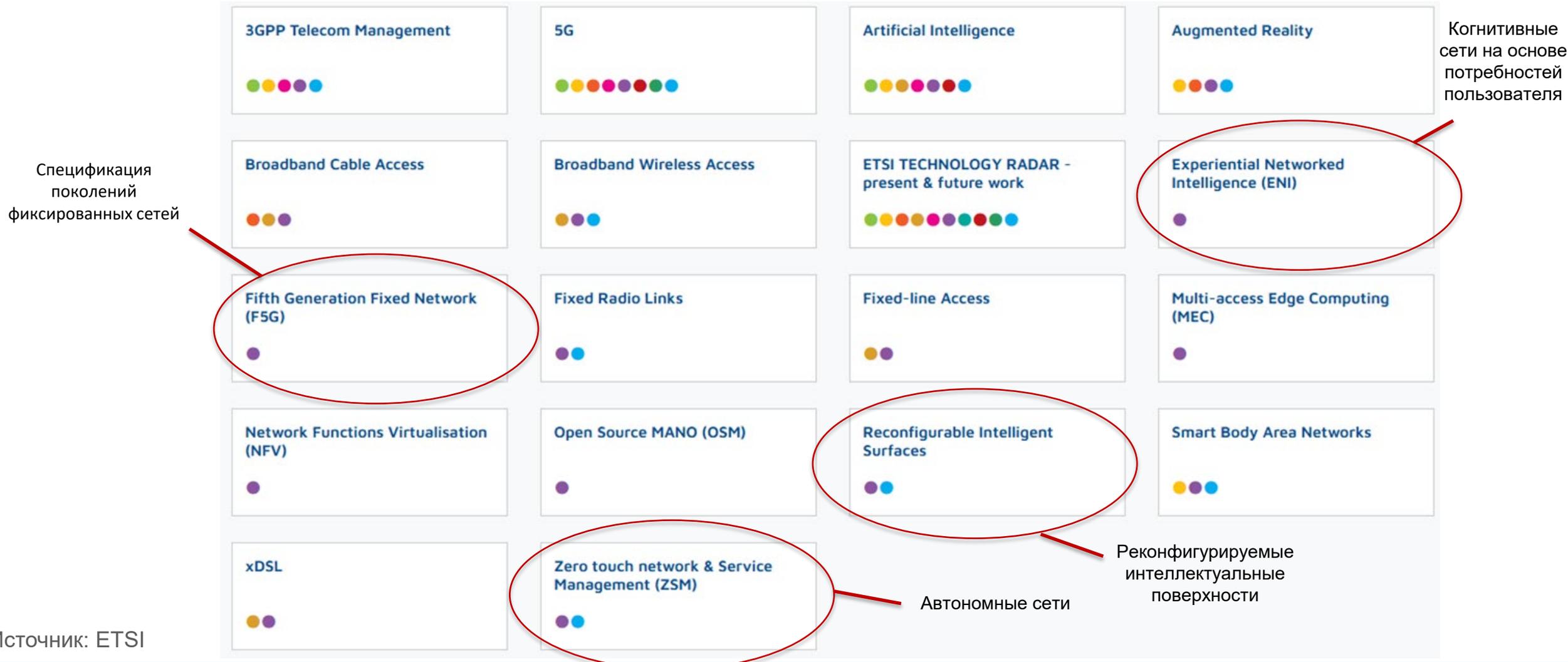
Команда IEEE по созданию дорожной карты развития новых поколений международных сетей (International Network Generations Roadmap, INGR) охватывает следующие 15 направлений на горизонт 10 лет (2023-2033):

1. Приложения и сервисы
- 2. Развёртывание сетей (5G/6G)**
3. Платформа автоматизации Edge (EAP)
- 4. Энергетическая эффективность**
5. Оборудование сетей
6. Massive MIMO
7. Миллиметровые волны (mmWave) и обработка сигналов
- 8. Оптические технологии**
- 9. Спутниковые технологии**
10. Безопасность
11. Стандартизация
- 12. Оптимизация системы**
13. Тестовая среда
14. Подключение неподключенного
- 15. Artificial Intelligence/Machine Learning (AI/ML)**

<https://futurenetworks.ieee.org/roadmap>

17-18 марта 2026 года, г. Минск, Республика Беларусь

Перечень сетевых технологий ETSI



Источник: ETSI



GSMA - глобальные мобильный тренды 2026

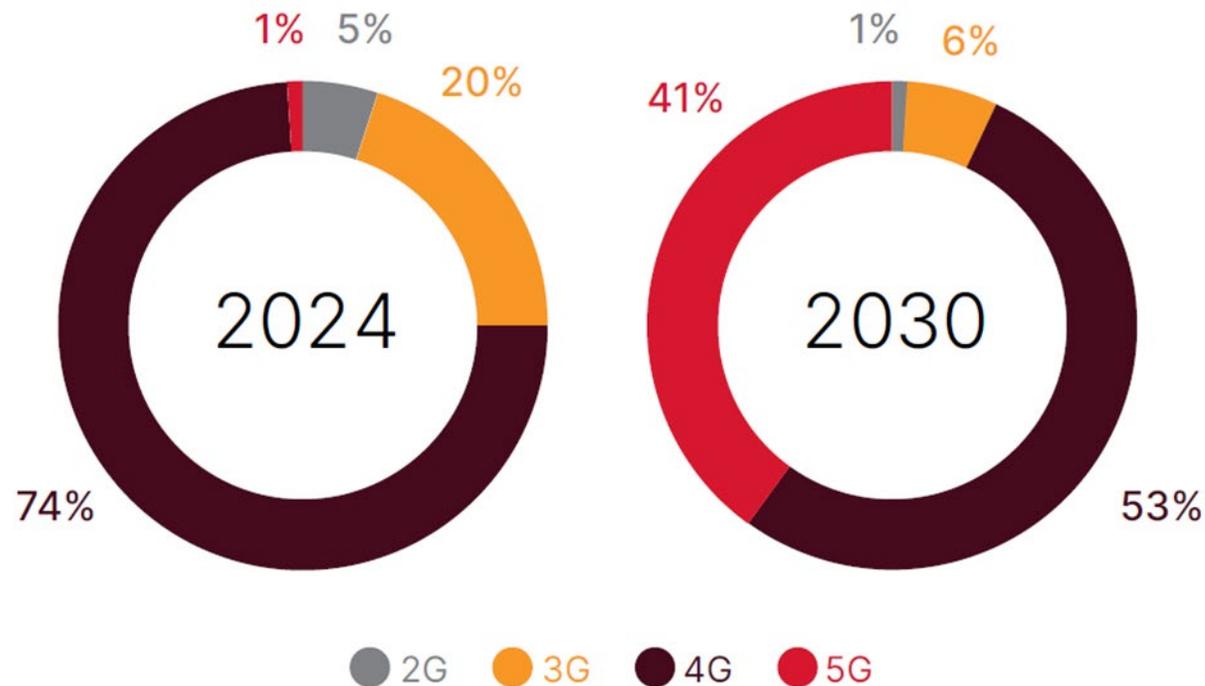
AI for telco	Оптимизация — это единственное, что имеет значение для операторов в контексте ИИ в RAN
Telco for AI	Фабрики ИИ — это специализированные телекоммуникационные датацентры для обработки задач ИИ
Autonomous networks	ИИ-агенты для оптимизации и управления сетью, устранения неисправностей устройств и выставления счетов
AI and devices	Сочетание устройств с ИИ и большего количества ИИ контента гарантированно увеличит объемы трафика
5G innovation	Операторы запустили 5G-Advanced, продвигая преимущества технологии для потоковой передачи видео и игр
Enterprise 5G	Основным местом обработки трафика ИИ компаний будет «частное облако», а не публичное
Telco security	Ценность ИИ в безопасности телекоммуникаций: опережение угроз до их возникновения
The quantum impact	Безопасность и эффективность считаются главными преимуществами внедрения квантовых технологий
Satellites and D2D	Операторы включают услуги D2D-связи в тарифные планы как инструмент снижения оттока абонентов
Satellites in IoT	Гибридные модели позволяют оптимизировать затраты и поддерживать непрерывную связь с IoT устройствами
Energy innovation	Операторы переходят к ИИ на основе модели трафика, чтобы динамически отключать или активировать сеть
eSIM	На рынке корпоративных IoT eSIM вне автомобильной отрасли внедрение еще не достигло критической массы

Источник: GSMA

<https://www.gsmaintelligence.com/research/global-mobile-trends-2026>

Прогноз развертывания сетей 5G в регионе Евразия

Technology mix



Subscriber penetration

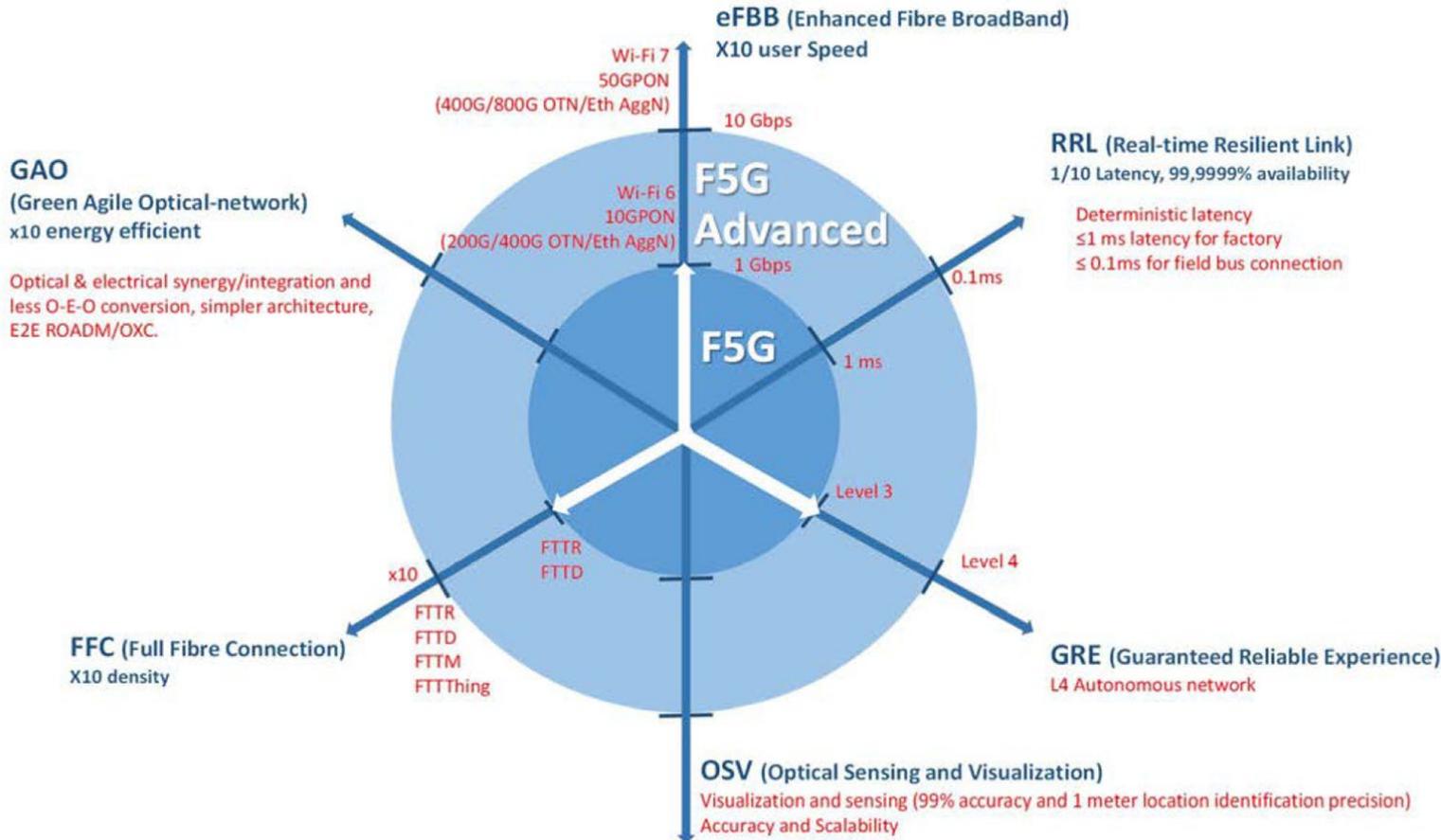


Smartphone adoption



Источник: GSMA, Mobile Economy report 2025

Фиксированная сеть пятого поколения (F5G и F5G Advanced)



Три ключевых направления:

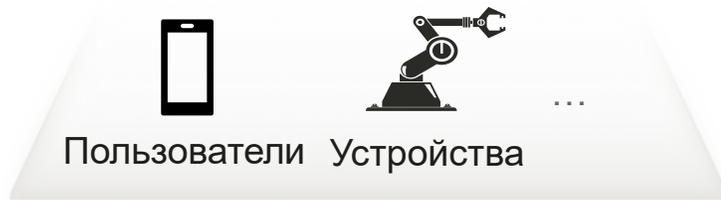
- ❑ enhanced Fixed Broadband (eFBB)/улучшенная фиксированная широкополосная связь
- ❑ Full-Fibre Connection (FFC)/Сплошное оптоволоконное соединение
- ❑ Guaranteed Reliable Experience (GRE)/Гарантированный надежный опыт

Три расширенных направления:

- ❑ Green Agile Optical network (GAO)/зеленая гибкая оптическая сеть
- ❑ Real-Time Resilient Link (RRL)/устойчивое соединение в реальном времени
- ❑ Optical Sensing and Virtualization (OSV)/оптическое зондирование и виртуализация

Промежуточные технологии 5G Advanced

5G-A



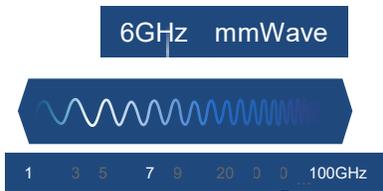
F5G-A



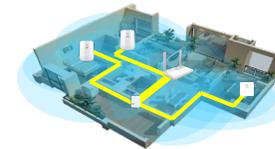
Net5G-A



Шире
каналы
(Sub100G)



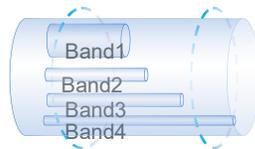
FTTR, Wifi7



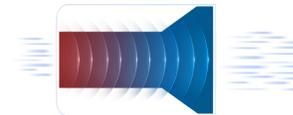
Интерфейс Ethernet



Выше
Спектральная эффективность
(1024QAM, Multi-band)



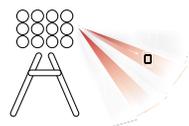
50G PON



Гарантированный SLA
(100К каналов)



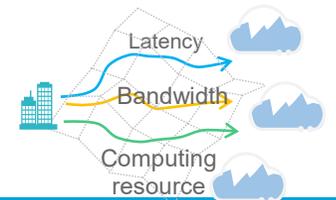
xMIMO
(8*8MIMO)



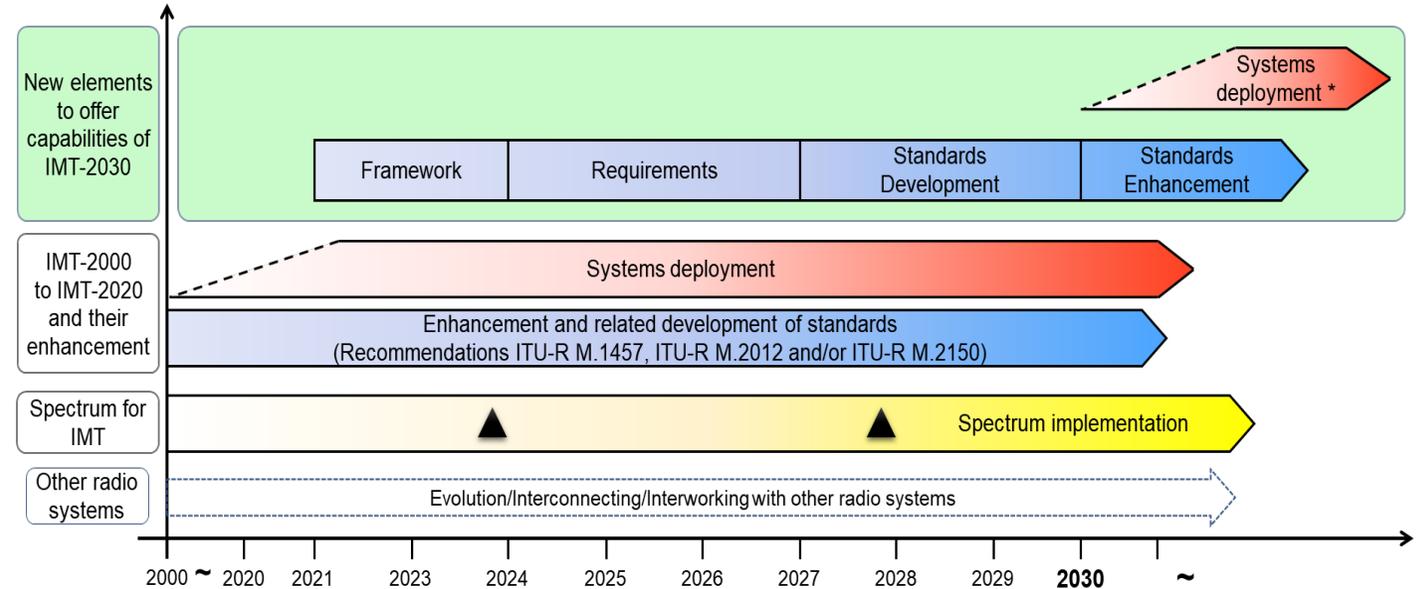
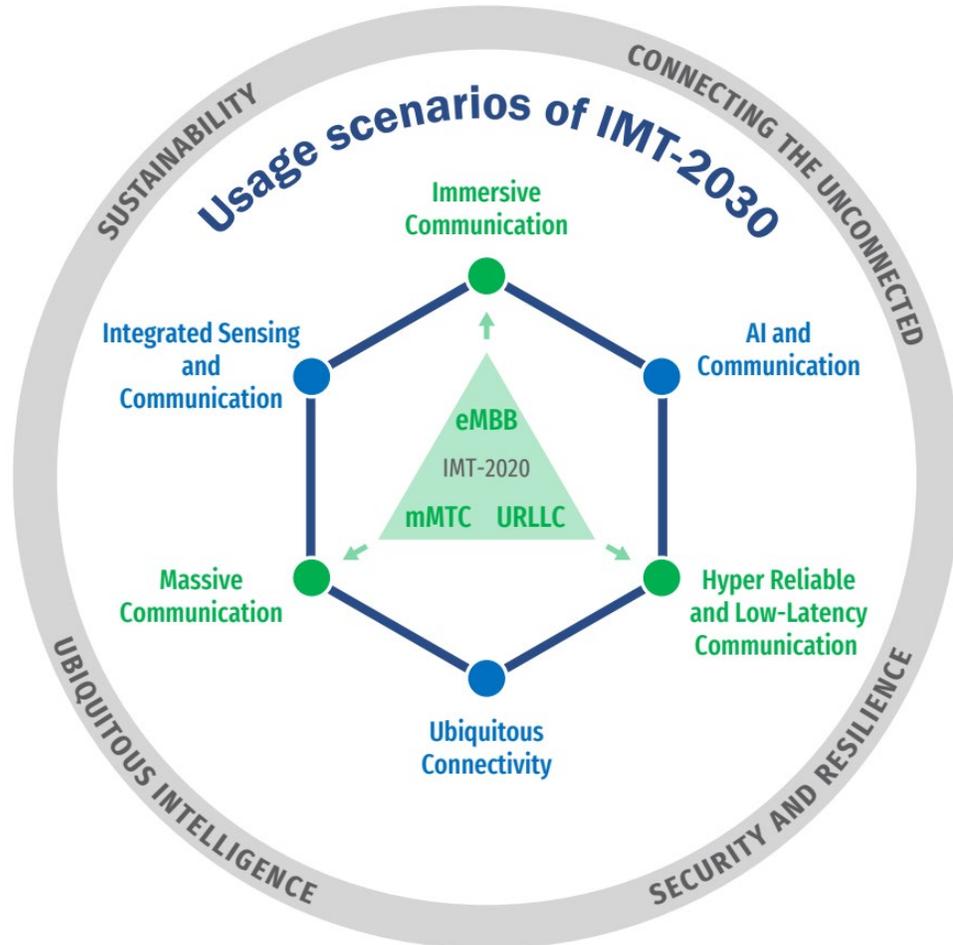
OXC, 800G



Интеллектуальное
планирование
(TTM: 20 дней → 1 час)



Разработка определения IMT-2030 (6G) в ITU



The sloped dotted lines in systems deployment indicate that the exact starting point cannot yet be fixed.

▲ : Possible spectrum identification at WRC-23, WRC-27 and future WRCs

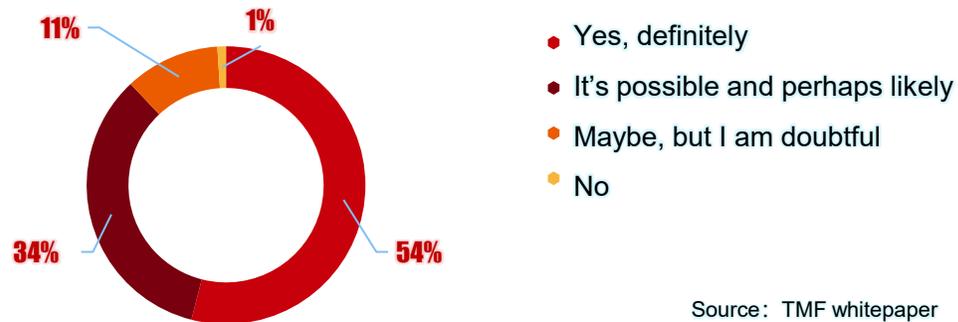
* : Systems to satisfy the technical performance requirements of IMT-2030 could be developed before year 2030 in some countries.

: Possible deployment around the year 2030 in some countries (including trial systems)

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2160-0-202311-I/en> M.2160 : Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond (11/2023 post WRC23)

Автономные сети стали стратегической целью операторов

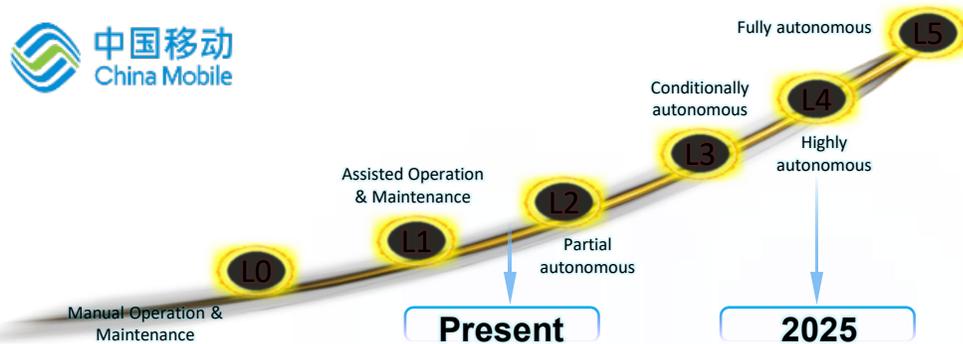
80% + операторов поставили цель построить полностью автономную сеть связи



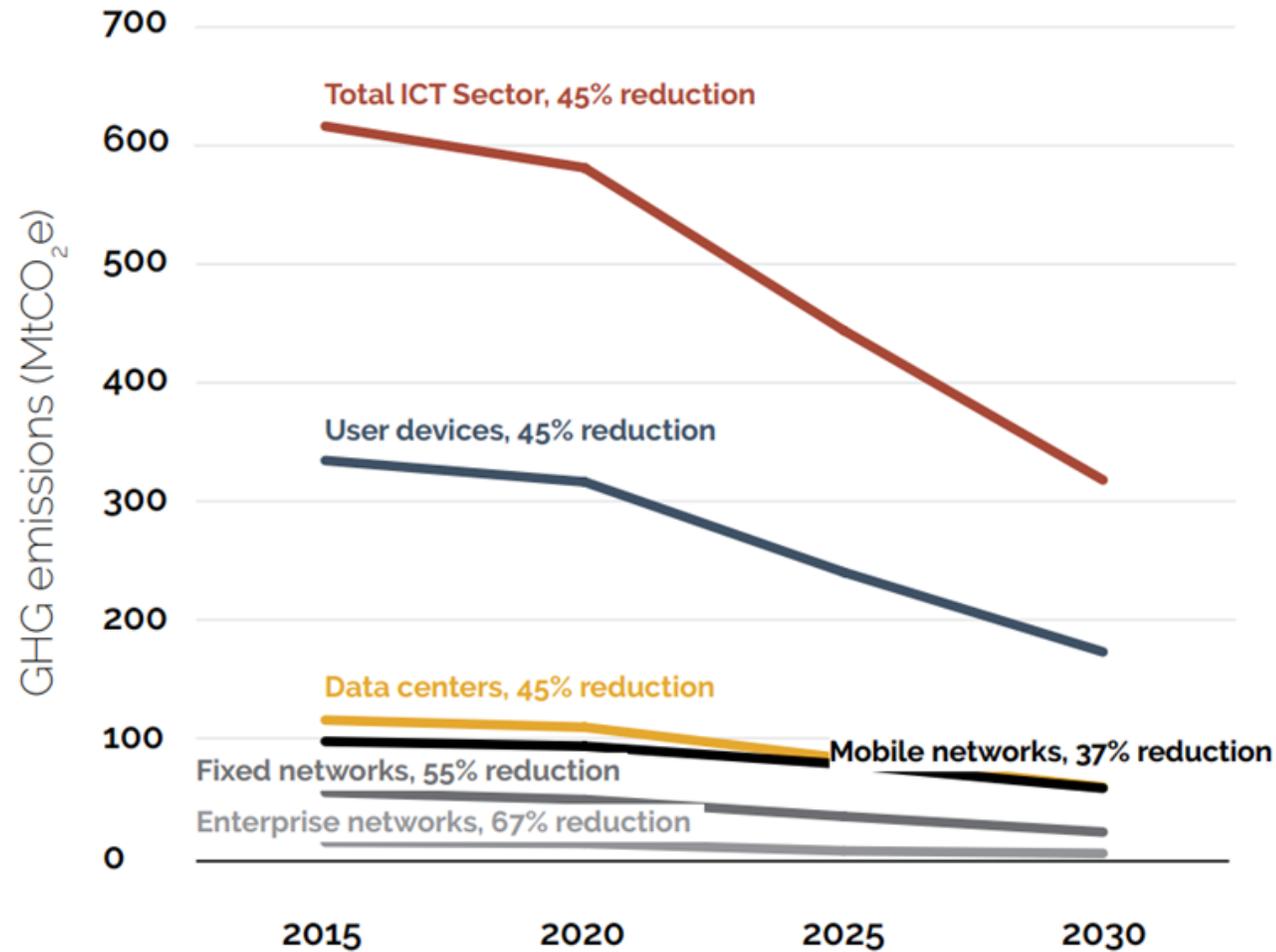
Тенденции эволюции беспроводной автономной сети:
5go S.M.A.R.T.

- Go Simple** Упрощенная интеллектуальная сеть и сайт
- Go Maximizing** Максимизация потенциала сети
- Go Agile** Более гибкий процесс обслуживания в целом
- Go Robust** Самообнаружение неисправностей, самоанализ, самоустранение
- Go Thinking** Надежная интеллектуальная платформа

China Mobile перевела часть операций на 4 уровень автономности сети в 2025 году



Снижение воздействия ИКТ на окружающую среду



Источник: ITU, GSMA, Global Enabling Sustainability Initiative (GeSI) and the Science Based Targets initiative (SBTi).

Региональные инициативы ВКРЭ-25 (цикл 2026-2029)

- **CIS 1: Внедрение новых и появляющихся систем и сетей электросвязи/ИКТ**
- CIS1: Введение новых и развивающихся систем и сетей телекоммуникаций/информационных и коммуникационных технологий
- CIS2: Образование и навыки в области электросвязи/ИКТ, в том числе для лиц с ограниченными возможностями и специальными потребностями
- CIS3: Безопасность при использовании электросвязи/ИКТ, включая противодействие мошенничеств
- CIS4: Создание благоприятной среды и регулирование в области электросвязи/ИКТ
- CIS5: Разработка и внедрение технологий искусственного интеллекта

Благодарю за внимание