



Департамент информационных  
технологий города Москвы

# СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ

ФЕВРАЛЬ 2026



## Основные цели

- Сравнение стратегий российских и зарубежных операторов связи
- Анализ текущего состояния и ключевых тенденций развития телекоммуникационного рынка в России и мире
- Оценка развития технологий российского рынка телеком-компаний по сравнению с мировыми трендами и того, какие стратегии могут обеспечить его конкурентоспособность в будущем



## Описание

**Период исследования:** декабрь 2025 – февраль 2026

### Критерии выбора телеком-компаний

Для исследования были выбраны **ведущие операторы** мобильной связи в разных странах мира, сопоставимые с «большой четверкой» в России. Ведущий оператор, как правило, входит в топ-3 своего региона по количеству абонентов и покрытию, обладая развитой инфраструктурой, а также реализует стратегию трансформации из традиционного оператора в поставщика цифровых услуг

### Операторы мобильной связи сгруппированы по регионам

#### Россия

- Мегафон
- МТС
- Билайн (Вымпелком)
- Ростелеком

#### Европа

- Orange (Франция)
- Telefónica (Испания)
- VodafoneThree (Великобритания)

#### Азия

- NTT (Япония)
- China Telecom (Китай)
- China Mobile (Китай)
- SK Telecom (Южная Корея)

#### Ближний Восток

- STC (Саудовская Аравия)
- du (ОАЭ)
- e& (Etisalat) (ОАЭ)
- Ooredoo (Катар)
- Bezeq (Израиль)

#### Латинская Америка

- Entel (Чили)
- America Movil – Telcel (Мексика)
- Vivo (Бразилия)

#### США

- AT&T
- T-Mobile US
- Verizon Communications

### В рамках исследования были рассмотрены и проанализированы

- Стратегии развития
- Новости за 2025–2026 гг.
- Другая публичная информация, затрагивающая планы развития
- Актуальные вакансии
- Веб-сайты операторов связи

### Процесс исследования цифровых технологий

Учитывались только те технологии, о которых в открытых источниках за 2025–2026 гг. были данные либо **в контексте их развития телеком-операторами в ближайшей перспективе**, либо **в контексте их использования в существующих или планируемых услугах**



## Технологии

### Технологии связи

- 5G NSA (5G Non-Standalone)
- 5G SA (5G Standalone)
- 5G-A/Advanced
- 6G
- Wi-Fi 7
- Спутниковая связь

### Технологические решения для оптимизации работы сетей

- Open RAN
- Cloud RAN
- MIMO
- mmWave
- Network Slicing (нарезка сети)
- Агрегация частот

### Искусственный интеллект (ИИ)

- Генеративный ИИ
- Мультимодальный ИИ
- ИИ-агенты
- Собственные модели ИИ
- RAG (Retrieval-Augmented Generation)

### Отдельно выделены и рассмотрены области применения ИИ:

- Оптимизация инфраструктуры
- Повышение эффективности внутренних процессов
- Взаимодействие с клиентами
- Внешние продукты и сервисы

### Интернет вещей

- Потребительский интернет вещей (IoT)
- Промышленный интернет вещей (IIoT)

### Беспилотные технологии

- Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)
- Автономные транспортные средства
- Автономная робототехника (бытовые роботы и др.)

### Отдельно выделены и рассмотрены области применения беспилотных технологий:

- Доставка
- Военная/оборонная
- Мониторинг и контроль

### Облачные технологии

- Облачный центр обработки данных (ЦОД)
- Облачная кибербезопасность
- Облачная сетевая инфраструктура
- Суверенное облако

### Другие технологии

- Квантовые технологии
- Блокчейн
- Биометрия



## Стратегии мобильных операторов имеют общую цифровую основу

01

### Масштабное внедрение ИИ

**Интеграция ИИ в бизнес** на всех уровнях и в разных технологических формах (Agentic AI\*, генеративный ИИ с RAG)

**Создание и развитие внутренних ИИ-платформ** для повышения операционной эффективности

Активное **развитие собственной инфраструктуры для ИИ** с акцентом на развитие облаков, ЦОД

02

### Развитие сетей 5G и движение в направлении 6G

**Телекоммуникационные рынки развивают 5G**, однако темпы и стадии этого процесса различаются в зависимости от региона: одни продолжают масштабное развертывание сетей пятого поколения, тогда как другие уже перешли к следующему этапу – **внедрению 5G-Advanced (5.5G)** в национальном масштабе или в пилотных зонах. Для части рынков **5G остается пока лишь заявленным стратегическим приоритетом**, зафиксированным в национальных программах развития, но еще не подкрепленным реальными коммерческими запусками

В ходе развития 5G операторами ведется **тестирование технологий, обеспечивающих переход к 5G-A**, таких как Massive MIMO, агрегация частот, mmWave

Параллельно **растет интерес телеком-компаний к 6G** – реализуются исследования, тестируются технологические решения и частоты (верхняя часть диапазона 6 ГГц), открываются специализированные лаборатории

03

### Усиление кибербезопасности

В условиях роста киберугроз и участвовавших инцидентов безопасности операторы **усиливают защиту инфраструктуры**, внедряя для этого архитектуру с нулевым доверием, интегрируя ИИ и предиктивную аналитику в системы безопасности, развивая квантовую криптографию и реализовывая программы по обучению персонала

04

### Интеграция спутниковой связи

**Тестирование и внедрение сервисов на основе технологии Direct-to-Device (D2D)**, которая позволяет смартфонам, работающим в мобильных сетях, и устройствам Интернета вещей напрямую подключаться к спутникам на низкой околоземной орбите

**Заключение соглашений** с операторами низкоорбитальных спутниковых группировок

05

### Расширение использования облаков

В число приоритетов большинства мобильных операторов входят создание суверенных облаков, масштабирование облачных сервисов, построение гибридной облачно-сетевой инфраструктуры, развитие облачных вычислений и облачной кибербезопасности. Для реализации этих задач выстраиваются **партнерства как с глобальными игроками** (Google, AWS, Oracle), так и с **локальными провайдерами**



## Мобильные операторы опережают друг друга в развитии отдельных направлений

01

Операторы реализуют «прорывные» проекты на базе ИИ

NTT разрабатывает технологию **Mind Captioning**, сочетающую в себе методы декодирования мозговой активности с языковой ИИ-моделью для создания описаний визуального ряда, который человек видит или даже вспоминает

02

**Telefónica и e& тестируют концепции городской аэромобильности**

Telefónica осуществила первый в Европе одновременный полет аэротакси и БПЛА в реальных городских условиях

e& представил концепт беспилотного электрического аэротакси

03

**Фотонные технологии стали доступнее**, операторы проводят исследования в этой области

NTT тестирует **динамическую переориентацию мобильного фронтхола\*** с использованием полностью оптической сети (All-Photonics Network), где свет используется для передачи и обработки данных, чтобы повысить энергоэффективность сети RAN

## Региональные особенности

### Россия

- Расширение покрытия 4G, тестирование отдельных видов 5G-оборудования
- Акцент на импортозамещение

### США

- Переход к практической реализации D2D-проектов
- Активное развитие услуг для экстренных служб (БПЛА, D2D)

### Европа

- Переход на архитектуру 5G Standalone (5G SA)
- Реализация концепции Open RAN в целях преодоления зависимости от одного поставщика

### Азия

- Запуск экспериментальной зоны 6G
- Тестирование и интеграция квантовых технологий (шифрование, вычисления), разработка квантовых компьютеров

### Ближний Восток

- Исследования и тестирование технологий 6G
- Масштабное строительство новых ЦОД
- Развитие и встраивание в мобильную экосистему сервисов в сфере финансовых технологий

### Латинская Америка

- Сильные различия внутри региона: в одних странах расширение 5G, в других переход на 5G-A
- Отказ от собственных ЦОД, переход на арендные мощности

\* Фронтхол (fronthaul) – сегмент сети, который соединяет удаленные радиомодули (антенны) с централизованным оборудованием обработки сигнала (базовыми станциями)



Операторы связи с ограниченным уровнем финансов отдают приоритет базовому развитию **инфраструктуры** (строительство сетей, расширение покрытия и др.), что обусловлено необходимостью обеспечения фундаментальной связности и выполнения регуляторных требований. **В регионах с высоким финансовым потенциалом операторы уже переходят к внедрению инновационных услуг и инвестируют в НИОКР по перспективным технологиям**

В условиях насыщения рынка **операторы смещают фокус** с привлечения новых абонентов **на удержание существующих**. Для этого они развивают и расширяют экосистему продуктов, предлагая клиентам ИИ-приложения, спутниковую связь по технологии D2D и сервисы кибербезопасности. **Особое внимание уделяется персонализации**: Network Slicing для корпоративных клиентов и персонализация Wi-Fi для частных пользователей, позволяющая настраивать параметры Wi-Fi-сети индивидуально для каждого пользователя или устройства

**В долгосрочной перспективе операторы видят себя не просто провайдерами связи, а ключевыми игроками в ИИ-экосистеме и поставщиками цифровых услуг**



Ужесточение государственных требований к цифровым услугам связи подтолкнуло операторов к пересмотру стратегий. В течение года **телеком-компании дополнили свои стратегии развития, сделав ставку на развитие ИИ и кибербезопасности**. Эти технологии интегрируются уже на уровне базовой сети и пронизывают все аспекты деятельности — от клиентских продуктов до внутренних бизнес-процессов и сетевой инфраструктуры



**Важнейшим стратегическим направлением** для большинства операторов стало **развитие суверенных облачных сред и ИИ-инфраструктуры**, что продиктовано регуляторными требованиями и необходимостью снизить зависимость от зарубежных платформ. Параллельно компании уделяют **повышенное внимание удержанию и обучению талантов**: в условиях кадрового голода это становится критическим фактором устойчивости бизнеса. **В корпоративных образовательных программах акцент сделан на тех же приоритетах — ИИ и кибербезопасности**, которые отражают общий вектор отрасли, где ключевые для бизнеса технологии становятся основными компетенциями для сотрудников





## Основные прогнозы и перспективы развития отрасли

01

### Цифровой суверенитет

Приоритетной задачей будет являться усиление контроля над инфраструктурой, данными и ПО в ответ на регуляторные требования и геополитические риски

02

### Переход от генеративного ИИ к агентному

Произойдет смещение фокуса от генеративного ИИ к ИИ-агентам – системам, способным самостоятельно принимать решения и выполнять задачи без участия человека

03

### Квантовые технологии и ИИ в сфере информационной безопасности

ИИ и квантовые технологии все чаще станут интегрироваться в сервисы кибербезопасности. Например, для предиктивной аналитики и обнаружения угроз или создания шифрования, устойчивого к взлому

04

### Развитие сервисов D2D

Начнется повсеместное подключение удаленных регионов через прямую спутниковую связь с мобильными устройствами, где наземная инфраструктура отсутствует или нерентабельна в силу различных причин

05

### Усиление присутствия 5G

Операторы будут активно развивать 5G-Advanced (5.5G), тестируя Massive MIMO, mmWave и агрегацию частот для повышения эффективности сетей

06

### Движение к 6G

Полноценная подготовка к следующему поколению сетей связи выйдет на первый план. Участвуют тестирования технологий, поддерживающих эволюцию к 6G, откроются специализированные лаборатории и будут сформированы стандарты

07

### Мультивендорность и Open RAN

Усилится переход от одновендорных решений к мультивендорным в рамках реализации концепции сетевой деагрегации (разделение программного и аппаратного обеспечения в сетях) и внедрения архитектуры Open RAN

08

### Участие в оборонных проектах

Будет наблюдаться расширение участия телеком-компаний в военных и оборонных проектах. В частности, для реализации защищенной связи, кибербезопасности и развития технологий двойного назначения

09

### Собственные ИИ-модели

Операторы, ориентированные на суверенитет, активно будут развивать независимые ИИ-решения под локальные задачи



# ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ

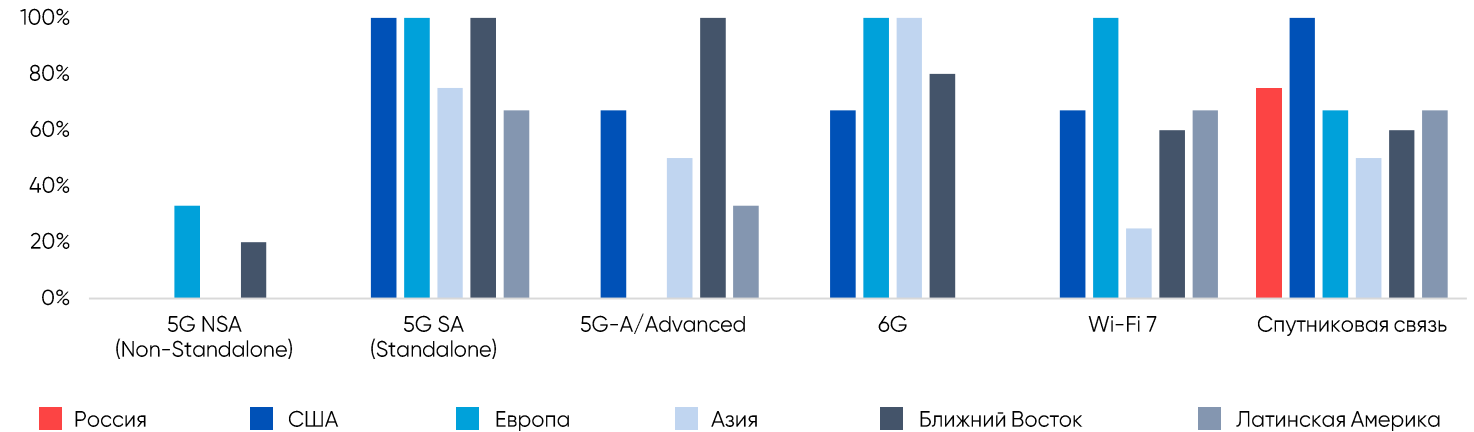


## 51%

операторов во всех регионах мира развивают **новые технологии связи** в рассматриваемом периоде

- **5G на архитектуре NSA\*** (сеть на ядре 4G) **развернута у всех операторов** как базовый этап внедрения сетей пятого поколения. В ряде регионов развитие NSA продолжается для тестирования и внедрения технологий, которые будут **интегрированы в 5G SA** (собственное ядро без привязки к 4G), открывающую доступ к сверхнизким задержкам, нарезке сети и другим возможностям, формирующим **основу для следующего этапа – 5G-Advanced**
- Развитие **6G вошло в число приоритетных направлений** операторского сообщества. В Европе, США, Азии и на Ближнем Востоке ведется тестирование технологии, запускаются экспериментальные зоны для испытания 6G, в т.ч. с применением ИИ и объединением спутниковой инфраструктуры с наземными сетями мобильной связи
- В то время как **российские операторы только начинают внедрять Wi-Fi 6**, **зарубежные уже предлагают своим клиентам Wi-Fi 7** в составе пакетных предложений, включающих соответствующее оборудование и тарифы
- Операторы в каждом регионе мира проявляют интерес к **спутниковой связи**, внедряя и развивая сервисы Direct-to-Device (D2D), которые позволяют смартфонам, работающим в мобильных сетях, подключаться напрямую к спутникам на орбите

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную технологию



**Доля всех новых технологий связи, развиваемых в регионе**



## Примеры развития новых технологий и решений



**China Mobile** запустила первую в мире тестовую сеть **6G**, в которой продемонстрировала скорость 280 Гбит/с, что в **14 раз превышает максимальную скорость в сетях 5G**, достижимую в лабораторных условиях (~20 Гбит/с)



Vodafone в сотрудничестве с компанией AST SpaceMobile, занимающейся спутниковыми технологиями, осуществил **первый в мире видеозвонок из космоса с помощью обычного мобильного телефона 4G/5G и низкоорбитальных спутников**



T-Mobile стал **первым оператором в США, который развернул общенациональную сеть следующего поколения 5G Advanced (5.5G)** с более высокой скоростью, энергоэффективностью и надежностью. Сеть построена на архитектуре SA (5G Standalone) и покрывает всю территорию страны

\* Описание данной технологии и других терминов представлены на слайдах 19-20

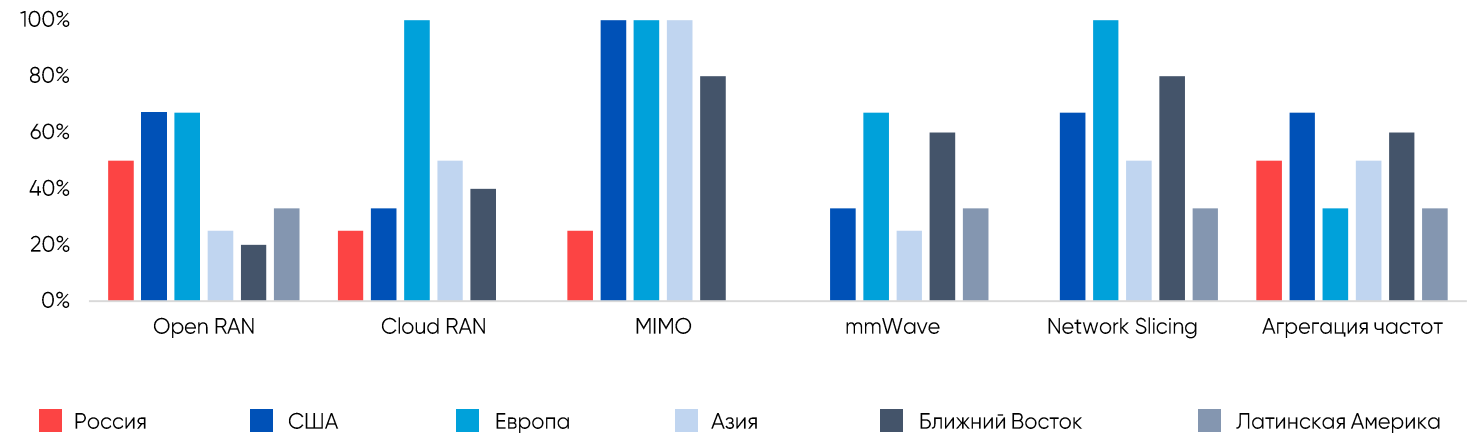


48%

операторов во всех регионах мира развивают технологические решения для оптимизации работы сетей в рассматриваемом периоде

- MIMO\* и агрегация частот являются базовыми технологиями повышения пропускной способности сети, которые тестируются и внедряются операторами во всех регионах (за исключением MIMO в Латинской Америке). Однако, есть различия в подходах: в России развивают MIMO 4x4 (4 антенны для передачи данных), а в других регионах Massive MIMO (десятки и сотни антенн), обеспечивающую более высокую эффективность использования частотного ресурса
- Операторы всех регионов развивают Open RAN (совместимость оборудования разных вендоров) и Cloud RAN (перенос функций базовых станций в облако). Наиболее активно данные технологии внедряют в Европе. В остальных регионах проекты ограничены тестированием отдельных решений
- Технология Network Slicing (нарезка сети), позволяющая создавать на единой физической инфраструктуре изолированные виртуальные сети, настраиваемые под конкретные задачи, внедряется мобильными операторами во всех регионах, кроме России, поскольку требует наличия сети 5G на архитектуре SA
- Операторы Европы активнее других развивают диапазон mmWave (миллиметровые волны), который служит для сверхскоростей на коротких расстояниях в сетях 5G и станет основой для 6G

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную технологию



Доля всех технологических решений, развиваемых в регионе



## Примеры развития новых технологий и решений



NTT и NEC продемонстрировали технологию распределенной MIMO для обеспечения высокочастотной связи 6G в автомобилях и поездах. Технология предотвращает ухудшение качества связи в диапазоне 40 ГГц, самостоятельно выбирая оптимальные антенны и лучи в реальном времени, компенсируя искажения частоты и обеспечивая стабильную связь даже при движении на высоких скоростях и наличии помех



AT&T, Ericsson и 1Finity совершили первый в мире успешный телефонный вызов в коммерческой сети на архитектуре Open RAN с использованием оборудования от разных производителей, что показало возможность интеграции разнородного аппаратного обеспечения в единую сеть с сохранением производительности



Оператор du совместно с Nokia первым в мире запустил автономное решение для сегментирования (нарезки) сети 5G, которое функционирует на базе ИИ, позволяя сети самостоятельно распределять сетевые ресурсы под разные задачи без ручной настройки

\* Распределенная MIMO (многоканальная система ввода-вывода) – это технология, при которой большое количество антенн распределяется от одной базовой станции в пределах определенной зоны для передачи MIMO-сигнала между каждой антенной и мобильным терминалом в этой зоне

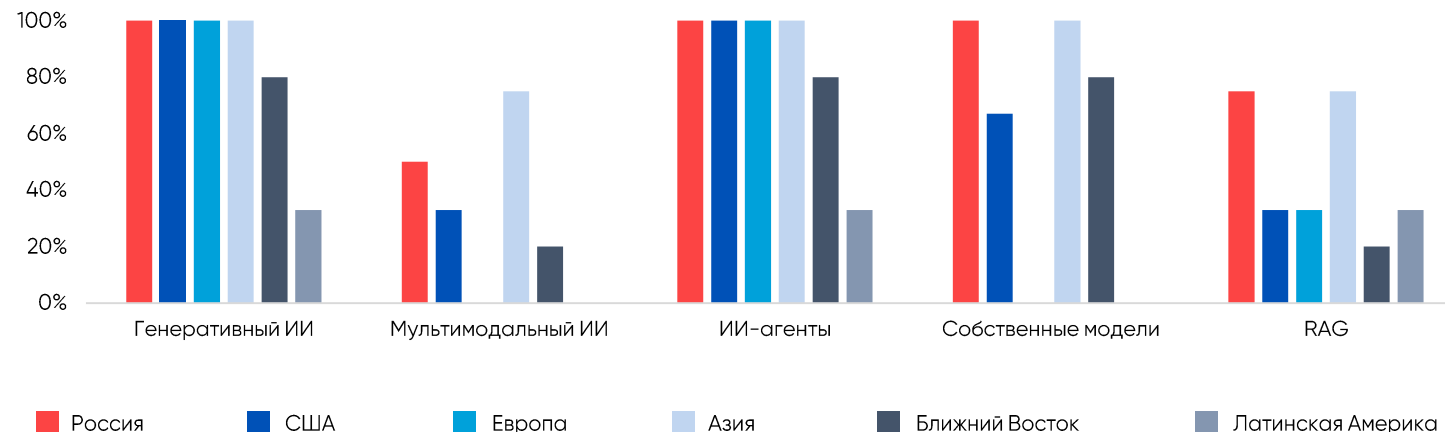


63%

операторов во всех регионах мира развивают технологии искусственного интеллекта в рассматриваемом периоде

- **Технология агентного ИИ признана ведущим стратегическим трендом 2025 года** у мобильных операторов. Проекты на базе ИИ-агентов развиваются во всех регионах. Аналогичную картину демонстрирует и **генеративный ИИ**. При этом Латинская Америка демонстрирует меньшую активность в развитии обеих технологий по сравнению с остальными регионами
- Разработка и внедрение операторами **собственных ИИ-моделей** происходит во всех регионах за исключением Европы и Латинской Америки. Лидерами являются телеком-компании России и Азии
- **Мультимодальный ИИ**, способный работать с разными типами данных одновременно, с наибольшей интенсивностью **тестируется и используется в решениях операторов Азии**. В остальных регионах масштабы внедрения ниже, а в Европе и Латинской Америке соответствующие проекты отсутствуют
- **Каждый регион развивает технологию RAG**, повышающую точность ответов ИИ за счет обращения к внешним источникам данных в реальном времени. **Наибольшая активность** в данном направлении фиксируется **среди российских и азиатских операторов**

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную технологию



Доля всех технологий ИИ, развиваемых в регионе



## Примеры развития новых технологий и решений



AT&T представила **ИИ-систему Wireless Geo Modeler на базе модели Network Foundation Model (NFM)**, которая обучена на данных телеком-сетей и автономно **оптимизирует сеть в реальном времени**. В случае природных катаклизмов система мгновенно перенастраивает уцелевшие базовые станции, чтобы компенсировать разрушенные и сохранить связь для абонентов и экстренных служб



SK Telecom с партнерами в рамках государственного проекта по разработке **суверенного ИИ** успешно завершил первый этап создания **ИИ-модели A.X K1**, внедрив в нее **519 млрд параметров (например, современная модель DeepSeek имеет 671 млрд параметров)**, и переходит ко второму, где планирует сделать ее **мультимодальной**



China Mobile в сотрудничестве с Huawei внедрила агентов на базе генеративного ИИ, самостоятельно управляющих сбоями и жалобами, за счет чего одним из первых **достиг 4-го уровня автономности\* сетевых операционных центров**. Интеграция RAG с LLM обеспечила 90% точность ответов на вопросы и снизила до 3% частоту появления галлюцинаций

\* Уровень автономности – международная шкала от 0 до 5, определяющая степень самостоятельности системы в выполнении задач и необходимость участия человека: от полностью ручного управления (0) до полной автономии, где система работает без вмешательства человека (5)

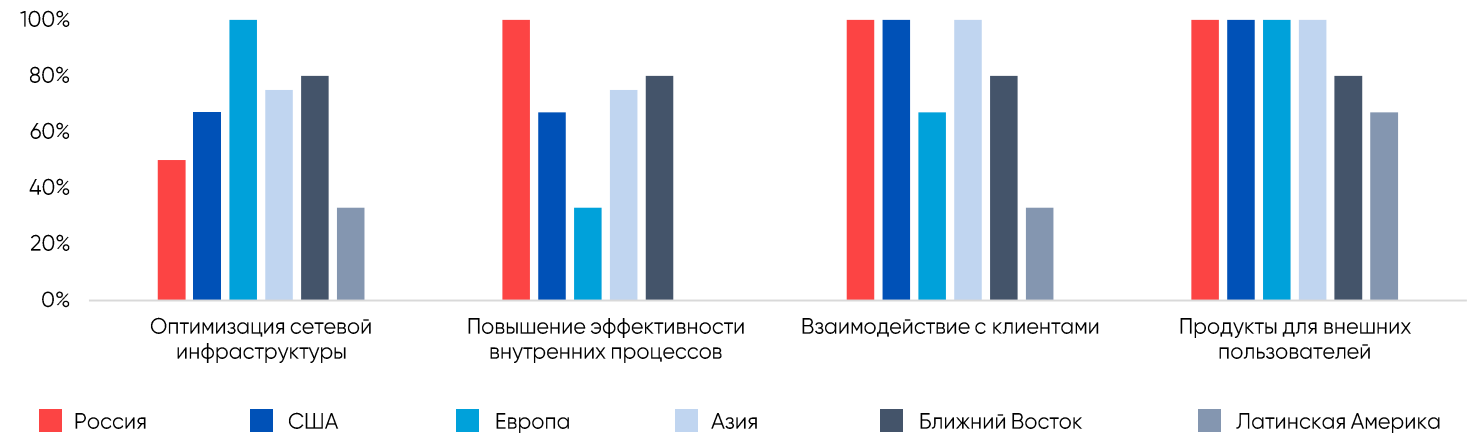


## 4

ключевые области применения ИИ операторами мобильной связи выделены в рассматриваемом периоде

- Наиболее активно операторы внедряли ИИ в продукты для клиентов. Среди таких решений наиболее популярны чат-боты с ИИ и платформы генеративного ИИ для создания виртуальных ассистентов
- Взаимодействие с клиентами – еще одна популярная область интеграции ИИ. ИИ-помощники для различных каналов коммуникации с клиентами пользуются популярностью у телеком-компаний всех регионов
- Мобильные операторы каждого региона в рассматриваемом периоде вели работы по интеграции ИИ в сетевую инфраструктуру. Особое внимание уделялось технологии AI-RAN, позволяющей внедрить ИИ в сеть радиодоступа для самооптимизации в режиме реального времени
- Во всех регионах, за исключением Латинской Америки, производилось внедрение ИИ во внутренние процессы для оптимизации принятия решений

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную область применения



Количество областей применения ИИ, развиваемых в регионе



## Примеры развития новых технологий и решений



e& совместно с RAIN Technology разработал **первого в мире голосового ИИ-ассистента для операционных отделений больниц** – Orva. Решение относится к области взаимодействия с внешними пользователями, интегрируется напрямую с системой электронных медицинских карт и проводит аналитику данных, позволяя улучшить координацию работы медицинского персонала и производить медицинское документирование в режиме реального времени



NTT разработала **новую технологию ИИ под названием Large Action Model (LAM)** – большая модель действий, которая **предсказывает намерения клиентов и персонализирует маркетинговые предложения** на основе анализа временных рядов данных о поведении, собранных в различных точках контакта с клиентами, включая онлайн-каналы и физические магазины



du в партнерстве с Microsoft, Nokia, исследовательским центром 6G при Университете Халифа и Международным союзом электросвязи запустил **первую в своем роде арабскую телекоммуникационную большую языковую модель**. Arabic Telecom LLM с ИИ-ассистентом разработана для оптимизации и повышения эффективности внутренних процессов оператора, например, обработка заявок и жалоб клиентов

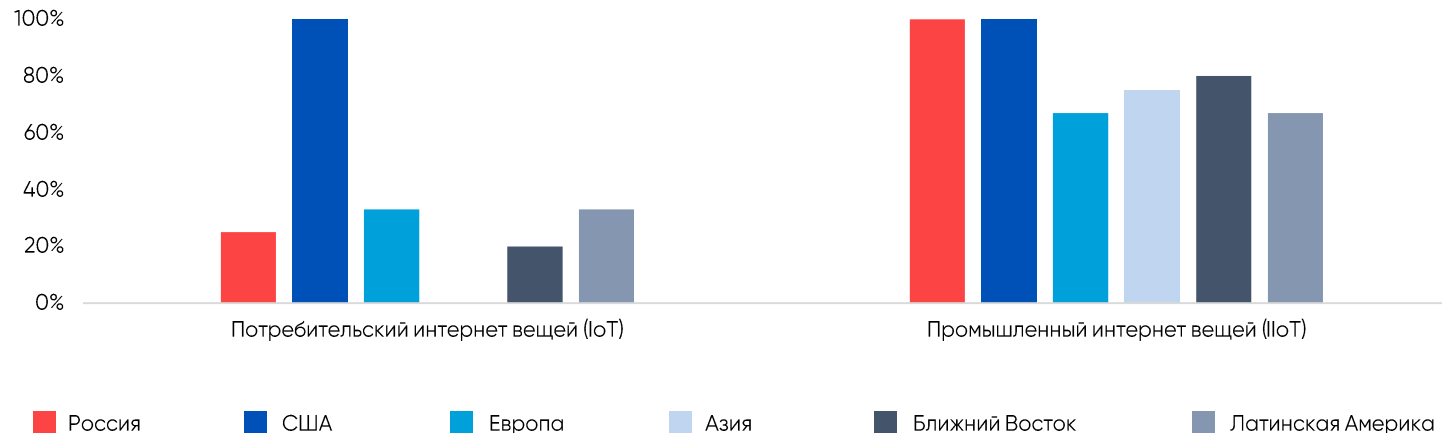


57%

операторов во всех регионах мира развивают технологии интернета вещей в рассматриваемом периоде

- Приоритетным направлением во всех регионах стали проекты **промышленного интернета вещей (IIoT)**, в частности, наиболее популярны контроль промышленного оборудования на базе цифровых двойников и сети NB-IoT
- Развитие технологии IIoT направлено на работу с малыми и средними предприятиями
- Операторы США являются лидерами по развитию **потребительского интернета вещей (IoT)** в рассматриваемом периоде, реализовывая концепцию «умного» дома
- Проекты по внедрению IoT-устройств для оптимизации потребления воды и контроля потребления энергии вызывают у операторов наибольший интерес. Они внедрялись практически в каждом регионе, за исключением Азии и Ближнего Востока

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную технологию



Доля всех технологий интернета вещей, развиваемых в регионе

Россия – 63%

США – 100%

Европа – 50%

Азия – 38%

Ближний Восток – 50%

Латинская Америка – 50%

## Примеры развития новых технологий и решений



Vivo заключила контракт на использование IoT-систем учета воды. Проект предусматривает **установку 4,4 млн интеллектуальных приборов учета воды в жилых помещениях и на коммунальной инфраструктуре с использованием технологии NB-IoT к 2029 году**. Приборы позволят поставщикам услуг и потребителям получать показания, обнаруживать утечки и интегрировать выставление счетов через цифровые платформы в режиме реального времени



Telefónica реализовала пилотный проект по сбору морских отходов и мониторингу наличия микропластика в режиме реального времени за счет использования **автономного водного беспилотного аппарата, ИИ и IoT** в порту на Майорке



ZTE и China Mobile представили комплексное решение Ambient IoT, включающее базовые станции для обработки данных, датчики IoT и платформу управления. Решение базируется на сети 5G-A и **отличается от подобных IoT-систем низким энергопотреблением**. Устраняя зависимость от традиционных источников питания и аккумуляторов для IoT, Ambient IoT значительно сокращает затраты на развертывание и техническое обслуживание IoT-экосистем

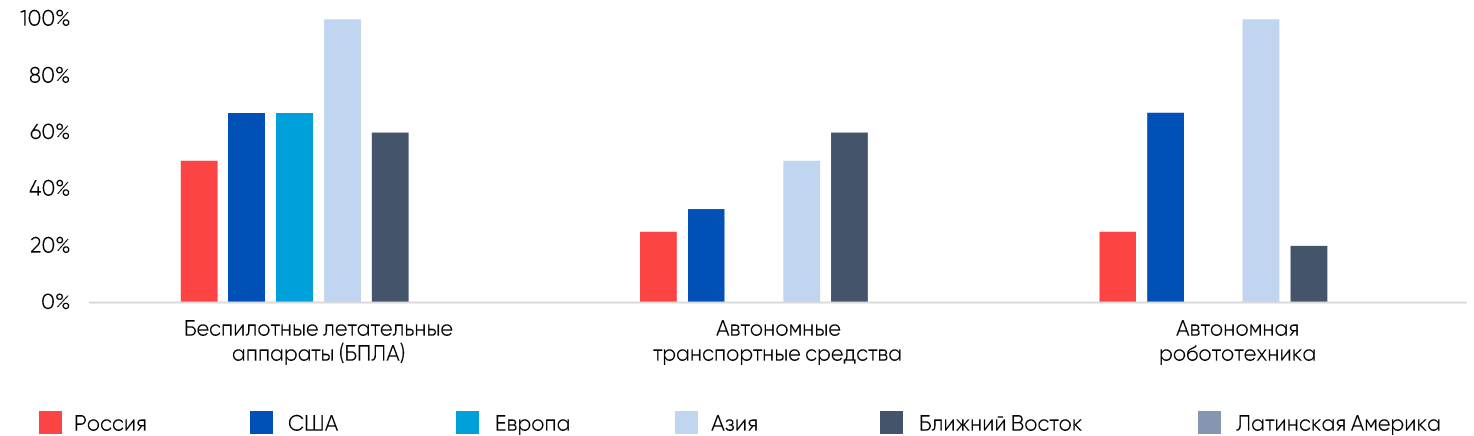


42%

операторов во всех регионах мира развивают **беспилотные технологии** в рассматриваемом периоде

- **Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)** являются самым **развиваемым** направлением у операторов всех регионов, кроме Латинской Америки. В беспилотные решения внедряются технологии ИИ и спутниковой связи
- Азия лидирует в разработке и внедрении решений, связанных с автономной робототехникой. Роботы стали неотъемлемой частью жизни региона, проникнув во все сферы – от промышленности до быта, поэтому местные мобильные операторы инвестируют в развитие этой технологии и запускают связанные проекты
- Телеком-компании России, США, Азии и Ближнего Востока приступают к реализации проектов по созданию **инфраструктуры для автономных транспортных средств и внедряют решения на базе 5G-A ISAC\***
- Среди операторов России, Европы и Ближнего Востока наблюдается **активность по внедрению различных концепций, связанных с беспилотными технологиями**, таких как Robot-as-a-Service (аренда роботов), Drone-as-a-Service (дроны как услуга), Drone-in-a-Box (роботизированная система базирования дронов)

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную технологию



Доля всех беспилотных технологий, развиваемых в регионе



## Примеры развития новых технологий и решений



МТС заявил о строительстве **инфраструктуры высокоточного геопозиционирования** общей протяженностью в 4 тыс. км. для автономных транспортных средств Яндекса. Решение позволит автомобилям определять свое положение **с точностью до нескольких сантиметров**



Verizon представил **центр управления БПЛА** для служб экстренного реагирования в виде трейлера, предназначенный для поддержки операций с БПЛА в чрезвычайных ситуациях и критических инцидентах. Решение включает **две малые соты 5G, многоуровневое спутниковое резервирование и возможность работы за счет солнечной энергии**



NTT и робототехническая компания Mujin заключили соглашение по **разработке решений на базе физического ИИ (Physical AI), технологий цифровых двойников и автономных робототехнических технологий** для производства и логистики. Созданный альянс объединит телекоммуникационную и облачную инфраструктуру NTT с платформой MujinOS, которая служит «мозгом» для роботов

\* ISAC (Integrated Sensing and Communications) – технология, объединяющая функции связи и радиолокации в одной беспроводной системе. Является основой для 6G и ключевой элемент умных городов, беспилотных технологий и промышленной автоматизации. Сеть одновременно передает данные и видит окружающие объекты (дроны, машины, людей), отслеживая их движение без дополнительных датчиков

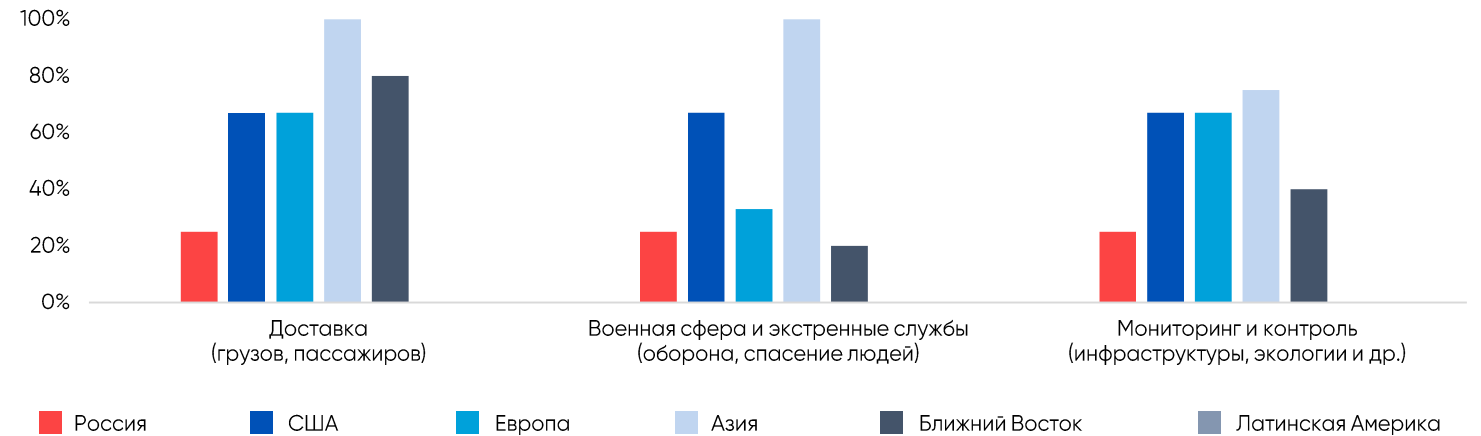


## 3

ключевые области применения беспилотных технологий операторами выделены в рассматриваемом периоде

- Операторы Азии проявляли наибольшую активность по реализации рассмотренных сценариев применения беспилотных технологий
- Самый популярный сценарий использования беспилотных технологий операторами – доставка людей и грузов. Лидерами развития этой области являются Азия и Ближний Восток
- Внедрение и применение беспилотных технологий для экстренных служб наиболее востребованы в азиатском регионе и США. При этом американские операторы также проявили интерес и к военному сегменту
- Латинская Америка в рассматриваемом периоде не занималась разработками беспилотных технологий в представленных областях применения

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную область применения



Количество областей применения беспилотных технологий, развиваемых в регионе

Россия - 3

США - 3

Европа - 3

Азия - 3

Ближний Восток - 3

Латинская Америка - 0

## Примеры развития новых технологий и решений



NTT провела первое в мире **успешное испытание технологии управления молниями с помощью БПЛА**: при приближении грозы дрон с токопроводящим тросом и защитной клеткой вызвал и направил удар молнии. В перспективе технология позволит защищать города и инфраструктуру, отводя разряды от уязвимых объектов, а также изучать природу молний



China Telecom с партнерами представила четвероногого робота на базе сети 5G для спасения человеческих жизней **в средах с высоким уровнем риска**: в токсичных средах, обрушившихся зданиях, неустойчивых конструкциях и других местах, где отправка персонала означала бы риск для еще большего числа жизней



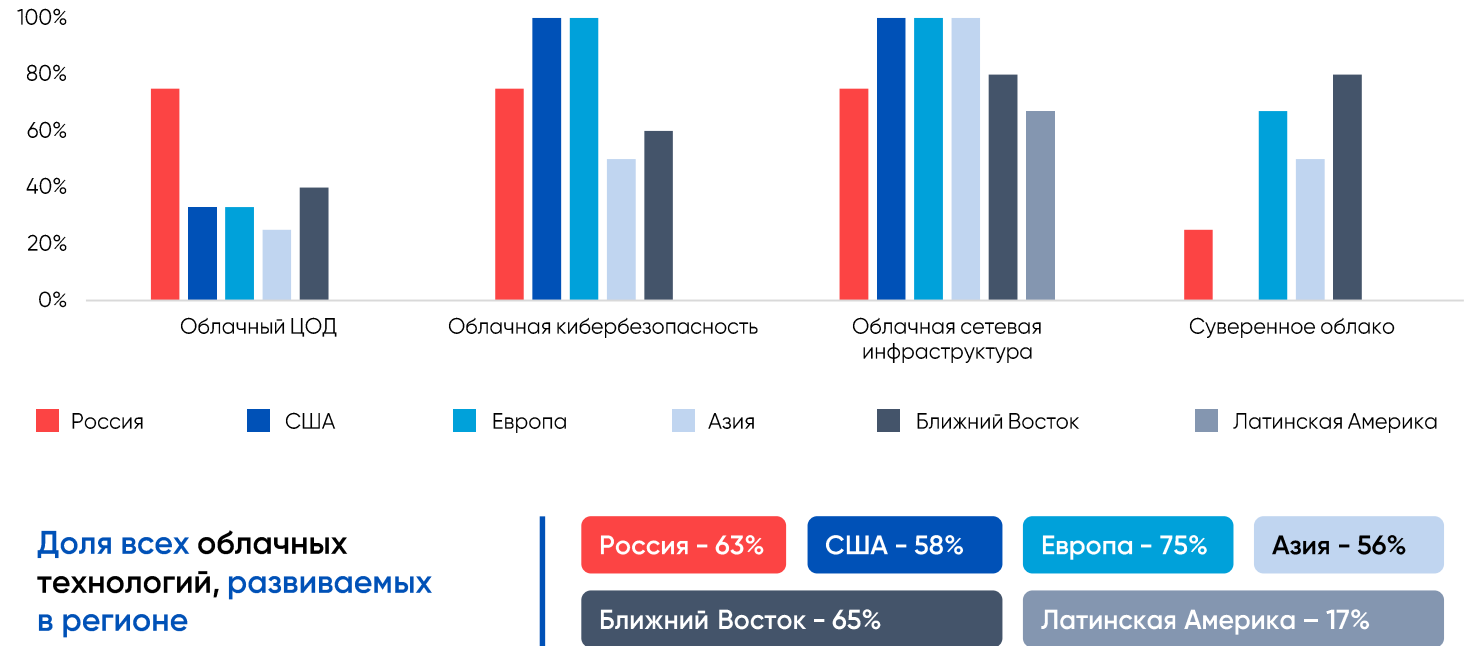
e& представил концепт беспилотного воздушного такси. Электрическое транспортное средство **вертикального взлета и посадки, подключенное по технологии 5G-A**, предназначено для быстрых и бесшумных перелетов по городу



**57%** операторов развивают **облачные технологии** в рассматриваемом периоде

- **Облачная сетевая инфраструктура является самым востребованным направлением** облачных технологий – разработками в данной сфере занимались телеком-компании всех регионов, так как это является основным этапом к открытой и гибкой сетевой инфраструктуре
- Повсеместно реализовывались проекты по переводу собственной и клиентской инфраструктуры в облако, а также созданию облачных платформ для ИИ-разработок, включая GPU-as-a-Service (аренда мощностей в облаке). Таким образом, **все регионы, кроме Латинской Америки, развивали облачные ЦОД и инфраструктуру**
- **Кибербезопасность в облачной среде стала приоритетом для американских и европейских операторов**, каждый из которых разрабатывает решения для защиты данных. Высокий интерес к теме фиксируется и в России, тогда как на Ближнем Востоке и в Азии о развитии данного направления упоминается реже
- **Тема цифрового суверенитета**, в частности, создания суверенной облачной инфраструктуры **наиболее интересна операторам Ближнего Востока, Европы, Азии и России**, что объясняется геополитической ситуацией и стремлением снизить зависимость от зарубежных облачных провайдеров. США и Латинская Америка не развивали проекты в данном направлении

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную технологию



## Примеры развития новых технологий и решений



Telefónica в сотрудничестве с Amazon Web Services (AWS) и Nokia **успешно осуществила первый в Европе звонок в сети 5G SA на базе гибридной облачной инфраструктуры**. Ранее развертывание RAN в облаке считалось сложной задачей из-за жестких требований к задержкам и надежности, но компаниям удалось запустить критичные компоненты сети в гибридной среде, объединив локальные серверы и публичное облако



SK Telecom совместно с Samsung, Ericsson и Nokia продемонстрировал в коммерческой сети **виртуализированную базовую станцию (БС)** с улучшенной энергоэффективностью и производительностью, которая считается ключевым элементом для реализации сетевого ИИ (Network AI). **Функции такой БС выполняет ПО на стандартных серверах, а не специализированное устройство**



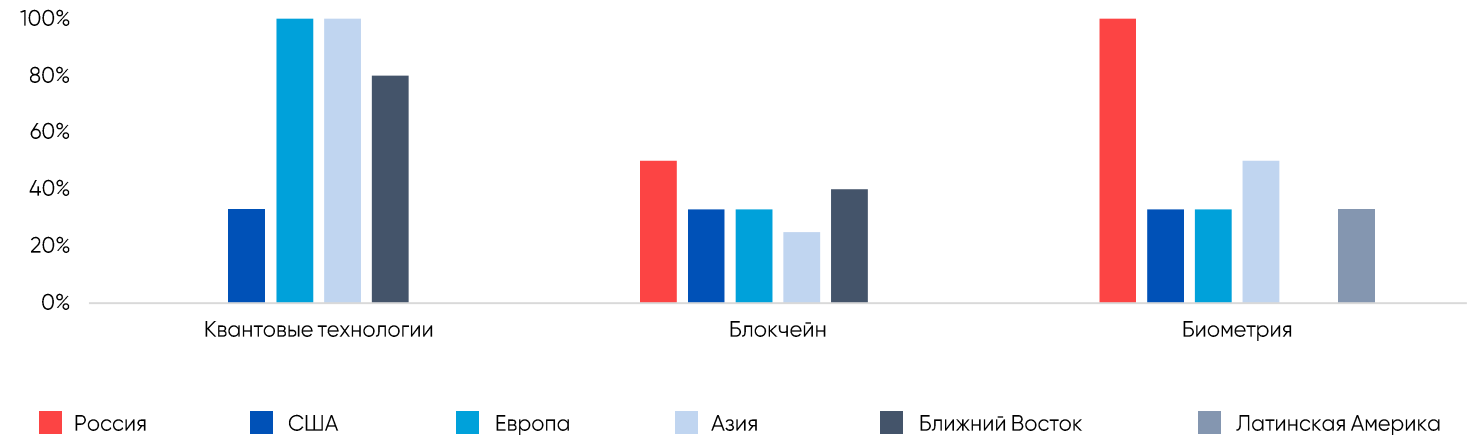
Ooredoo запустил **суверенное облако** в Катаре, построенное на графических процессорах Nvidia Hopper и размещенное в его местных ЦОД. Облако, **обеспечивает клиентам возможность развертывать ИИ-решения** в соответствии с национальным регулированием



**42%** операторов развивают **другие технологии** в рассматриваемом периоде

- Развитием квантовых технологий, преимущественно в сфере **квантово-устойчивой сетевой безопасности**, занимаются операторы всех регионов за исключением России и Латинской Америки. Наибольшую активность проявляют Азия и Европа. В США на существующей инфраструктуре **запущен квантовый Интернет**, использующий квантовые состояния частиц для передачи данных и шифрования
- **Блокчейн-решения в сфере финансовых услуг** разрабатываются телеком-компаниями каждого региона, кроме Латинской Америки. В Европе технологию задействовали **в сочетании с интернетом вещей** для обеспечения безопасности данных
- **В области биометрических технологий Россия является лидером**, существенно опережая другие регионы, не считая Ближний Восток, который не реализуют какие-либо проекты в данной области. Российские операторы развивают биометрию для подтверждения личности при продаже SIM-карт, обеспечения безопасности и защиты от мошенников, а также для расширения партнерских программ с банками, создавая единые точки сбора биометрических данных пользователей

Доля операторов в каждом регионе, развивающих конкретную технологию



Доля всех представленных в данном разделе технологий, развиваемых в регионе



## Примеры развития новых технологий и решений



NTT и стартап OptQC заключили соглашение о сотрудничестве в разработке **оптических квантовых компьютеров с целью достижения 1 млн кубитов к 2030 году**, что превысит сегодняшний максимум в 6 тыс. кубитов. Для этого будут применены такие технологии, как **мультиплексирование** (передача множества сигналов по одному каналу) и **оптическое усиление** (усиление световых сигналов)












du стал одним из первых операторов, запустивших **блокчейн-сервис Cloud Miner**, который позволяет клиентам арендовать вычислительные мощности **для майнинга криптовалют в облаке**. Сервис устраняет такие барьеры, как высокое потребление электроэнергии и техническое обслуживание оборудования



МТС внедряет технологию Passkey, позволяющую авторизоваться в сервисах **без паролей и SMS, заменяя их криптографическим ключом и биометрией для подтверждения личности**. Технология **ускоряет вход в 7 раз** по сравнению с классическими методами, а также **блокирует мошенников**, использующих социальную инженерию



 <p><b>ТЕХНОЛОГИИ СВЯЗИ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://wccfttech.com/china-mobile-makes-6g-breakthrough-download-50gb-file-in-1-4-seconds/">https://wccfttech.com/china-mobile-makes-6g-breakthrough-download-50gb-file-in-1-4-seconds/</a></li> <li>2. <a href="https://www.telecoms.com/satellite/vodafone-claims-world-s-first-space-video-call-using-normal-smartphone">https://www.telecoms.com/satellite/vodafone-claims-world-s-first-space-video-call-using-normal-smartphone</a></li> <li>3. <a href="https://www.telecoms.com/operator-ecosystem/t-mobile-us-celebrates-nationwide-5g-sa-rollout">https://www.telecoms.com/operator-ecosystem/t-mobile-us-celebrates-nationwide-5g-sa-rollout</a></li> </ol>
 <p><b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СЕТЕЙ СВЯЗИ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://www.nec.com/en/press/202503/global_20250325_03.html">https://www.nec.com/en/press/202503/global_20250325_03.html</a></li> <li>2. <a href="https://www.mobileworldlive.com/att/att-ericsson-make-live-open-ran-call/">https://www.mobileworldlive.com/att/att-ericsson-make-live-open-ran-call/</a></li> <li>3. <a href="https://www.bisinfotech.com/nokia-and-du-set-new-benchmark-with-ai-driven-autonomous-5g-network-slicing/">https://www.bisinfotech.com/nokia-and-du-set-new-benchmark-with-ai-driven-autonomous-5g-network-slicing/</a></li> </ol>
 <p><b>ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://telecomlead.com/5g/how-att-is-using-ai-to-transform-network-reliability-and-disaster-response-122821">https://telecomlead.com/5g/how-att-is-using-ai-to-transform-network-reliability-and-disaster-response-122821</a></li> <li>2. <a href="https://www.thefastmode.com/technology-solutions/46720-sk-telecom-s-a-x-k1-korea-s-hyperscale-ai-model-enters-phase-2-with-multimodal-ambitions">https://www.thefastmode.com/technology-solutions/46720-sk-telecom-s-a-x-k1-korea-s-hyperscale-ai-model-enters-phase-2-with-multimodal-ambitions</a></li> <li>3. <a href="https://inform.tmforum.org/research-and-analysis/case-studies/china-mobile-achieves-level-4-an-in-network-operation-center-with-intelligent-agents">https://inform.tmforum.org/research-and-analysis/case-studies/china-mobile-achieves-level-4-an-in-network-operation-center-with-intelligent-agents</a></li> </ol>
 <p><b>ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://www.eand.com/en/news/17-march-25-eand-enterprise-partners-with-rain-technology-to-revolutionise-operating-rooms.html">https://www.eand.com/en/news/17-march-25-eand-enterprise-partners-with-rain-technology-to-revolutionise-operating-rooms.html</a></li> <li>2. <a href="https://www.docomo.ne.jp/english/info/media_center/pr/2025/1112_00.html">https://www.docomo.ne.jp/english/info/media_center/pr/2025/1112_00.html</a></li> <li>3. <a href="https://www.du.ae/about/media-centre/newsdetail/du-partners-with-microsoft-nokia-khalifa-Uni-and-itu">https://www.du.ae/about/media-centre/newsdetail/du-partners-with-microsoft-nokia-khalifa-Uni-and-itu</a></li> </ol>
 <p><b>ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://kurrent.com/kurrently-news/telefonica-vivo-secures-one-of-the-worlds-largest-iot-water-metering-contracts-in-brazil/">https://kurrent.com/kurrently-news/telefonica-vivo-secures-one-of-the-worlds-largest-iot-water-metering-contracts-in-brazil/</a></li> <li>2. <a href="https://www.thefastmode.com/technology-solutions/43487-telefonicas-water-drones-set-out-to-sea-to-fight-marine-waste">https://www.thefastmode.com/technology-solutions/43487-telefonicas-water-drones-set-out-to-sea-to-fight-marine-waste</a></li> <li>3. <a href="https://www.zte.com.cn/global/about/news/zte-and-china-mobile-unveil-5g-a-ai-innovations-at-mwc-barcelona-2025.html">https://www.zte.com.cn/global/about/news/zte-and-china-mobile-unveil-5g-a-ai-innovations-at-mwc-barcelona-2025.html</a></li> </ol>
 <p><b>БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://www.comnews.ru/content/241981/2025-10-27/2025-w44/1008/mts-postroit-cifrovoy-put-dlya-bespilotnykh-mashin-yandeksa">https://www.comnews.ru/content/241981/2025-10-27/2025-w44/1008/mts-postroit-cifrovoy-put-dlya-bespilotnykh-mashin-yandeksa</a></li> <li>2. <a href="https://www.phonearena.com/news/verizon-frontline-unveils-drone-trailer_id168954">https://www.phonearena.com/news/verizon-frontline-unveils-drone-trailer_id168954</a></li> <li>3. <a href="https://roboticsandautomationnews.com/2025/12/03/ntt-docomo-business-and-robotics-firm-mujin-form-alliance-to-accelerate-physical-ai/97298/">https://roboticsandautomationnews.com/2025/12/03/ntt-docomo-business-and-robotics-firm-mujin-form-alliance-to-accelerate-physical-ai/97298/</a></li> </ol>
 <p><b>БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://group.ntt/en/newsrelease/2025/04/18/250418a.html">https://group.ntt/en/newsrelease/2025/04/18/250418a.html</a></li> <li>2. <a href="https://www.theregister.com/2025/11/18/zte-rescure-robot/">https://www.theregister.com/2025/11/18/zte-rescure-robot/</a></li> <li>3. <a href="https://www.khaleejtimes.com/business/tech/gitex-e-futuristic-pavilion-dubai?_refresh=true">https://www.khaleejtimes.com/business/tech/gitex-e-futuristic-pavilion-dubai?_refresh=true</a></li> </ol>
 <p><b>ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://www.telecoms.com/5g-6g/telef-nica-shows-off-5g-sa-ran-over-hybrid-cloud">https://www.telecoms.com/5g-6g/telef-nica-shows-off-5g-sa-ran-over-hybrid-cloud</a></li> <li>2. <a href="https://www.thefastmode.com/technology-solutions/41096-sk-telecom-advances-network-ai-with-commercial-virtual-base-station-deployment">https://www.thefastmode.com/technology-solutions/41096-sk-telecom-advances-network-ai-with-commercial-virtual-base-station-deployment</a></li> <li>3. <a href="https://developingtelecoms.com/telecom-technology/telecom-cloud-virtualization/18727-ooredoo-and-du-launch-sovereign-clouds-in-qatar-and-uae.html">https://developingtelecoms.com/telecom-technology/telecom-cloud-virtualization/18727-ooredoo-and-du-launch-sovereign-clouds-in-qatar-and-uae.html</a></li> </ol>
 <p><b>ДРУГИЕ ТЕХНОЛОГИИ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="https://group.ntt/en/newsrelease/2025/11/18/251118a.html">https://group.ntt/en/newsrelease/2025/11/18/251118a.html</a></li> <li>2. <a href="https://finance.yahoo.com/news/uae-telecom-giant-du-enters-104005420.html">https://finance.yahoo.com/news/uae-telecom-giant-du-enters-104005420.html</a></li> <li>3. <a href="https://www.computerra.ru/312446/mts-id-vnedryaet-biometricheskuyu-avtorizatsiyu-passkey-dlya-zashhity-ot-moshennikov/">https://www.computerra.ru/312446/mts-id-vnedryaet-biometricheskuyu-avtorizatsiyu-passkey-dlya-zashhity-ot-moshennikov/</a></li> </ol>

 ПРИЛОЖЕНИЕ



Название технологии	Перевод на русский язык	Описание
5G Non-Standalone (5G NSA)	Неавтономная сеть 5-го поколения	Архитектура сетей на ядре 4G, при которой управление и контроль осуществляются через сеть LTE, а 5G используется только для расширения канала передачи данных
5G Reduced Capability (5G RedCap)	5G с пониженными возможностями	Облегченная версия 5G для устройств с низкими требованиями к скорости и энергопотреблению (датчики, носимые гаджеты), позволяющая снизить стоимость модулей связи
5G Standalone (5G SA)	Автономная сеть 5-го поколения	Автономная архитектура сети 5G с собственным ядром, которая не зависит от инфраструктуры 4G и обеспечивает полный набор возможностей пятого поколения: сетевые срезы, низкие задержки и поддержку Интернета вещей
5G-A/Advanced (5.5G)	Усовершенствованный 5G	Эволюционная версия стандарта 5G, которая расширяет возможности классического 5G за счет интеграции искусственного интеллекта (ИИ), улучшенной энергоэффективности и поддержки новых сценариев использования
6G	Мобильная связь 6-го поколения	Шестое поколение мобильной связи (в разработке), которое обеспечит терабитные скорости, интеграцию ИИ и голографическую связь к 2030 году
Agentic Artificial Intelligence (Agentic AI)	Агентный ИИ	ИИ-система, способная автономно планировать, принимать решения и выполнять действия для комплексных многоэтапных задач без участия человека
All-Photonics Network	Полностью оптическая сеть	Оптическая сеть, где передача и обработка данных осуществляются исключительно с помощью света (фотонов), без преобразования в электрические сигналы, обеспечивая сверхвысокую скорость, минимальные задержки и низкое энергопотребление
Artificial Intelligence - Radio Access Network (AI-RAN)	Искусственный интеллект (ИИ) в сети радиодоступа	Технология, которая обеспечивает полную интеграцию ИИ в аппаратное и программное обеспечение сети радиодоступа для реализации новых услуг ИИ, оптимизации производительности, энергопотребления и управления ресурсами в реальном времени
Cloud Radio Access Network (Cloud RAN)	Облачная архитектура сети радиодоступа	Облачная архитектура сети радиодоступа, в которой функции базовых станций (БС) реализуются в виде программных виртуальных функций в центрах обработки данных или на границе сети, что позволяет гибко перераспределять ресурсы между БС и адаптироваться к изменениям трафика
Direct-to-Device (D2D)	Прямая связь с устройством	Технология, позволяющая спутникам напрямую соединяться с обычными мобильными телефонами без дополнительного оборудования, обеспечивая связь в удаленных районах
Generative Artificial Intelligence (Generative AI)	Генеративный ИИ	ИИ, создающий новый контент: тексты, изображения, видео, код на основе обучающих данных
Internet of Vehicles (IoV)	Интернет транспортных средств	Сеть передачи данных между автомобилями, дорожной инфраструктурой и внешними сервисами, обеспечивающая безопасность, управление трафиком и функциональность подключенных автомобилей
mmWave	Миллиметровые волны	Высокочастотный диапазон 5G (24–100 ГГц), обеспечивающий сверхвысокие скорости передачи данных (до 10 Гбит/с) и минимальные задержки, но с ограниченным радиусом покрытия и слабым проникновением сигнала



Название технологии	Перевод на русский язык	Описание
Multimodal Artificial Intelligence (Multimodal AI)	Мультимодальный ИИ	ИИ, работающий с разными типами данных одновременно: текст, изображения, звук, видео
Multiple-Input Multiple-Output (MIMO)	Многоканальная система передачи данных	Технология передачи данных с использованием нескольких антенн на передатчике и приемнике для повышения скорости и надежности связи. Разновидности: GigaMIMO (тысячи антенн), Massive (сотни антенн), Distributed (4-20 антенн), 4x4 (4 антенны)
Narrow Band Internet of Things (NB-IoT)	Узкополосный Интернет вещей	Стандарт сотовой связи для устройств телеметрии, предусматривающий передачу небольших объемов данных
Network Artificial Intelligence (Network AI)	Сетевой искусственный интеллект	Интеграция ИИ в управление сетями для автономной оптимизации, прогнозирования нагрузки, самонастройки и автоматического устранения сбоев
Network Foundation Model (NFM)	Базовая сетевая модель	Фундаментальная ИИ-модель, специализированная для телеком-задач, понимающая сетевые протоколы, топологию и метрики для управления сетями на естественном языке
Network Slicing	Технология нарезки сети	Технология разделения единой физической сети на несколько виртуальных срезов с разными параметрами под конкретные задачи
Open Radio Access Network (Open RAN)	Открытая архитектура сети радиодоступа	Открытая архитектура мобильных сетей, при которой оборудование и программное обеспечение от разных производителей работают вместе благодаря стандартизированным интерфейсам
Physical Artificial Intelligence (Physical AI)	Физический искусственный интеллект	ИИ для управления физическими объектами – роботами, беспилотниками, станками, которые взаимодействуют с реальным миром
Post-Quantum Cryptography (PQC)	Постквантовая криптография	Алгоритмы шифрования, устойчивые к взлому будущими квантовыми компьютерами
Quantum Cryptography (QC)	Квантовая криптография	Методы защиты данных, основанные на принципах квантовой физики (например, Quantum Key Distribution (QKD) – квантовое распределение ключей, где ключи шифрования передаются с помощью квантовых состояний, обнаруживающих перехват), обеспечивающие обнаружение попыток перехвата
Retrieval-Augmented Generation (RAG)	Генерация с дополнением поиска	Метод, где ИИ ищет актуальную информацию в базе знаний перед генерацией ответа, повышая точность
Wi-Fi 7	x	Стандарт беспроводной связи в наборе протоколов IEEE 802.11, работающий в диапазонах 2.4 ГГц, 5 ГГц и 6 ГГц. Следующее поколение после Wi-Fi 6. Обеспечивает в лабораторных условиях максимальную скорость в 46 Гбит/с (Wi-Fi 6 – 9,6 Гбит/с)
Агрегация частот	x	Объединение нескольких диапазонов частот для увеличения скорости передачи данных



Параметры сравнения	Россия (МТС, Мегафон, Билайн, Ростелеком)	США (AT&T, T-Mobile, Verizon)	Европа (Telefónica, Orange, VodafoneThree)	Азия (China Mobile, China Telecom, SK Telecom, NTT)	Ближний Восток (STC, e&, du, Ooredoo, Bezeq)	Латинская Америка (Entel, América Móvil, Vivo)
<b>Технологии связи</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Расширение охвата 4G, внедрение LTE-A</li> <li>Тестирование 5G</li> <li>Развитие Wi-Fi 6</li> <li>Заключение договоров с операторами низкоорбитальных спутниковых группировок</li> <li>Импортозамещение сетевого оборудования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Развитие 5G-A</li> <li>Переход на 5G SA</li> <li>Исследование 6G</li> <li>Внедрение тарифных планов, включающих оборудование для Wi-Fi 7</li> <li>Предоставление услуг D2D</li> <li>Услуги для служб экстренного реагирования</li> <li>5G FWA (беспроводной доступ 5G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Переход на 5G SA</li> <li>Исследование 6G</li> <li>Внедрение тарифных планов, включающих оборудование для Wi-Fi 7</li> <li>Предоставление услуг D2D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Развитие 5G-A</li> <li>Переход на 5G SA</li> <li>Запуск первой в мире экспериментальной сети 6G, тестирование 6G</li> <li>Предоставление услуг D2D</li> <li>5G FWA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Переход на 5G SA</li> <li>Развитие 5G-A</li> <li>Исследование 6G</li> <li>Внедрение тарифных планов, включающих оборудование для Wi-Fi 7</li> <li>Предоставление услуг D2D</li> <li>Переход от медных линий к ВОЛС (волоконно-оптические линии связи)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Расширение покрытия 5G</li> <li>Переход на 5G SA</li> <li>Развитие 5G-A</li> <li>Внедрение тарифных планов, включающих оборудование для Wi-Fi 7</li> <li>Предоставление услуг D2D</li> <li>Переход от медных линий к ВОЛС</li> </ul>
<b>Технологические решения для оптимизации работы сетей</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Базовые станции (БС) 5G на архитектуре Open RAN</li> <li>Cloud RAN</li> <li>Тестирование перехода на vRAN</li> <li>MIMO и агрегация частот для улучшения связи и скорости передачи данных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Open RAN</li> <li>Cloud RAN</li> <li>Massive MIMO и агрегация частот</li> <li>Network Slicing для служб экстренного реагирования, авиакомпаний и энергетиков</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Open RAN</li> <li>Cloud RAN</li> <li>Massive MIMO</li> <li>Агрегация частот</li> <li>Приобретение mmWave-спектра</li> <li>Тестирование 5G SA с использованием mmWave</li> <li>Network Slicing для служб экстренного реагирования и спортивных мероприятий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Open RAN</li> <li>Cloud RAN</li> <li>Тестирование различных типов MIMO (Massive MIMO, Distributed MIMO, Pre6G GigaMIMO)</li> <li>Distributed MIMO в mmWave для 6G в авто и поездах</li> <li>Агрегация частот</li> <li>Network Slicing для удаленного управления беспилотными средствами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Open RAN</li> <li>Cloud RAN</li> <li>Massive MIMO</li> <li>mmWave</li> <li>Агрегация частот</li> <li>Network Slicing, в том числе Autonomous 5G Network Slicing с использованием искусственного интеллекта (ИИ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Open RAN</li> <li>mmWave</li> <li>Агрегация частот</li> <li>Network Slicing</li> </ul>
<b>Кибербезопасность</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интеграция ИИ в сервисы кибербезопасности</li> <li>Предиктивная аналитика для финансовой сферы</li> <li>Кибербезопасность сетевой инфраструктуры (Private LTE)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Центры киберзащиты с R&amp;D-подразделениями</li> <li>Защита пользовательских данных на конечных устройствах и в облаках</li> <li>Решения для безопасности сетевой инфраструктуры и оборудования</li> <li>Zero Trust, Zero Trust Network Access (ZTNA)</li> <li>Функции кибербезопасности в тарифных планах</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интеграция ИИ в сервисы кибербезопасности</li> <li>Облачная кибербезопасность, в т.ч. в мультиоблачных средах</li> <li>Постквантовая криптография</li> <li>Сервисы кибербезопасности для малых и средних предприятий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сотрудничество с международными игроками в области информационной безопасности (ИБ)</li> <li>Интеграция ИИ в сервисы кибербезопасности</li> <li>Безопасность ИИ-сред (сканер безопасности LLM)</li> <li>Zero Trust</li> <li>Квантово-безопасные технологии, квантовое шифрование телефонной связи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сотрудничество с международными ИБ-игроками</li> <li>Формирование национальных экосистем кибербезопасности</li> <li>Интеграция ИИ в сервисы кибербезопасности</li> <li>Zero Trust</li> <li>Облачные сервисы кибербезопасности</li> <li>Квантовая и постквантовая криптография</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Усиление цифрового суверенитета в области ИБ</li> <li>Развитие партнерских отношений с разработчиками решений с области ИБ</li> <li>Интеграция ИИ в сервисы кибербезопасности</li> </ul>

# СРАВНЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ТЕЛЕКОМ-ОПЕРАТОРОВ 2/4



Параметры сравнения	Россия (МТС, Мегафон, Билайн, Ростелеком)	США (AT&T, T-Mobile, Verizon)	Европа (Telefónica, Orange, VodafoneThree)	Азия (China Mobile, China Telecom, SK Telecom, NTT)	Ближний Восток (STC, e&, du, Ooredoo, Bezeq)	Латинская Америка (Entel, América Móvil, Vivo)
<b>Искусственный интеллект</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Инфраструктура для ИИ (ЦОД)</li> <li>• Доступ к нейросетям в тарифных планах абонентов</li> <li>• Голосовые ИИ-ассистенты на базе генеративного ИИ</li> <li>• Собственные ИИ-модели</li> <li>• Доступ к сторонним мультимодальным ИИ-моделям</li> <li>• Agentic AI (создание продвинутых ИИ-агентов и мультиагентных систем)</li> <li>• Интеграция RAG в ИИ-модели</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Инфраструктура для ИИ (высокопроизводительные ЦОД, каналы связи между ними)</li> <li>• Генеративный ИИ внутри корпоративных процессов и в клиентских продуктах</li> <li>• Собственные ИИ-модели (большие и малые языковые модели (LLM и SLM), Specialized Language Model)</li> <li>• Agentic AI (массовое внедрение, включая интеграцию Agentic AI в базовую сеть)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Суверенная облачная инфраструктура для ИИ</li> <li>• Генеративный ИИ</li> <li>• Agentic AI (разработка и внедрение решений)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Инвестиции в ИИ, новые стратегические подходы, открытие ИИ-лабораторий</li> <li>• Сотрудничество с локальными и глобальными ИИ-разработчиками (OpenAI, Anthropic, DeepSeek)</li> <li>• Инфраструктура для ИИ (ЦОД для обработки данных)</li> <li>• Мультимодальные модели</li> <li>• Собственные ИИ-модели (Large Action Model от NTT предсказывает намерения клиентов на основе временных рядов данных)</li> <li>• Agentic AI (разработка сервисов и комплексных экосистем)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Инфраструктура для ИИ (ЦОД, гипер-ЦОД, поддержка критически важных ИИ-приложений)</li> <li>• Регулирование ИИ, обучение сотрудников навыкам работы с ИИ</li> <li>• GPU-as-a-Service – доступ клиентов к мощным графическим процессорам для разработки и внедрения ИИ-решений</li> <li>• Agentic AI (внедрение ИИ-агентов для автоматизации рабочих процессов)</li> <li>• Генеративный ИИ (разработка Small Language Model)</li> <li>• Собственные ИИ-модели</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отказ от развития собственных ЦОД (переход к аренде)</li> <li>• Проекты по внедрению генеративного ИИ</li> <li>• Agentic AI (единичные случаи внедрения)</li> <li>• Интеграция RAG в ИИ-модели</li> </ul>
<b>Искусственный интеллект. Области применения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Каналы коммуникаций с клиентами</li> <li>• Внутренние процессы (поддержка сотрудников, оптимизация рабочих процессов, обслуживание клиентов, поддержка в принятии решений)</li> <li>• Решения для частных и корпоративных клиентов (чат-боты с ИИ, поиск оптимальных локаций для бизнеса, организация и поддержка маркетинговых кампаний)</li> <li>• Финансовые технологии</li> <li>• Технологии здравоохранения (ИИ-медицина)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интеграция ИИ в сетевую инфраструктуру (AI-RAN),</li> <li>• Внутренние процессы (оптимизации процессов принятия решений, повышение качества клиентского сервиса)</li> <li>• Решения для частных и корпоративных клиентов (приоритезация использования Wi-Fi)</li> <li>• Сервисы кибербезопасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимизация работы сетей за счет использования Agentic AI и LLM, а также проектирование сетей с помощью ИИ на генетических алгоритмах</li> <li>• Внутренние процессы (повышение уровня клиентского сервиса и эффективности внутренних процессов)</li> <li>• Технологии здравоохранения (решения в сфере медицинских технологий, основанные на 5G, периферийные вычисления и ИИ)</li> <li>• Сервисы кибербезопасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интеграция ИИ в сетевую инфраструктуру</li> <li>• Внутренние процессы (работа колл-центров и служб кибербезопасности)</li> <li>• Продукты для частных и корпоративных клиентов (решения для умного дома, специализированные большие промышленные модели, разработка механизма анализа клиентов на основе больших данных)</li> <li>• Автономные сети с ИИ для обеспечения работы интеллектуальных фабрик и IoV (Интернет транспортных средств)</li> <li>• Сервисы кибербезопасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимизация работы сетей</li> <li>• Оптимизация внутренних процессов</li> <li>• Решения для частных и корпоративных клиентов (ИИ-платформа с внутренним хранилищем и вычислительными возможностями)</li> <li>• Технологии здравоохранения</li> <li>• Сервисы кибербезопасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптимизация работы сетей (автоматизация формирования и наращивания пропускной способности сети)</li> <li>• Внутренние процессы (помощь операторам службы поддержки)</li> <li>• Решения для частных и корпоративных клиентов (платформа генеративного ИИ для создания виртуальных ассистентов)</li> <li>• Технологии здравоохранения (решения в сфере медицинских технологий)</li> </ul>

# СРАВНЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ТЕЛЕКОМ-ОПЕРАТОРОВ 3/4



Параметры сравнения	Россия (МТС, Мегафон, Билайн, Ростелеком)	США (AT&T, T-Mobile, Verizon)	Европа (Telefónica, Orange, VodafoneThree)	Азия (China Mobile, China Telecom, SK Telecom, NTT)	Ближний Восток (STC, e&, du, Ooredoo, Bezeq)	Латинская Америка (Entel, América Móvil, Vivo)
<b>Интернет вещей</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Акцент на промышленный Интернет вещей (IIoT)</li> <li>IoT-сервисы видеонаблюдения и видеоаналитики</li> <li>Мониторинг и предиктивная диагностика водопроводных сетей, энергооборудования, а также промышленного оборудования на базе сети NB-IoT</li> <li>Internet of Vehicles (в партнерстве с китайским оператором)</li> <li>Комплексная система мониторинга объектов недвижимости (IoT и ИИ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5G и NB-IoT для поддержки потребительских и корпоративных приложений</li> <li>IIoT с акцентом на малые и средние предприятия</li> <li>IoT Marketplace – платформа цифровой электронной коммерции для IoT-решений</li> <li>Общенациональная сеть 5G RedCap для устройств IoT</li> <li>IoT-Roaming (управление подключенными устройствами во многих странах без необходимости использования SIM-карт)</li> <li>Мониторинг водопроводных сетей, энергооборудования</li> <li>IoT в транспорте и логистике</li> <li>Умный дом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Акцент на IIoT</li> <li>IoT-сервисы видеонаблюдения и видеоаналитики</li> <li>Реализация концепции «Умный город» (мониторинг окружающей среды, поведения туристов и др.)</li> <li>Интеллектуальный мониторинг потребления газа и энергии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тестирование спутниковых IoT-сервисов Satellite IoT (использование низкоорбитальной группировки для подключения устройств в удаленных регионах)</li> <li>Ambient IoT – использование устройств со сверхнизким энергопотреблением, без использования батарей и с длительным сроком службы, которые собирают энергию из окружающей среды для передачи данных</li> <li>Решения для «умного дома»</li> <li>5G-A для решения задач «умного города» в области инспекции дорог (выявление дефектов и трещин в дорожном покрытии)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Акцент на IIoT (контроль промышленного оборудования на базе цифровых двойников и сетей NB-IoT)</li> <li>eSIM-решения для IoT-устройств на предприятиях (устранение необходимости в физической замене SIM-карт, более быстрое развертывание)</li> <li>Реализация концепции «Умный город» (разработка приложений с 3D-картографией, технологией цифровых двойников на базе ИИ и 360-градусных камер)</li> <li>Reduced Capability в 5G SA и первое реальное использование RedCap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Акцент на промышленный Интернет вещей (IIoT)</li> <li>Интеграция IIoT и аналитических решений для трансформации промышленных предприятий (мониторинг активов)</li> <li>IoT-решения для мониторинга, контроля и оптимизации потребления воды на базе сетей NB-IoT</li> </ul>
<b>Беспилотные технологии</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>БПЛА для поиска пропавших людей</li> <li>Создание агропромышленного дрона (дроны с компьютерным зрением)</li> <li>Инфраструктура высокоточного геопозиционирования для автономного транспорта</li> <li>Промышленная робототехника, реализация концепции «Робот-как-сервис» (RaaS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интеграция ИИ и спутниковой связи в БПЛА для мониторинга пожароопасной ситуации и поддержки служб экстренного реагирования</li> <li>Автомобильные грузоперевозки беспилотными ТС</li> <li>Разработка робототехники и решений для различных приложений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интеграция 4G/5G и ИИ в БПЛА</li> <li>Демонстрация первого в Европе одновременного полета азротакси и БПЛА в реальных условиях, выход на массовый рынок с моделью Drone-in-a-Box</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Использование технологии 5G-A ISAC (integrated sensing and communication) для обеспечения полетов БПЛА</li> <li>Использование БПЛА для доставки грузов, контроля пожароопасных ситуаций, в военных целях</li> <li>Разработка решений для беспилотных ТС</li> <li>RTK-позиционирование (технология высокоточного позиционирования в условиях плотной застройки)</li> <li>Разработка робототехники (собаки-роботы, роботы-гуманоиды)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Интеграция ИИ в БПЛА</li> <li>Использование БПЛА для инспекции инфраструктуры</li> <li>Запуск платформы Drone-as-a-Service на базе 5.5G</li> <li>Vehicle-to-Everything (инфраструктура для беспилотных ТС)</li> <li>Разработка робототехники (роботы-гуманоиды, робототехника для промышленного производства)</li> </ul>	x

# СРАВНЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ТЕЛЕКОМ-ОПЕРАТОРОВ 4/4



Параметры сравнения	Россия (МТС, Мегафон, Билайн, Ростелеком)	США (AT&T, T-Mobile, Verizon)	Европа (Telefónica, Orange, VodafoneThree)	Азия (China Mobile, China Telecom, SK Telecom, NTT)	Ближний Восток (STC, e&, du, Ooredoo, Bezeq)	Латинская Америка (Entel, América Móvil, Vivo)
<b>Облачные технологии</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Облачный ЦОД и предложение его как услуги для бизнес-клиентов</li> <li>Облачная кибербезопасность (национальная платформа облачной безопасности и киберустойчивости)</li> <li>Перевод сетевой инфраструктуры в облако</li> <li>Импортозамещение (облака, работающие на российском ПО и оборудовании)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Облачная кибербезопасность</li> <li>Миграция на облачную сетевую инфраструктуру, облачная трансформация в базовых и периферийной сетях</li> <li>Перевод клиентской инфраструктуры в облако</li> <li>Создание облачной инфраструктуры для поддержки разработок и приложений ИИ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Переход от традиционных локальных ЦОД к гибридной и мультиоблачной моделям</li> <li>Платформы облачной кибербезопасности</li> <li>Гибридная облачная инфраструктура</li> <li>Перевод клиентской инфраструктуры в облако</li> <li>Общеввропейское суверенное облако</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Облачная кибербезопасность</li> <li>Гибридная облачно-сетевая архитектура</li> <li>Перевод клиентской инфраструктуры в облако</li> <li>Продвижение корпоративных облаков и облачных сервисов</li> <li>Суверенное облако</li> <li>Фотонные технологии (ИИ-инфраструктура с облачным GPU-решением и фотонной сетью)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Заключение партнерских соглашений с крупными международными провайдерами облачных услуг</li> <li>Суверенное облако, суверенные облачные платформы</li> <li>Модель облачных вычислений GPU-as-a-Service для работы с генеративным ИИ и прогнозной аналитикой</li> <li>Облачная кибербезопасность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Миграция собственной инфраструктуры в облако</li> <li>Интеграция сторонних облачных решений в собственную сетевую инфраструктуру</li> </ul>
<b>Квантовые технологии</b>	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>Квантово-устойчивая сетевая безопасность (защита данных в сетях от атак, реализуемых с помощью квантовых компьютеров)</li> <li>Квантовый Интернет на существующей сетевой инфраструктуре (передача информации с применением квантового состояния частиц и шифрования)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Защита предприятий и государственного сектора от кибератак на основе квантовых вычислений (с помощью квантового распределения ключей (QKD) с постквантовой криптографией (PQC))</li> <li>Постквантовая криптография в каналах связи и в сервисах кибербезопасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Квантовый Интернет</li> <li>Телефонные звонки на основе квантового шифрования</li> <li>Оптический квантовый компьютер с объемом памяти в 1 млн кубитов (планируется)</li> <li>Квантовые технологии для оптимизации работы сети</li> <li>Облачная платформа для квантовых вычислений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Оптическая система передачи данных с QKD</li> <li>Создание инфраструктуры для будущих квантовых рабочих нагрузок</li> <li>Инвестиции в создание испытательного стенда квантовой связи</li> <li>Включение постквантовой криптографии в стратегию развития 6G</li> </ul>	X
<b>Блокчейн</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Блокчейн в области финансов (размещение цифровых финансовых активов для анализа и управления рисками в криптовалютных операциях)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прием платежей в биткоинах для оплаты клиентских услуг</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Блокчейн в области финансов в комбинации с IoT</li> <li>Создание инфраструктуры для сервисов блокчейн</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Блокчейн в области финансов</li> <li>Развитие инфраструктуры для сервисов блокчейн и развертывания приложений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Блокчейн в области финансов</li> <li>Облачная платформа, позволяющая клиентам участвовать в майнинге биткоинов</li> </ul>	X
<b>Биометрия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Биометрия для идентификации иностранных граждан при продажах SIM-карт</li> <li>Внедрение авторизации в сервисах без паролей и SMS (технология Passkey)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Внедрение биометрической многофакторной идентификации для проверки личности сотрудников и их доступа к системам оператора</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Идентификация пользователя, обратившегося в службу поддержки оператора</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Использование биометрии при продаже SIM-карт на законодательном уровне</li> <li>Использование биометрии в области финансов и медицинской сфере</li> </ul>	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>Использование биометрии в качестве дополнительной меры защиты персональных данных пользователей</li> </ul>