

СТРАТЕГИЯ
внедрения технологий стандарта 5G
в отраслях экономики

Минск 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Основы технологий стандарта 5G.....	6
Мировой опыт внедрения технологии сети 5G в отраслях экономики.	10
Инфраструктура, необходимая для развертывания сетей стандарта 5G	24
Основные направления внедрения технологии стандарта 5G в отраслях экономики	25
Трудности внедрения технологий стандарта 5G	57
Безопасность сетей стандарта 5G.....	58
Регулирование и стандартизация технологий 5G.....	61
Инструменты стимулирования внедрения технологии 5G в отраслях экономики	62
Планируемые механизмы реализации Стратегии внедрения 5G в отраслях экономики	64

Введение

Одной из приоритетных задач цифровой трансформации экономики Республики Беларусь является строительство сетей 5G на принципиально новой архитектуре беспроводного широкополосного доступа. Это позволит внедрить новейшие мировые технологии в различных отраслях экономики и социальной сфере.

Сети 5G, без преувеличения, являются основой цифровой экономики, связующим звеном для других передовых технологий, включая облачные вычисления, интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и робототехнику. Переход на 5G представляет собой беспрецедентную возможность для развертывания, масштабирования и интеграции новых мощных систем для создания экономической, социальной и экологической ценности, интеллектуализации различных отраслей экономики и построения межотраслевой инновационной экосистемы. В то же время данный переход требует координации и сотрудничества всех заинтересованных сторон, включая правительство, которое устанавливает правила и проводит тендеры; операторов, предоставляющих услуги; поставщиков технологий, а также юридических и частных лиц, непосредственно использующих эти технологии.

Основными препятствиями активного продвижения данной технологии в Республике Беларусь являются существенный уровень инвестиционных затрат при неясном сроке окупаемости, недостаточная проработка вопросов стандартизации и рост проблем, связанных с конфиденциальностью информации. В то же время мировая практика убедительно демонстрирует перспективность технологии 5G, которая в ближайшее время может кардинально изменить правила игры во многих отраслях экономики.

Настоящая Стратегия разработана с учетом приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь, положений основных программных и стратегических документов в сферах научной, научно-технической и инновационной деятельности, мировых трендов использования технологий 5G в отраслях экономики. Она определяет задачи, условия и приоритетные направления внедрения технологии 5G в Республике Беларусь на период 2026-2030 гг.

Приоритетными направлениями национальной информационно-коммуникационной инфраструктуры в области 5G в 2021–2025 гг., согласно развитию Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси», являются:

– развертывание сетей сотовой подвижной электросвязи пятого поколения (5G) и предоставление широкого перечня новых современных услуг электросвязи как для физических лиц, так и для нужд всех сфер экономической деятельности;

– повсеместное внедрение на базе возможностей сетей пятого поколения таких технологических решений, как «умный дом», «умный город» и др.;

– дальнейшее развитие облачных технологий, обеспечивающих по требованию пользователя доступ к необходимым информационным и вычислительным ресурсам независимо от его географического положения.

Внедрение новейших ИКТ возможно при появлении в Республике Беларусь технологии 5G.

Согласно Стратегии «Наука и технологии: 2018–2040», утвержденной Постановлением Президиума Национальной академии наук Беларуси от 26 февраля 2018 г. № 17, на этапе создания точек роста, драйвером которых будут выступать цифровые технологии, среди приоритетных направлений «базовых» исследований и разработок отмечаются такие отрасли экономики как энергетика и энергоэффективность, промышленные и строительные технологии, агропромышленные технологии и производство.

Среди «прорывных» исследований и разработок приоритетными направлениями до 2030 г. будут являться биологические системы и технологии на основе цифровых решений, роботизированные системы и комплексы машин, ИКТ, квантовые технологии, нанотехнологии, наноматериалы, приборы и оборудование для nanoиндустрии на основе сетевых цифровых решений.

Согласно Концепции Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года, одним из главных драйверов устойчивого роста страны выступает цифровая трансформация всех сфер экономики. Цифровизация предусматривает широкое применение ИКТ в повседневной жизни, роботизацию и внедрение облачных и аддитивных технологий в производство, развитие «зеленого» строительства. Ожидается, что к 2035 г. доля цифровой экономики в ВВП увеличится до 30 %.

В настоящее время в Республике Беларусь осуществляется разработка Стратегии цифрового развития на 2026–2030 гг. Данная Стратегия будет охватывать 3 уровня: регулятор цифрового развития (Министерство связи и информатизации Республики Беларусь), отрасли экономики (регионы) и отдельные организации. На основании данной Стратегии ожидается, что в каждой отрасли будут разработаны свои нормативные правовые документы по дальнейшему развитию цифровизации.

Основными задачами внедрения в Республике Беларусь технологии 5G в отраслях экономики в 2026–2030 гг. являются:

– обеспечение улучшения пользовательского опыта: 5G предоставляет пользователям более быстрые, плавные и оперативные услуги, такие как облачные игры, дополненная реальность и голографическая связь. 5G также может обеспечить персонализированные и контекстуализированные услуги, такие как «умный дом», «умный город» и «умное здоровье»;

– повышение производительности и эффективности: 5G обеспечивает возможность предприятиям оптимизировать свои операции, процессы и

ресурсы через «умное» производство, «умную» логистику, «умное» сельское хозяйство и др., а также внедрять инновации и создавать новые продукты, услуги и бизнес-модели, в том числе такие как периферийные вычисления, блокчейн и искусственный интеллект;

– улучшение социальных и экономических результатов развития: 5G поддерживает социальное и экономическое развитие в сфере образования, здравоохранения, туризма, развлечений. 5G может решить социальные и экологические проблемы, такие как цифровая интеграция, борьба со стихийными бедствиями и изменение климата.

Основы технологий стандарта 5G

Развитие спроса на цифровые и онлайн-услуги, доступность цифрового контента в сочетании с активным внедрением новых технологий, таких, как искусственный интеллект, интернет вещей (IoT) и автоматизация процессов, приводит к экспоненциальному увеличению потребления данных, что, в свою очередь, требует соответствующего инфраструктурного обеспечения. В ближайшее десятилетие эта тенденция только усилится.

Постоянный рост трафика данных является основной причиной обновления инфраструктуры и расширения возможности сетей операторов по всему миру. По прогнозам Ассоциации GSM (GSMA), к 2025 г. количество подключений к 5G достигнет 1,1 млрд, что составит примерно 12 % от общего количества подключений к подвижной связи.

Благодаря высокой скорости, большой пропускной способности и низкой задержке, технология 5G может помочь в поддержке и масштабировании некоторых приложений, помощью беспилотных летательных аппаратов, использовании видеочатов и обеспечении качества потоковых игр на уровне консоли. Способы применения технологии 5G не ограничены: она охватывает сферы от платежей по всему миру и реагирования на экстренные ситуации до дистанционного обучения и мобильного персонала. Технология обладает потенциалом для преобразования глобальной экономики и человеческой жизни.

Функционирующая в Республике Беларусь мобильная инфраструктура не предназначена для такой информационной нагрузки и требует обновления. Текущие сети, в том числе 4G, не выдерживают требований, выдвигаемых новыми сценариями применения. Кроме плотности подключений, пропускной способности радиочасти и проч., задержки в сетях 4G довольно велики и составляют десятки мс.

Основными функциональными особенностями сетей 5G являются следующие, рисунок 1:

- усовершенствованный мобильный широкополосный доступ eMBB (enhanced MBW);
- сверхнадежные коммуникации с низкой задержкой ULLRC (Ultra-Low Latency Reliable Communication);
- массивные межмашинные коммуникации Massive IoT / IIoT, mMTC (massive Machine Type Communication).

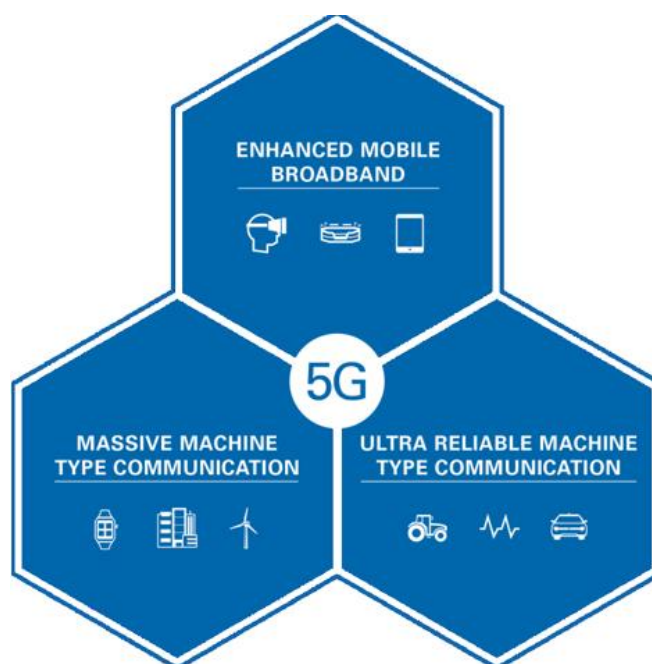


Рисунок 1 – Три сценария оказания услуг мобильной связи

Технология 5G является революционной, поскольку она сможет преобразовать отрасли экономики при использовании в сочетании с сетями 4G. С другой стороны, существуют серьезные проблемы для развертывания 5G, такие как инвестиции в инфраструктуру, сетевая безопасность, стандарты, правила, устойчивая кибербезопасность и т. д. Взаимодополняющее позиционирование 4G и 5G имеет решающее значение для эффективной экосистемы 5G.

Ключевая роль 5G будет состоять в поддержке в преобразовании крупных населенных пунктов в «умные» города и предоставлении гражданам возможностей использовать социально-экономические выгоды, предоставляемые передовой цифровой экономикой, требующей использования больших объемов данных.

Между тем, URLLC используется в критически важных приложениях, таких как беспилотный транспорт, где высокая надежность и низкая задержка имеют первостепенное значение

Ожидается, что в сетях 5G скорость передачи данных возрастет до 20 Гбит/с, а время задержки значительно уменьшится и составит менее 1 мс, по сравнению с сетями 3G и 4G, которые обеспечивают скорость передачи данных до 1 Гбит/с и задержку соединения до 10 мс. Также сеть 5G может поддерживать 1 млн низкоскоростных соединений на км², в то время как сеть 4G может поддерживать 100 тыс. соединений. Эти улучшения будут способствовать разработке и внедрению новых продуктов и услуг, которые могут внести существенный вклад в повышение эффективности различных секторов и рост цифровой экономики. В будущем пользователям будет предложен широкий спектр услуг, начиная от информационно-развлекательных и заканчивая промышленными и профессиональными.

Инфографика, приведенная на рисунке 2, отражает сферы применения услуг в зависимости от требований к пропускной способности и задержкам.

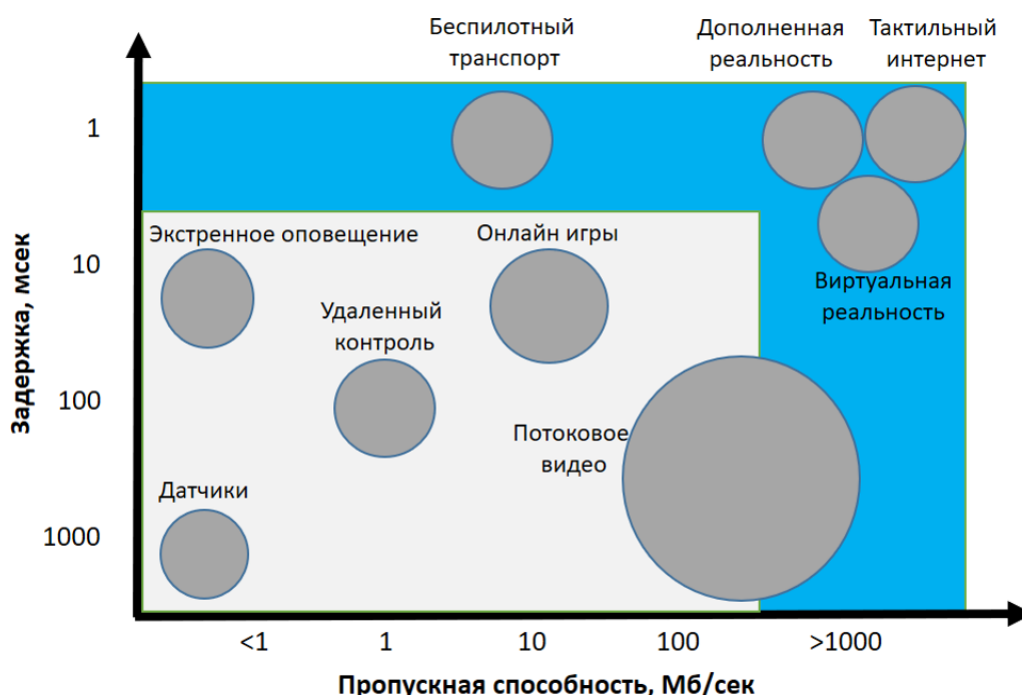


Рисунок 2 – Сферы применения услуг в зависимости от требований к пропускной способности и задержкам в сети мобильной связи

Сценарий mMTC представляет собой межмашинное взаимодействие, в котором участие человека минимально, а все процессы автоматизированы.

К устройствам mMTC относятся:

- счетчики воды, газа, электричества;
- контроллеры уличного освещения;
- датчики парковочного места;
- GPS / ГЛОНАСС-закладки;
- различные сенсоры дыма / огня;
- датчики взлома;
- «умные» мусорные баки;
- прочие IoT-устройства.

В данном случае важны не высокая скорость и сверхнизкие задержки, а автономность и поддержка большого числа подключений в сети. Речь идет о LPWA (Low Power Wide Area) устройствах – о массовых и недорогих устройствах с ультранизким энергопотреблением, способных работать от одной батареи до 10 лет.

Есть три новых важных компонента 5G, которые 4G не может предложить. Эти новые компоненты 5G отвечают требованиям различных типов приложений и повышают эффективность и производительность отраслей экономики. Технологии пятого поколения, которые предлагают преимущества перед 4G, – это виртуализация сетевых функций (NFV), программно-определяемые сети (SDN) и разделение сети, которое представляет собой метод создания множества уникальных логических

и виртуализированных сетей в единой многодоменной инфраструктуре. Другие полезные технологии 5G включают миллиметровые волны для увеличения скорости и пропускной способности, малые соты для ускорения распределения и увеличения скорости, массивную систему с несколькими входами и несколькими выходами (MIMO) для увеличения пропускной способности, а также технологии формирования диаграммы направленности для повышения эффективности использования спектра и удобства пользователей.

В долгосрочной перспективе для полноценных 5G-сетей, в том числе и для поддержки Network Slicing и URLLC, потребуются как новая сетевая инфраструктура NGCN (Next Generation Converged Network), так и модернизация сети радиодоступа.

Мировой опыт внедрения технологии сети 5G в отраслях экономики

Развитие сетей 5G сможет повлиять на различные отрасли, такие как здравоохранение, промышленность, сельское хозяйство и многие др. Гибкие и масштабируемые сети 5G обеспечат оперативное управление и контроль, способствуя повышению эффективности и оптимизации процессов в разных сферах.

Промышленность

В мире странами-лидерами по использованию в отрасли промышленности 5G является КНР, Южная Корея, США и Германия.

КНР создал крупнейшую в мире сеть 5G: к концу октября 2023 г. было построено более 3,2 млн базовых станций 5G. Стоимость промышленной интернет-индустрии страны превышает 1,2 триллиона юаней (наших сколько), при этом к ней подключено более 89 млн промышленных устройств.

Сегодня она является абсолютным лидером по количеству промышленных интернет-проектов. По состоянию на начало 2024 г., их общее количество оценивалось в более чем 8 тыс.

В КНР в рамках реализации проекта «5G плюс промышленный интернет» создано 240 промышленных интернет-платформ, 28 из которых являются межотраслевыми и междоменными платформами. Так промышленная платформа Inspur Yunzhou оказывает поддержку 8 ключевым отраслям китайской экономики: оборудование, электроника, химическая промышленность, горнодобывающая промышленность, сталелитейная промышленность, энергетика, продукты питания и парки, в продвижении высококачественных и интеллектуальная трансформация производства.

Министерство промышленности и информационных технологий в 2023 г. стимулировало около 3 тыс. предприятий к строительству заводов 5G и созданию обновленных версий проектов «5G плюс промышленный интернет».

В настоящее время промышленный интернет используется более чем в 50 % на крупных предприятиях визуальный контроль качества, интеллектуальное складирование, отслеживание качества, интеллектуальное планирование производства и бережливое производство.

Примеры внедрения технологий 5G в промышленности приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры внедрения технологии 5G в промышленности

Страна	Пример использования технологии 5G
КНР	В цехе площадью 5 400 кв. метров компании Xinneng Technology, производителя электрооборудования в Цзинане, провинция Шаньдун, автоматизированные транспортные средства заняты транспортировкой производственных материалов, а железнодорожные транспортные средства помогают преобразовать производственные процессы. В цехе требуется всего 39 человек благодаря поддержке промышленной интернет-платформы Inspur Yunzhou. Благодаря этому эффективность производства увеличилась на 27 %, совокупные эксплуатационные расходы цеха сократились на 17 %.
КНР	В шахте в Циндао, провинция Шаньдун, автоматизированный электровоз, оснащенный видеокамерами, аккуратно везет золотоносную руду, а рабочие на поверхности следят за его перемещениями в режиме реального времени. Сеть 5G позволяет радиосигналам проходить через толстые стены, потолки и полы. Доступ к высокоскоростному интернету позволяет работникам удаленно управлять подземным оборудованием, что значительно повышает их безопасность.
Германия	Завод отопительной техники Bosch в Вустере стал экспериментальной площадкой отработки применения 5G в промышленности. На основе данных с огромного числа датчиков, установленных на производственном оборудовании, в режиме реального времени формируются модели предиктивного ремонта. Уже на начальном этапе тестов удалось заметно сократить простои оборудования. Bosch планирует распространить опыт на свои предприятия в Великобритании и других странах.
Германия	Компании Siemens, Volkswagen, Daimler используют 5G для создания «умных заводов», где оборудование и системы автоматически обмениваются информацией для улучшения производительности и эффективности.
Российская Федерация	В рамках проекта МТС построила для АО «Южно-Верхоянская горнодобывающая компания» (входит в «Полиметалл») беспроводную сеть передачи и обработки данных, в которую интегрированы различные производственные системы: диспетчеризации открытых горных работ, позиционирования и управления различными объектами - экскаваторами, буровыми станками, измерительными устройствами, системами мониторинга удаленного оборудования и видеомониторинга.
Российская Федерация	60 % проектов построения отраслевыми компаниями частных сетей приходится на отрасли промышленности (горнодобывающая, нефтехимическая, нефтегазовая, угольная и машиностроительная отрасли).

Технология 5G открывают возможности увеличения скоростей, качество передаваемой информации и увеличение надежности энергооборудования.

Беспроводные 5G-сети помогут интегрировать ранее не подключенные устройства к «умным электросетям», что позволит точнее прогнозировать потребности в электроэнергии. Управление генерацией и перераспределением электроэнергии станет проще, компании смогут избежать нецелевого расходования энергии, тем самым сократить расходы.

5G-сети позволяют поставщикам энергии получать данные оперативнее, в больших объемах и на более дальних расстояниях. К примеру, 5G-сети на ветряных электростанциях позволят организовать удаленный контроль и управление оборудованием на большей территории с возможностью предиктивного обслуживания оборудования.

Примеры внедрения технологий 5G в отрасли энергетики приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Примеры внедрения технологий 5G в отрасли энергетики

Страна	Пример использования технологии 5G
США	Компания Peninsula Light Company выбрала оператора Verizon для модернизации системы распределения электроэнергии в штате Вашингтон на основе сотовой связи, включающей интеллектуальные счетчики и платформу анализа данных. Verizon заменит аналоговые счетчики на цифровые, подключенные по NB-IoT в 33 домах и предприятиях. Решение Verizon Grid Wide класса PaaS (platform as a service) позволило коммунальным службам удаленно настраивать, контролировать и управлять конечным энергопотреблением, увеличить точность счетов и управления отключением. Verizon планирует внедрить продвинутое системы управления поставками электроэнергии на основе 5G, реализовав максимум возможностей распределения нагрузки.
Российская Федерация	Блокчейн-платформа управления электроснабжением Edison, разработанная под патронажем венчурного фонда Digital Horizon, включает умные приборы учета, передающие показания в информационно-вычислительный комплекс поставщика услуг и управляющей организации. Оттуда данные поступают на платформу Edison, где становятся доступны всем системам и сервисам участников расчетов. На основании этих данных потребителю выставляется счет, который можно оплатить в личном кабинете — через мобильное приложение или веб-интерфейс. При этом платежи мгновенно расщепляются по условиям смарт-контрактов и поступают на соответствующие счета компаний — участниц системы, о чем в тот же момент появляется запись в их личных кабинетах на платформе. При накоплении задолженности смарт-контракт платформы Edison позволяет автоматически отключить потребителя от электроэнергии или другого ресурса в течение нескольких минут, и включать подачу электроэнергии при погашении задолженности. В декабре 2019 г. платформа Edison внедрена на сети крупнейшей сетевой энергокомпании АО «Янтарьэнерго» на территории Калининградской области.

Окончание таблицы 2

Страна	Пример использования технологии 5G
Российская Федерация	Компания «Геоскан» реализует аэрофотосъемку, аэромагнитную съемку, включая фотограмметрическую обработку данных и визуализацию. Решение дает точные высокдетальные фотопланы местности, модели рельефа и 3D-модели поверхности, опор и проводов ЛЭП. «Геоскан» анализирует данные с использованием ГИС «Спутник ЛЭП» для оценки длины и профилей пролетов, расстояний от проводов до угрожающих объектов, например, крон деревьев, подозрительные предметы и активность в пределах охранных зон и др.
КНР	Муниципалитет Тяньцзиня завершил первую в стране проверку состояния ЛЭП с использованием беспилотных летательных аппаратов и 5G. В проверке задействовали БПЛА, оснащенные камерой высокой четкости, подключенные по 5G. Аппарат пролетел 6 км в районе Биньхай и передал в онлайн-режиме видеозаписи ЛЭП инженерам, которые выявили признаки нарушения. Сверхнизкая задержка в 5G обеспечила высокую точность проверки и безопасность полета дрона.

Транспорт и логистика

Использование технологии 5G в транспорте и логистике в мире в большей степени ориентировано на удаленное управление транспортом, управление складами, отслеживание грузов и в целом оптимизацию всех логистических процессов.

Примеры внедрения технологий 5G в сферу транспорта и логистики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Применение технологий 5G в сфере транспорте и логистики

Страна	Пример использования технологии 5G
США	General Electric (GE) использует 5G для удаленного мониторинга и управления транспортными средствами, что повышает эффективность и безопасность.
КНР	Huawei использует 5G для автоматизации управления парком транспортных средств, что позволяет оптимизировать маршруты и сократить расходы.
ФРГ	Siemens использует 5G для отслеживания местоположения и состояния грузов в режиме реального времени, что повышает прозрачность и эффективность логистических операций.
США	FedEx использует 5G для сбора и анализа данных о движении транспорта и грузопотоках, что позволяет оптимизировать маршруты и сократить издержки.
КНР	Роботизированные манипуляторы и беспилотная техника умного склада DoraBot обслуживают весь цикл обработки товаров: прием, сортировку, транспортировку и погрузку.

Сельское хозяйство

Цифровая трансформация сельского хозяйства во многом основана на комплексном внедрении ряда цифровых технологий в рамках взаимосвязанных концепций точного земледелия и умного сельского хозяйства. На сегодняшний день осуществляется массовое практическое применение интегрированных решений в области устойчивого ресурсосберегающего растениеводства, объединяющих различные типы сенсоров, технологии интернета вещей, автоматизированную и беспилотную технику, роботизированные производственные системы, платформенные технологии обработки больших данных и машинного обучения.

Примеры внедрения технологий 5G в сельском хозяйстве приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Примеры использования технологии 5G в сельском хозяйстве

Страна	Пример использования технологии 5G
Англия	В Графстве Шропшир RuralFirst развернула 5G для мониторинга, передачи и анализа данных о состоянии почв и сельхозкультур с БПЛА и управления автономными тракторами для автоматизированного внесения удобрений.
Германия	Компания Krone совместно с компанией Lemken разработали трактор, который способен работать автономно без участия водителя. Это возможно за счет внедрения технологий GPS в сельское хозяйство и компьютерного зрения. Орудия, подключенные к интернету по аналогии с беспилотными летательными аппаратами, будут способны обходиться без водителя, курсируя по полю без водителя, опираясь на встроенные карты. В результате их внедрения фермеры смогут сократить расходы на оплату топлива и повысить урожайность. Использование технологии 5G позволяет генерировать большие объемы данных в режиме реального времени
США	Компания CarbonRobotics применяет компьютерное зрение для выявления сорняков, а после лазером их выжигает. В течение часа устройство без участия человека уничтожает до 100 тыс. сорняков. В день робот обрабатывает до 8 га почвы.
Российская Федерация	Компания «Агросигнал Трейд» разработала облачную систему контроля и учета производства в сельском хозяйстве, которая содержит интерактивную карту полей и ведет историю полевых работ. С ее помощью агротехники формируют технологические карты, производят расчет выработки, контролируют движение готовой продукции по всей цепочке сельхозпроизводства, ведут онлайн-мониторинг транспорта. Для ряда агропромышленных компаний «Агросигнал Трейд» оснащает технику датчиками спутникового слежения, выводя ее реальные маршруты на планшеты руководителей. Проекты компании «Агросигнал Трейд» охватили уже более 200 хозяйств и более 5 млн га угодий. По данным Фонда развития интернет-инициатив инвестиции в проект составили около 100 млн руб. 5G с радио-интерфейсами LTE-M и NB-IoT значительно расширит покрытие территорий на селе, соответственно усилив возможности цифровой трансформации.

Страна	Пример использования технологии 5G
Нидерланды	Сетевая система «Умный помощник фермера» реализует: – передачу данных датчиков на животных системе искусственного интеллекта; – построение модели поведения каждой особи, точное определение, как и в какое время здоровое животное ест, пьет, испражняется, ходит / лежит, спит; – распознает первые признаки болезни животного, автоматически строит прогнозы периодов спада его продуктивности, готовности к размножению.
Израиль	Компания SCRDairy предлагает облачную платформу с набором сервисов отслеживания состояния животных и повышения показателей фермы. Она ведет онлайн сбор и обработку данных датчиков на животных, анализирует данные, дает рекомендации и оперативные указания по содержанию на основе отдельных специальных алгоритмов для производства молока и говядины, продуктов от овец и коз.

Строительство

Переход к 5G, облачным решениям и платформам позволяет существенно расширить масштабы цифровизации строительных процессов: увеличить количество датчиков и сенсоров, упрощает их размещение на строительной площадке, строительной технике, включает в единую систему все средства контроля и наблюдения, открывает новые возможности автоматизации, роботизации и оптимизации стройки. 5G обеспечивает недостижимые ранее прозрачность, контроль ресурсов и работ, точное соответствие проектной документации, гибкость изменений технологий и конструкций в ходе строительства.

Масштабная цифровизация процессов ведет к полностью беспилотной работе техники и далее – к единой экосистеме «умной строительной площадки» на базе цифровой модели со слаженным и гибким взаимодействием всех участников. Онлайн-обработка массы данных обеспечит быстрое исправление поломок и нестандартных ситуаций.

Примеры внедрения технологий 5G в строительной отрасли приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Примеры использования технологии 5G в строительной отрасли

Страна	Пример использования технологии 5G
Южная Корея	Hyundai Engineering & Construction с 5G оператором КТ применяют 5G для автоматизации строительства. На двух площадках партнеры проводят испытания автономных строительных роботов, применения 5G для управления и повышения производительности.
Япония	Сотовый оператор NTT DoCoMo продемонстрировал собственную платформу дистанционного управления строительной техникой на 5G: четыре камеры на удаленно управляемом экскаваторе и камера общего обзора передавали видео на монитор пилота в кабину дистанционного управления, находящуюся в 60 км от места строительства, с минимальной задержкой. Текущие задания считывались с цифрового двойника объекта, который создавался онлайн на основании реальных показаний датчиков с площадки.
США	Trimble предоставляет портативную систему дополненной реальности, отображающую в видеопотоке с местности 3D-модели планируемых объектов и ландшафтов: строительных конструкций, дорожной инфраструктуры, зон жилой застройки и инженерных коммуникаций. Для удобства восприятия система меняет прозрачность виртуальной застройки, отображает отдельные инженерные слои и объекты.
Франция	Компания CAD.42 с оператором 5G Orange предлагает программную систему управления строительством. В его основе – повсеместное размещение следящих датчиков для создания цифровых моделей объектов, анализа и управления процессами. CAD.42 автоматически определяет опасные для персонала ситуации и тут же предупреждает рабочих звуковыми и визуальными сигналами с носимых устройств. Система контролирует расход материалов, износ техники и риски ее неправильного использования.

Финансовая сфера

Финансовый сектор часто лидирует в использовании инновационных технологий. 5G оказывает существенное влияние на развитие финансовой сферы благодаря цифровизации многих процессов и услуг.

5G позволит получать ускоренный доступ к услугам в банковских и финансовых учреждениях с помощью предоставления населению мобильных сервисов или приложений.

Примеры внедрения технологий 5G в финансовой сфере приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Примеры внедрения технологий 5G в финансовой сфере

Страна	Пример использования технологии 5G
КНР	ICBC в 2021 г. запустил сервис «Cloud ICBC», назвав его «брендом интегрированных бесконтактных услуг» кредитора. ICBC заявил, что сервис охватывает все платформы и каналы бесконтактных услуг, поддерживаемые 5G, блокчейном, искусственным интеллектом, аудио- и видеоканалами, и квантовыми

Страна	Пример использования технологии 5G
	технологиями, а также включает в себя точки облачной сети, облачные студии, облачные заказы и облачные клиентские сервисы.

Окончание таблицы 6

Страна	Пример использования технологии 5G
Малайзия	В феврале 2024 г. Maybank в сотрудничестве с Telekom Malaysia (TM) запустил пакет мобильного банковского обслуживания бизнеса Go Niaga для малого и среднего бизнеса на базе 5G. Эта инновационная услуга, основанная на технологии 5G, направлена на преодоление финансового цифрового разрыва для предприятий, особенно в сегменте малого и среднего бизнеса. Новое предложение предоставляет предприятиям передовые платежные решения, которые позволяют использовать мобильные устройства в качестве облачных систем торговых точек, упрощая как цифровые, так и карточные платежи, а также способствуя повышению эффективности бизнеса и расширению охвата рынка.

Торговля

Внедрение ИКТ способствует улучшению качества услуг в торговле, ускорению торгово-производственных процессах на всех циклах, увеличению производительности труда персонала, сокращению издержек и т. п.

Кроме этого, усиление конкуренции в сфере торговли стимулирует ее участников к сохранению и укреплению своих позиций на рынке. В связи с этим многие представители бизнеса внедряют различные ИКТ. А с появлением 5G возможности цифровой торговли значительно расширяются.

Примеры внедрения технологий 5G в сфере торговли приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Примеры внедрения технологий 5G в сфере торговли

Страна	Пример использования технологии 5G
США	Программное решение Cimmerse представляет широкий круг товаров в AR- / VR-окружении на экране смартфона в 4G. Cimmerse планирует повысить качество изображения и добавить интерактивные возможности с внедрением 5G, дающих большую пропускную способность каналов и меньшую задержку.
США	Решение компании InContext Solutions позволяет производителям и розничным продавцам моделировать реальные ситуации в магазинах, создавая, оценивая и активируя все виды мерчандайзинга. Фактически InContextSolutions продает конструктор офлайн-магазина в виртуальной реальности. Приложение AR / VR способно тестировать новые проекты витрины в виртуальной реальности с участием реальных покупателей, измеряя эффективность живого эмоционального воздействия дизайна, фиксируя время поиска конкретных товаров с

Страна	Пример использования технологии 5G
	помощью тепловых карт движения глаз. Цифровую модель магазина / витрины используют также для обучения персонала. К началу 2020 г. инвестиции InContext Solutions в проект составили 42,5 млн долл. США.

Страна	Пример использования технологии 5G
КНР	Китайская ассоциация недвижимости совместно с оператором ChinaMobile и вендором Huawei запустили интеллектуальную систему обслуживания 12-этажного гипермаркета Lujiazui L+Mall (Шанхай, КНР). Система фокусируется на упрощении навигации и поиске товаров посетителями. Роботы-помощники предоставляют информацию о товарах и магазинах, планируют персональные маршруты по запросам гостя, предлагают лично проводить до места. Развернутая в Lujiazui L+Mall сеть 5G обеспечивает и самостоятельную навигацию в торговом центре на основе определения местоположения, интегрированного в удобное приложение на смартфоне и в национальном мессенджере WeChat. Повсюду в мегамолле размещены интеллектуальные 5G-медиапанели с разрешением экрана 8K, транслирующие персонализированный контент каждому подошедшему посетителю.
США	Решение автоматизации ретейла AWM Smart Shelf объединяет ряд технологий для использования опыта покупок конкретного покупателя в интернет-магазинах для продаж ему офлайн. Решение интегрирует полки, оснащенные LED-экранами, с мощной многослойной системой видеоаналитики: распознает покупателей и выбираемый товар, предлагает навигацию для покупателей и продавцов, отслеживает состояние полок, определяет, какую рекламу лучше проецировать на экраны для привлечения внимания конкретных проходящих людей, собирает социально-демографическую статистику.
КНР	Фирма UTStarcom совместно с оператором China Mobile создали торговый автомат, распознающий лица и работающий с профилями реальных покупателей. Камера машины по 5G связывается с облачным сервисом видеоаналитики, идентифицирует покупателя и его платежеспособность. Идентифицированному пользователю автомат позволяет открыть дверь и взять товар. Датчики определяют реально приобретенный товар, и автомат производит расчет. Процесс покупки для человека включает только выбор и получение предмета.
Австралия	Компания Smart Vending Machines выпускает «умные торговые точки» с встроенными медиапанелями. Они показывают таргетированную рекламу содержимого, отвечают на вопросы и принимают указания покупателя. Машинная аналитика поставляет сведения для автоматического учета содержимого, умные камеры идентифицируют клиента, приветствуют постоянных покупателей, предлагают различные виды бесконтактной оплаты: с карты, смартфона, из интернет-сервисов.

Сфера отдыха и туризма

Трансформация сферы отдыха и туризма с применением технологий 5G направлена на большую персонализацию услуг, на увеличение осведомленности населения о, например, планируемых мероприятиях в сфере туризма (экскурсии, автобусные туры и т. д.) и автоматизацию операций. Благодаря развитию сетей 5G появятся новые приложения, основанные на более быстрой связи между устройствами.

Многие музеи уже включили в свою программу виртуальные экскурсии на основе технологий дополненной и виртуальной реальности.

Примеры внедрения технологий 5G в сфере отдыха и туризма приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Примеры внедрения технологий 5G в сфере отдыха и туризма

Страна	Пример использования технологии 5G
КНР	Первым музеем Китая, экспонаты которого полностью переведены в AR- / VR-объекты, стал городской музей города Хубэй. Проект реализовали совместно вендор Huawei и оператор China Mobile, организовавший покрытие музея 5G и подключение к облачной платформе для работы AR- / VR-экспозиции. Каждый объект хубэйского паноптикума теперь можно рассмотреть на смартфоне в полном историческом интерактивном AR- / VR-окружении. В умном голографическом зеркале музея благодаря 5G посетители примеряют костюмы разных эпох. Опыт провинциального музея переносят теперь в одну из главных достопримечательностей Китая – Запретный город.
Дания	Копенгаген, столица Дании, добился больших успехов в цифровизации. Он запустил сервис для посетителей, где туристы могут увидеть все, что можно увидеть в городе. Это возможно при помощи движущихся рекламных щитов, робототехники или виртуальной реальности.
Испания	Туристам в г. Касерес предлагается приложение, связанное с городской платформой Onesait Platform, которое показывает в реальном времени загруженность туристических объектов (количество посетителей), погодные условия, информацию о городских мероприятиях, информацию из социальных сетей, оптимальные маршруты и многое др.

Жилищно-коммунальное хозяйство

Цифровизация жилищно-коммунальных услуг способствует как повышению качества по их оказанию населению, так и экономической выгоде в рамках экономии ресурсов по обслуживанию и эксплуатации систем и поддержке «зеленой» экономики.

К 2030 г. приложения 5G в интеллектуальном управлении коммунальными услугами увеличат мировой ВВП на 330 млрд долл. США.

Примеры внедрения технологий 5G в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Примеры внедрения технологий 5G в ЖКХ

Страна	Пример использования технологии 5G
Южная Корея	Стартап Freestyle Technology (Австралия) стал лидером рынка интеллектуального учета воды в Южной Корее. Интеллектуальные счетчики воды и обнаружения утечек, а также платформа управления ими, разработанная Freestyle Technology, развернуты в 24 тыс. домов в Гочане. Затем география проекта расширилась городами Пхохан, Кимдже и Пучхон. Платформа Freestyle Technology размещена в облаке оператора Korea Telecom, позволяя пользователю видеть информацию онлайн на мобильных устройствах, а водоканалу – выставлять счета, предупреждать муниципалитет о любых отклонениях и инцидентах в подаче воды. Так, например, если пожилой житель не пользовался водой в течение нескольких дней, система направляет тревожное уведомление в муниципалитет.
Российская Федерация	Сотовый оператор «Мегафон» начал масштабное внедрение сетей NB-IoT и предложил облачный сервис «Умное ЖКХ» широкому кругу организаций. Комплексное решение объединяет автоматизированную систему сбора и передачи данных с приборов коммунального учета, веб-приложение для пользователей, большую библиотеку драйверов для различных моделей цифровых приборов учета, широкие возможности интеграции с внешними системами. «Умное ЖКХ» позволяет вести учет и контроль потребления электричества, тепла, воды и газа. К системе можно подключить также все пожарно-охранные датчики, датчики протечки, движения, вскрытия. При использовании определенных моделей счетчиков решение «МегаФона» позволяет дистанционно программировать приборы учета и управлять ими.
Сингапур	Для более экономного расходования в жилом и корпоративном секторах работают умные датчики и счетчики. На домах установлены солнечные батареи для выработки электроэнергии. Система очистки сточных вод NEWater позволяет повторно использовать 30 % и более от всех потребностей города, благодаря чему снижается зависимость от поставок пресной воды из Малайзии.
КНР	Система управления городской беспилотной техникой Autowise AI использует оптические датчики (лидары), радары и камеры. В 2018 г. Autowise AI в тестовом режиме приступила к уборке улиц в промышленном парке Шанхая. С 2019 г. она работает уже в Шанхае, Пекине, Сямыне и Ханчжоу. Машины Autowise AI различают сигналы светофоров, дорожные знаки и разметку; обнаруживают транспортные средства, велосипедистов и пешеходов, уступая им дорогу, объезжают любые препятствия; удерживают полосу движения, безопасно проезжают перекрестки, экстренно тормозят, съезжают на обочину; начинают работу в определенное время, самостоятельно выходя из гаража; сами регулируют прижимную силу щеток и сбрасывают собранный мусор.

Образование

Образование становится постоянным атрибутом цифрового общества, вводится новый тренд «образование через всю жизнь», который подразумевает получение и постоянное повышение квалификации,

то есть периодическое прохождение обучающих курсов и программ в течение жизни. Технологии 5G и сопутствующие им технологии приведут к трансформации образования, повышая его доступность и качество.

Примеры внедрения технологий 5G в сфере образования приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Примеры использования технологии 5G в сфере образования

Страна	Пример использования технологии 5G
Испания	В Испании Telefonica, Университет IE (InstitutodeEmpresa) и Nokia разработали прототип решения, которые использует 5G, периферийные вычисления и технологию виртуальной реальности, чтобы обеспечить дистанционное, иммерсивное обучение. Партнеры развернули внутреннюю радиосвязь 5G в здании капитула университета и периферийные вычисления в одном здании Telefonica в Сеговии. Система используется для обучения студентов архитектуре монастыря Санта-Крус-ла-Реаль XIII века. Она позволяет студентам использовать протоколы передачи данных 5G для взаимодействия с учителями, просмотра на 360 градусов видео и изучения 3D-модели монастыря Санта-Крус-ла-Реаль, здания XIII века.
Турецкая Республика	Ведущая информационно-коммуникационная компания Турции TürkTelekom протестировала доступ с использованием 5G к образовательным материалам на базе технологий дополненной и виртуальной реальности в партнерстве с Huawei, одним из ведущих мировых поставщиков ИКТ-решений.
КНР	В рамках пилотной программы 5G Национальной комиссии по развитию и реформам компания China Mobile Group в Пекине в партнерстве с Huawei и Пекинским педагогическим университетом запустила первую университетскую базовую станцию 5G в университетском кампусе Чанпин. В совместных классах можно использовать многоканальные камеры высокой четкости для одновременной передачи аудио и материалов курса в удаленные классы за много миль через сети 5G. В классе, где используются технологии AR или VR, видео 4K сначала записывается камерами высокого разрешения, а затем отправляется получателям через сети 5G с помощью специальных устройств.

Здравоохранение

Повышение качества работы системы здравоохранения в целом возможно с внедрением цифровых технологий в процессы медобслуживания. Основа цифровизации здравоохранения – медицинские информационные системы с быстрым и простым доступом ко всем врачебным данным о пациенте, связанной медицинской информации и оборудованию, позволяющие диагностировать болезнь, консультировать и обслуживать больного удаленно. Такие системы помогают выполнять значительную часть клинической работы дистанционно, обрабатывать данные интернет-диагностики, вести электронный медицинский контроль пациента,

использовать агрегированные данные для профилактики и предупреждения заболеваний, быстро и эффективно реагировать в экстренных ситуациях.

Примеры внедрения технологий 5G в сфере здравоохранения приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Примеры использования технологии 5G в сфере здравоохранения

Страна	Пример использования технологии 5G
США	Облачная платформа компании OneCare Inc. собирает и накапливает данные о здоровье с любых дистанционно подключаемых устройств для диагностирования и предоставления лечащим врачам, дистанционного мониторинга здоровья и экстренной медпомощи. В 2019 г. компания начала предоставлять услуги мониторинга с помощью специальных часов, снабженных набором датчиков, постоянно подключенных к облаку по интерфейсам NB-IoT и LTE-M. Это позволило значительно упростить мониторинг, расширить зону сбора данных, обеспечить максимальный комфорт наблюдаемым.
Республика Польша	Облачная платформа Mediguard включает сервис для медицинских учреждений и мобильное приложение для пациентов с подключением по Bluetooth большого набора медицинских устройств и нательных датчиков различных поставщиков для круглосуточного дистанционного мониторинга работы сердечно-сосудистой системы, легких, уровня сахара в крови, температуры и давления.
США	Компания Medivis, созданная хирургами, рентгенологами и инженерами, разрабатывает AR-платформу для подготовки и проведения хирургических операций на основе традиционных диагностических систем и искусственного интеллекта. Для получения сервиса по 5G оператор Verizon переносит платформу в свою облачную инфраструктуру. На тех же принципах компания SentiAR создает платформу для проецирования на AR-очки высококачественных 3D-изображений внутренних органов при проведении операций: они проецируются на мониторы над операционным столом в режиме реального времени, обеспечивая детальную визуализацию во время операции.

Сфера развлечений и культуры

Цифровые технологии постоянно преобразуют сферу развлечений, улучшая пользовательский опыт в их применении и делают их доступными для населения, поскольку практически все население использует устройства сотовой связи для решения различных повседневных задач.

Широкое распространение 4G показало, что сфера игровых развлечений наиболее восприимчива к внедрению новых сетевых цифровых сервисов, поскольку происходит быстрая смена способов потребления

развлекательного контента. 5G и новые аудиовизуальные технологии на их базе обещают ускоренное развитие этого процесса.

Примеры внедрения технологий 5G в сфере культуры и развлечений приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Примеры использования технологии 5G в сфере культуры и развлечений

Страна	Пример использования технологии 5G
КНР	С масштабным запуском 5G технологический гигант Tencent в партнерстве с вендорами Huawei и Qualcomm запускает собственную платформу для облачного гейминга в 5G. Параллельно в ожидании открытия конкурирующей платформы Alibaba Group операторы 5G China Unicom и China Mobile работают над собственной облачной инфраструктурой гейминга. По данным ряда аналитических агентств, уже в 2023 г. в Китае будет 600 млн пользователей облачного гейминга.
США	Корпорация Microsoft работает над созданием сервиса облачного гейминга Project xCloud. Разработчики из Microsoft Research добиваются минимальной задержки, применяя новации в сетевых топологиях, кодировании и декодировании видео. Сервис сможет работать с потоковыми играми уже в 4G, расширяя возможности в 5G по мере их распространения в мире. Project xCloud работает через 54 облачных ЦОД Microsoft Azure, расположенных в 140 странах. Полномасштабный запуск xCloud запланирован на 2020 г. Пока тестовая скорость передачи в проекте достигла 10 Мб/с, уменьшать задержку и увеличивать скорость игры на смартфонах дальше позволят только 5G.
США	Баскетбольная команда города Сакраменто в партнерстве с оператором Verizon провела модернизацию своего стадиона Golden 1 Center, установив на нем большое число камер 360° для трансляции игр на AR- / VR-гарнитуры. Пока сервис доступен только посетителям баскетбольной арены, но партнеры планируют AR- / VR-показы игр для абонентов 5G Verizon.
Королевство Испания	На стадионе Camp Nou в Барселоне размещено множество камер 360° для трансляций на AR- / VR-гарнитуры. Участвующий в проекте оператор Telefonica планирует трансляцию со всех камер не только на стадионе, но и в ближайших к нему кафе, ресторанах, фан-зонах.

Инфраструктура, необходимая для развертывания сетей стандарта 5G

В связи с высокими требованиями, предъявляемыми 5G к инфраструктуре, в том числе к транспортной сети, отсутствия запаса по санитарно-гигиеническим нормам по действующим площадкам, необходимо определить механизмы оптимального задействования в проекте 5G всей имеющейся национальной инфраструктуры, чтобы предупредить строительство параллельной инфраструктуры, дополнительные затраты на которую приведут к удорожанию услуг для конечных абонентов. В этой связи требуется комплексная оценка ресурсной базы существующих

операторов сотовой подвижной электросвязи, определение порядка их участия в развитии сети.

Таким образом, некоторые ключевые элементы инфраструктуры для развертывания сетей 5G включают:

- антенны 5G: для поддержки новых частотных диапазонов и технологий, требуется установка специальных антенн 5G, таких как активные антенны с технологией Massive MIMO (множественный вход-множественный выход);

- радиоустройства 5G: для передачи данных в новых диапазонах частот и обеспечения высокой пропускной способности требуются радиоустройства 5G, включая Remote Radio Units (RRU) нового поколения и интегрированные радиоустройства;

- транспортная сеть: для обеспечения высокой скорости передачи данных и низкой задержки в сетях 5G требуется комплексная оценка ресурсной базы существующих операторов сотовой подвижной электросвязи. В случае выявления недостаточного ресурса необходимо предусмотреть расходы на модернизацию транспортной сети.

Распределение полос радиочастот между радиослужбами Республики Беларусь утверждено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 августа 2016 г. Пересмотр распределения полос радиочастот между радиослужбами Республики Беларусь производится не реже одного раза в 4 года, согласно статье 29 Закона «Об электросвязи». В 2022 г. Государственной комиссией по радиочастотам опубликован перспективный план использования радиочастотного спектра. Операторами сотовой подвижной электросвязи в Республике Беларусь используются следующие полосы радиочастот:

- GSM (2G): Band n8 (880-915/925-960 МГц) и Band n3 (1710-1785/1805- 1880 МГц);

- FDD UMTS (3G): Band n8 (880-915/925-960 МГц), Band n1 (1920-1980/2110-2170 МГц);

- FDD LTE (4G): Band n20 (790-862 МГц), Band n3 (1710-1785/1805-1880 МГц) и Band n7 (2500-2570/2620-2690 МГц).

Для начала развития сетей 5G требуется высвобождение полосы радиочастот 694–790 МГц от систем цифрового телевидения, 3400–3800 МГц от систем связи специального назначения.

Основные направления внедрения технологии стандарта 5G в отраслях экономики

Развертывание сетей сотовой подвижной электросвязи пятого поколения (5G) в Республике Беларусь и внедрение на их базе технологических решений «умный дом» и «умный город» является одним из приоритетных направлений развития национальной информационно-

коммуникационной инфраструктуры в 2021-2025 гг. Это предусмотрено государственной программой «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы, утвержденной постановлением Правительства от 2 февраля 2021 г. № 66.

Технологии связи стандарта 5G предоставляют новые индустриальные возможности для всех отраслей экономики и ее предприятий. Это связано с технологическими особенностями сети пятого поколения, благодаря которой возможно одновременно быстро и гибко подключать множество цифровых устройств, передавать с высокой скоростью огромные массивы данных от датчиков к мощным серверам и использовать производственные данные в реальном времени. Последнее поколение сетей сотовой связи влияет на все производственные процессы, отрасли, экономику в целом, меняя их быстро и кардинально. Технологии и сервисы 5G становятся фундаментом цифровой трансформации, инфраструктурной и технологической основой новых бизнес-моделей и отраслевых сценариев развития. Для достижения быстрого и всеобъемлющего эффекта цифровизации экономики нужно развивать инфраструктуру 5G, учиться использовать ее в создании услуг и приложений для широкого круга организаций, отдельных отраслей.

Дальнейшее развитие производства и потребительских сервисов, которые базируются на использовании технологий искусственного интеллекта, интернета вещей, виртуальной и дополненной реальности, в ближайшей перспективе станет затруднительно без использования 5G.

Промышленность

Использование сетей 5G в промышленности позволит автоматизировать процессы, требующие высокой точности, поможет заменить человеческий труд в тяжелых и опасных условиях машинным.

Внедрение технологии 5G в промышленности приведет к более гибким и эффективным производственным операциям, одновременно повышая уровень безопасности. Создание «умных» производств станет возможным благодаря автоматизации, дополненной реальности и интернету вещей. Широкое использование устройств и датчиков IoT с технологией 5G обеспечит более интенсивную интеграцию искусственного интеллекта в операциях предприятий.

В зависимости от типа производства состав и ход трансформации будут различны, но в общем виде включают:

- развертывание сети датчиков и сенсоров, систем видеомониторинга и аналитики на производственных линиях и в складских помещениях для отслеживания работы оборудования, перемещения материалов и готовой продукции;

- создание цифровых моделей и алгоритмов моделирования работы всей цепочки производства, визуализация моделей и алгоритмов, в том числе с использованием AR / VR;

- создание алгоритмов автоматического управления процессами и параметрами настройки оборудования для повышения производительности, эффективности и минимизации поломок;
- создание системы беспилотных тележек, погрузчиков и манипуляторов для перемещения материалов и готовой продукции;
- применение промышленных роботов на конвейерах;
- использование автоматических алгоритмов для сбора информации с датчиков, оценка качества выпускаемой продукции с помощью видеоаналитики.

Оставшийся ручной труд дополняют AR- / VR-сервисы. При этом для четкой бесперебойной работы производств критически важна общая связанность и синхронизация всех систем до миллисекунд. 5G объединяет разнородные сервисы универсальными широкими радиоканалами, единой облачной инфраструктурой и средой синхронизации, поэтому постепенно вытеснит низкоскоростные и нестандартизованные решения.

Для использования технологий на основе сети стандарта 5G промышленным предприятиям целесообразно создавать внутренние промышленные сети, что обеспечит возможность управлять характеристиками и надежностью сети 5G.

Для создания внутренних промышленных сетей необходимо создание полностью автономной коммуникационной инфраструктуры, где беспроводные устройства подключаются к автоматически созданной беспроводной внутренней сети предприятия.

Развертывание сетей 5G в промышленной среде может осуществляться различными способами – от создания технологических автономных сетей ограниченного пользования до внедрения разнообразных гибридных моделей с участием сетевых операторов. Способ развертывания сети 5G должен определяться в зависимости от частных потребностей предприятий промышленности.

Внедрение технологии 5G в отрасли промышленности должно предусматривать:

- активное привлечение на государственном уровне сотовых операторов Республики Беларусь по внедрению технологии 5G;
- организацию систем безопасности и охраны с умным видеонаблюдением и специализированными датчиками, систем контроля доступа на объекты, документооборота, предотвращающих хищения и др.;
- мониторинг состояния техники и грузового транспорта: их положения, пройденного километража, уровня топлива, давления в шинах, загрузки, наработку моточасов, данных бортовых систем и др.;
- мониторинг местоположения работников, состояния их здоровья с помощью датчиков и сенсоров, вмонтированных в экипировку;
- дистанционное управление техникой и грузовым автотранспортом по беспроводному каналу связи с потоковым видео;

- автономное движение грузового транспорта, интегрированное в единую интеллектуальную систему предприятия с контролем наполненности кузова или вагона;

- контроль доступа персонала на участки проведения работ с видеокамерами и системы распознавания, сигнализации и аварийной остановки работ.

Основными направлениями промышленности на начальном этапе внедрения технологий на основе сети 5G будут являться добывающая промышленность и машиностроение.

В Республике Беларусь в 2020 г. появилось несколько фрагментов сети пятого поколения. В месторождении «Ситницкое» в Лунинецком районе для тестирования технологии отдан целый карьер, где работают два беспилотных «БелАЗа» грузоподъемностью 90 т и погрузчик.

Ожидаемый результат от внедрения технологий 5G в промышленности:

- повышение гибкости и эффективности отечественного производства;

- сокращение складских расходов;

- сокращение затрат времени на логистику;

- повышение качества продукции;

- повышение эффективности, безопасности персонала. Например, благодаря внедрению AR-технологий для обучения и ремонта на промышленном производстве производительность труда увеличиться до 50 %;

- в перспективе переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть вещей и услуг (ПоТ) (Индустрия 4.0).

Возможности технологических сетей 5G позволяют внедрять множество самых разных услуг на социально значимых и промышленных объектах с повышенными требованиями к безопасности и надежности. Трафик в промышленной (корпоративной) сети может быть полностью изолирован от трафика абонентов публичных сетей, при этом возможна полная интеграция с установленными ранее элементами ИКТ-инфраструктуры. Т. е. промышленность должна стать ключевой отраслью по внедрению технологии 5G в Республике Беларусь и ее «точкой роста» для экономики страны в целом.

Энергетика

Использование сетей 5G в отрасли энергетики позволит эффективно управлять распределением электроэнергии, собирать большие массивы данных с высокой скоростью и малыми задержками.

В энергетике Республики Беларусь, основными технологиями, совместное использование которых с сетями связи стандарта 5G обеспечит ускоренное развитие энергетической сферы, являются:

- применение технологии умных сетей: беспроводные 5G-сети помогут интегрировать ранее не подключенные устройства к умным электросетям, что позволит точнее прогнозировать потребности в электроэнергии;

- технологии удаленного мониторинга оборудования: 5G-сети позволяют поставщикам энергии получать данные оперативнее, в больших объемах и на более дальних расстояниях;

- технологии комплексного управления данными с использованием гибридных облачных приложений на микросервисной архитектуре, которые позволят не только поддерживать базы данных с большими объемами, но и работать с ними на более высоких скоростях;

- создание систем сверхудаленного продолжительного мониторинга, дистанционного зондирования и трансляции видеоданных в режиме реального времени на основе БПЛА;

- технологии, использующие «умные электрические сети» (Smart Grid), которые существенно повысят эффективность и точность автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии;

- управление электроснабжением с использованием блокчейн-платформы, которая включает умные приборы учета, передающие показания в информационно-вычислительный комплекс поставщика услуг и управляющей организации;

- использование технологии Network Slicing (позволяет на основе физической инфраструктуры сети создавать виртуальные экземпляры мобильной сети) для умного распределения нагрузки в электросетях.

Ожидаемые технологические инновации стандарта пятого поколения в сочетании с возможностями вышеназванных технологий позволят решить следующие задачи:

- оптимизация расходов конечных потребителей электричества за счет автоматизированных систем передачи показаний приборов учета;

- минимизация ущерба от утечек и несанкционированных подключений к электросети;

- самоконтроль и предоставление отчетов о любом участнике энергосети, доступность полной информации о произведенной и переданной электроэнергии с расчетом эффективности, потерь и экономической выгоды;

- повышение надежности сети, обеспечивающей незаметное для потребителя переключение его на другой источник при отказе текущего;

- повышение производительности сети в целом за счет уменьшения потерь в линиях передачи, оптимального распределения нагрузки, определения для крупных потребителей наиболее эффективных маршрутов подключения;

- повышение энергетической эффективности экономики страны в целом.

Для коммерческого использования в отрасли энергетики наиболее востребованными направлениями будут являться:

- взаимодействие умных измерительных приборов и устройств с системами сбора и хранения показаний, решения для автоматического выставления счетов потребителям;
- сбор и обработка данных со счетчиков электроэнергии, автоматизированные системы формирования счетов;
- сбор данных со счетчиков распределительных станций в режиме реального времени, принятие решений по генерации и энергоснабжению на их основе;
- обеспечение высокой надежности и малой задержки в управлении энергосистемами;
- мониторинг состояния линий электропередачи для оперативного выявления аварий и противоправных действий;
- оперативная организация полетов и использование доступных дронов различных владельцев в организации VSaaS-услуг.

Для успешного внедрения технологий 5G в энергетической сфере необходимо:

1) осуществить цифровизацию как основных, так и вспомогательных бизнес-процессов предприятий энергетической, газовой и торфяной отраслей, в том числе направленных на создание, модернизацию и развитие:

- автоматизации основных бизнес-процессов;
- автоматизированных систем управления технологическими процессами в области электро-, тепло-, и газоснабжения;
- автоматизированных систем управления распределительными электрическими сетями (элемент системы Smart Grid);
- автоматизированных систем контроля и учета ресурсов (электрической и тепловой энергии, природного газа);
- цифровых подстанций (элемент системы Smart Grid);
- электронных услуг в области электро-, тепло-, и газоснабжения потребителей;
- электронных платежей за потребленные услуги электро-, тепло- и газоснабжения;
- инструментов информационной безопасности, включая создание и модернизацию систем безопасности критически важных объектов информатизации;
- техническое переоснащение предприятий энергетической, газовой и торфяной отраслей в сфере информатизации, повышение цифровых компетенций работников;

2) унифицировать интерфейсы передачи данных от приборов учета к концентраторам и от концентраторов к системе обработки данных;

3) осуществление сквозной оптимизации, охватывающей генерацию, распределение, сбыт и потребление конечными пользователями, которая позволит достичь большего экономического эффекта;

4) оснащение беспилотных летательных аппаратов 5G-модулями, что позволит объединять беспилотники в сети синхронной работы, значительно повышая надежность их работы и безопасность полетов, а также упрощая согласования вылетов;

5) внедрение многоуровневых систем диспетчеризации показаний домовых приборов учета в многоквартирном фонде и у крупных промышленных потребителей.

Таким образом, от использования 5G-сетей энергетика получит ряд преимуществ. 5G-сети помогут управлять распределением электроэнергии эффективнее и собирать больше данных со скоростью до 20 Гбит/с с задержкой около 1 мс. Поставщики энергии смогут обработать огромные базы данных от интеллектуальных датчиков и эффективно перераспределить мощность потребителям. Кроме того, реализация Smart Grid на основе 5G позволит обеспечить эффективную модернизацию АСКУЭ за счет простого подключения новых источников генерации, более точных и повсеместных счетчиков потребления энергии. 5G без значительных дополнительных инвестиций в информационную инфраструктуру обеспечит меньшую задержку и передачу всех данных о генерации и распределении электроэнергии, временную синхронизацию в сети энергоснабжения.

Транспорт и логистика

Республика Беларусь имеет разветвленную сеть дорог и привязанную к ней сеть логистических центров. Внедрение технологий 5G в транспорт и логистику позволит сделать систему гибкой, быстро реагирующей на изменения рынка, устойчивой к влиянию факторов неопределенности, эффективной и конкурентоспособной.

Основными технологиями, совместное использование которых в Республике Беларусь обеспечит ускоренное развитие транспортной сферы, являются:

- использование дополненной реальности в логистических операциях. В распределительных центрах ускорить и упростить процесс сборки заказа можно будет благодаря использованию дополненной реальности, указывающей персоналу, например, местонахождение нужных товаров;

- эффективное управление терминальным трафиком на основе больших данных. Возможности сбора и анализа больших массивов данных на ограниченной территории и оптимизирует управление трафиком транспортных средств и грузов на терминалах – например, в крупных распределительных и логистических центрах и в портах;

- обеспечение сквозной видимости в цепях поставок. Благодаря возможностям технологии 5G можно отслеживать перемещения и осуществлять мониторинг состояния грузов любых габаритов (вплоть до микрочипов) в режиме реального времени – на уровне транспортного средства, а не на уровне отдельного товара;

- установка индивидуальных сенсоров на каждую посылку, каждый груз для отслеживания с помощью 5G таких показателей, как влажность и температура;

- точное планирование цепей поставок и предиктивная аналитика. Отслеживание активов в режиме реального времени повышает возможности предиктивной аналитики. Это позволит крупным производителям и логистическим операторам принимать решения на основе подробных данных – и более точно планировать сроки и объемы производства и своевременные поставки товаров;

- бесшовная интеграция потоков данных и обмен информацией между участниками логистической цепи. Сеть 5G может служить средством интеграции между внутренними и внешними процессами в распределительном центре (поскольку работает как внутри, так и вне зданий). Благодаря этому можно, например, запланировать отгрузку товара, который еще находится в пути, но поступит на склад в течение определенного времени;

- создание интеллектуальной логистической базы, оснащенной автоматизированными системами (AS / RS, miniload, SCS, беспилотными погрузчиками и AGV);

- использование систем WMS для эффективного управления складскими процессами, оптимизации процедур приемки, размещения, хранения, обработки и отгрузки товаров на хранилищах разного типа;

- использование систем управления беспилотными промышленными автомобилями;

- интеллектуализация охраны в логистических центрах. Интеллектуальный анализ видео стал реальностью благодаря достижениям в области больших данных и технологий искусственного интеллекта, особенно компьютерного зрения;

- технологии доставки груза беспилотными летательными аппаратами и автомобилями.

В 2020 г. в «Великом камне» начали внедрять Национальную систему электронной логистики с использованием 5G. Это позволило обеспечить цифровизацию взаимодействия в цепочках поставок, создаст условия для его ускорения и внедрения электронного документооборота.

Ожидаемые технологические инновации стандарта пятого поколения в сочетании с возможностями вышеназванных технологий позволят решить следующие задачи:

- сквозной контроль положения и состояния грузов на всем пути;
- оптимизация работы систем транспортировки и складского хозяйства;
- снижение стоимости содержания складов и систем транспортировки;
- увеличение скорости доставки грузов;
- сокращение затрат на персонал и связанные издержки;
- повышение уровня безопасности транспортировки и хранения.

Для коммерческого использования в транспортной и логистической сфере наиболее востребованными направлениями будут являться:

- отслеживание грузов и транспортных средств с подключением к датчикам и системам навигации;
- движение беспилотных грузовиков на дорогах общего пользования;
- отслеживание персонала и мест размещения товаров на складе;
- автоматическая комплектация заказа и перемещение грузов по складу;
- сортировка и отслеживание грузов на базе видео аналитики;
- отслеживание персонала аэропорта, грузов и транспортных средств с подключением к датчикам и системам навигации. Оптимизация графика вылета / посадки воздушных судов;
- управление перемещением багажа, движением аэродромного транспорта и беспилотной техники, для обслуживания и уборки;
- распознавание пассажиров, оставленного багажа, предиктивный анализ нештатных ситуаций в аэропорте;
- передвижение беспилотного автотранспорта в аэропорту;
- высокоскоростные радиосети передачи данных для автоматизации систем аэропорта.

Для внедрения технологий 5G в транспортную и логистическую сферу необходимо:

- провести комплексную цифровую трансформацию, несмотря на разнородность процессов и обеспечивающих систем в отрасли транспорта и логистики;

– снять ограничений с использования технологий интернета вещей. Благодаря поддержке одновременного подключения большого количества устройств без ухудшения качества соединения, 5G обеспечит слаженную работу всех беспилотных, удаленно управляемых и подключенных механизмов на автоматизированных складских и производственных объектах;

– использовать более гибкие интеллектуальные транспортеры, которые обладают различными технологиями слияния датчиков, более мощным вычислительным мозгом, способностью более автономно получать карту окружающей среды, и через вычисления в реальном времени получать полное позиционирование карты, автономное планирование пути, способность автономно и интеллектуально избегать препятствия, так же умно, как человек к целевому месту, в настоящее время является наиболее технологически продвинутым мобильным роботом;

– создать единую информационную платформу транспортной деятельности, которая будет выступать доверенной информационной средой для обеспечения обмена информацией между всеми участниками транспортной и логистической деятельности и заинтересованными государственными органами;

- провести цифровизацию объектов транспортной инфраструктуры;

- обеспечить подготовку и повышение квалификации кадров в транспортной и логистической деятельности, развитие научных исследований, ориентированных на цифровые технологии.

Таким образом, технология связи 5G принесет следующие изменения в логистическую отрасль:

- более широкое использование интеллектуального оборудования и сооружений – беспилотные автомобили, дроны, складские роботы и т. д., что повышает эффективность работы человека;

- взаимосвязь людей с транспортными средствами, товарами и складами: технологии интернета вещей и искусственного интеллекта позволят антропоморфизировать транспортные средства, товары и склады и связать их с человеческим общением для более эффективного взаимодействия;

- динамичные, прозрачные и интеллектуальные услуги.

Применение искусственного интеллекта в отрасли транспорта и логистики позволит до 40 % сократить расходы на логистические операции в связи с их автоматизацией, до 50 % снизить уровень заторов и до 8,2 % снизить ДТП на дорогах, до 25 % повысить производительность специализированной техники.

Внедрение системы отслеживания и перемещения грузов позволит снизить стоимость перевозок до 15–20 %.

Сельское хозяйство

Использование сетей 5G в сельском хозяйстве позволит внедрить новые сервисы, связанные с технологиями «умного земледелия» и «умного животноводства». Выбор этих направлений определяется высокой степенью развития земледелия, животноводства и производства молочной продукции в Республике Беларусь и высокими мировыми рейтингами.

Наиболее востребованными направлениями для внедрения технологий на основе сетей связи пятого поколения в среднесрочной перспективе могут быть:

- сбор данных об эксплуатации техники и состоянии почв, оптимизация процессов, контроль сбора урожая, экономия ресурсов техники на их основе с применением облачных сервисов;

- дистанционное управление сельхозтехникой на базе беспилотной техники для посева, культивации и сбора урожая;

- видеонаблюдение, анализ состояния полей, высокоточное внесение удобрений и обработка пестицидами с дронов;

- сбор и обработка данных о состоянии скота: реализация в виде облачных сервисов для фермерских хозяйств;

- мониторинг состояния и уход за животными на основе машинного распознавания видео;

– развитие систем прослеживаемости и контроля качества на основе применения в них блокчейн-технологий.

С развитием технологий в сельском хозяйстве и реализации сервисов предусматривается интеграция цифровизации растениеводства, животноводства, управления и продаж на базе экономического цифрового двойника предприятий.

Для успешной внедрения сетей связи пятого поколения в сельском хозяйстве Республики Беларусь необходимо обеспечить:

– нормативное правовое регулирование реализации указанных выше технологий в сельском хозяйстве;

– совершенствование структуры материально-технической базы, повышение ее технического уровня, создание комплекса машин не только для отдельных технологий, но и для определенных типов хозяйств;

– создание образцов автоматических транспортных средств, беспилотных летательных аппаратов, робототехнического оборудования для решения различного рода сельскохозяйственных задач;

– наличие развернутой информационно-коммуникационной инфраструктуры на основе сети связи 5G с учетом обеспечения непрерывности и надежности передачи данных;

– создание цифровых карт сельхозугодий и транспортных коммуникаций;

– подготовку специалистов для управления беспилотными летательными аппаратами, расшифровки полученных данных (термограмм, расчета вегетационного индекса NDVI и др.) и умеющих пользоваться ими на практике (сколько вносить удобрений на участках, как поливать растения и т. д.);

– подготовку специалистов для технического сопровождения функционирования программного обеспечения, робототехнического оборудования, информационных систем и платформенных решений;

– проведение объективной оценки экономической целесообразности. Целесообразным сценарием внедрения технологий на основе сетей связи 5G является реализация пилотных проектов в отдельных сельскохозяйственных предприятиях, а затем, при наличии положительного эффекта, дальнейшее масштабирование проектов.

Наиболее приоритетной для внедрения в Республике Беларусь в настоящее время и на ближайшую перспективу является технология «точного земледелия». В настоящее время реализуется «проект будущего» «Точное земледелие». Правительством утвержден план мероприятий по реализации комплексного проекта будущего «Точное земледелие». В рамках его Минсельхозпродом совместно с другими заинтересованными организациями создается типовая цифровая платформа с одноименным названием. Она направлена на объединение разрозненных элементов системы точного земледелия в единый программно-аппаратный комплекс.

Внедрение цифровых решений в животноводстве позволяет осуществлять постоянный мониторинг состояния животных, оптимизировать их кормление и уход, а также автоматизировать процессы доения и содержания скота. В результате повышается продуктивность стада, снижаются затраты и улучшается качество производимой продукции.

Строительная отрасль

Применение технологий на основе сетей 5G в строительстве позволит существенно расширить масштабы цифровизации строительных процессов: кратное увеличение количества датчиков и сенсоров на строительной площадке, строительной технике, включение их в единую систему всех средств контроля и наблюдения, открывает новые возможности автоматизации, роботизации и оптимизации стройки. Технологии на основе сетей 5G обеспечивают недостижимые ранее прозрачность, контроль ресурсов и работ, точное соответствие проектной документации, гибкость изменений технологий и конструкций в ходе строительства.

Основными технологиями, совместное использование которых с сетями связи стандарта 5G обеспечат ускоренное развитие сферы строительства в Республике Беларусь, являются:

- управление техникой на стройплощадке с применением портативных видеокамер, датчиков и сенсоров в системе видеонаблюдения и передачи видеоданных по 5G на стройплощадке;

- использование виртуальной и дополненной реальности в строительстве (объединение видеоданных о строительстве со стационарных камер на площадке, портативных камер на БПЛА и очках дополненной реальности в единой виртуальной сети 5G);

- технологии умного строительства с применением массы датчиков, сенсоров, систем видеонаблюдения, мониторинга процессов строительства, происходящего практически автоматически с использованием цифровых моделей объектов и процессов.

Ожидаемые технологические инновации стандарта пятого поколения в сочетании с возможностями вышеназванных технологий позволяют решить следующие задачи:

- широкое внедрение BIM-технологий в проектировании;
- уменьшение потребления энергии и ГСМ строительной техникой;
- повышение контроля расходования стройматериалов;
- внедрение автономной строительной техники;
- внедрение виртуальной и дополненной реальности в строительстве AR / VR;
- повышение контроля положения, загруженности, активности техники и персонала;
- повышение производительности труда;

- повышение контроля соответствия проектной и сметной документации;

- повышение безопасности строительных работ.

Для коммерческого использования в отрасли строительстве наиболее востребованными направлениями будут являться:

- сбор, обработка и анализ данных с датчиков на технических средствах (о местоположении, техсостоянии, объемах и расходе ГСМ, а также данных объема работ, моточасов, пробега);

- управление тяжелой техникой, строительными кранами из информационного центра на площадке, при особо сложных работах – из удаленных центров высококвалифицированным персоналом;

- автопилотируемая техника для доставки стройматериалов в пределах стройплощадки, автоматические погрузчики, роботизация части работ, например, укладки кирпича;

- цифровой двойник объекта, обеспечивающий – демонстрацию будущего строительного объекта на этапе заключения инвестиционных договоров, а также оперативное информирование персонала о скрытых коммуникациях при производстве работ;

- системы обзорных видеокамер для визуального контроля исполнения строительства и соответствия проекту;

- дроны для наглядного обзора и демонстрации крупных строительных объектов, создания и наложения 3D-изображений дополненной реальности;

- высокоскоростные сети передачи данных на объектах, оперативная организация виртуальных сетей для увеличения скорости передачи;

- создание цифровой модели объекта для контроля и управления работами, прогнозирования рисков и информирования;

- организация высокоскоростных сетей передачи данных на объектах, а также быстрое развертывание частных сетей.

При этом для успешной реализации технологий на основе сетей 5G в строительной сфере необходимо:

- осуществить переход на электронное взаимодействие участников инвестиционно-строительного процесса;

- создание единого информационного пространства отрасли на базе Госстройпортала (отраслевой цифровой платформы), в том числе в целях ведения инвестиционных проектов в строительстве;

- организовать сбор и хранение информации о текущем и перспективном состоянии объектов строительства на любом этапе их жизненного цикла;

- сформировать банк данных по ценам на продукцию, используемую в строительстве и т. д.;

- перевести в электронную форму административные процедуры, сопровождающие строительную деятельность;

- осуществить полноценный переход к применению технологий информационного моделирования зданий (Building Information Modeling –

ВІМ-технологии), включая разработку средств автоматизации сметно-экономических расчетов, в том числе с использованием технологий облачных вычислений;

- использование высокоскоростной частной виртуальной сети 5G для передачи данных между устройствами, единого физического или виртуального центра управления;

- внедрять 3D-модель объекта на всех этапах для контроля соответствия документации.

Одно из важных направлений цифровизации в строительстве, это использование технологии информационного моделирования в строительстве (ВІМ-технологии). Они позволяют сделать процесс строительства прозрачным и понятным исполнителю и заказчику. С помощью технологий и те и другие видят актуальные данные об объекте строительства на каждом этапе его жизненного цикла. Также ВІМ-технологии помогают получить цифровую модель, которая проходит все стадии жизненного цикла – от идеи создания здания до его реконструкции или демонтажа. Более того, согласно международным исследованиям, внедрение цифровых технологий в сфере строительства имеет серьезный экономический эффект: сокращает сроки проектирования на 20 % и на столько же удешевляет стоимость проектных работ. Еще в 2019 г. в ОАО «Гомельский ДСК» проходил пилотный проект строительства с использованием цифровых технологий.

В Республике Беларусь уже есть предприятия, которые активно используют технологию ВІМ. В их числе – Республиканское дочернее унитарное предприятие «Белоруснефть-Нефтехимпроект». В 2020 г. предприятие разработало проект автозаправочной станции с применением технологии информационного моделирования. Основой объекта стала трехмерная информационная модель, на базе которой организована работа инвестора, заказчика, генпроектировщика и эксплуатирующей организации, то есть весь жизненный цикл объекта строительства. Также сюда относятся ОАО «Белгоспроект», ОДО «ЭНЭКА», частное торговое унитарное предприятие «Главтелеком», ООО «КЖ-проект» и др.

Основные преимущества применения 5G в строительной отрасли:

- работа без рисков вреда жизни и здоровью людей;
- сокращение расходов доставки операторов на площадку;
- автономная работа техники на площадках, труднодоступных для людей;
- найм квалифицированных операторов только для работ особой точности;
- инструментальный контроль перемещенных материалов и выработок;
- экономия сверхурочных за работу ночью и в выходные дни;
- повышение привлекательности объекта при 3D-демонстрациях инвесторам;
- доверие инвесторов, наглядно видящих динамику и прогресс работ с наложением на 3D-модели, отражающие плановый ход строительства;

- снижение затрат на корректировку проектной документации;
- повышение контроля соответствия проекту, оперативности выявления ошибок и решений об изменениях;
- снижение риска повреждения скрытых коммуникаций;
- повышение информированности руководителей о ходе работ;
- повышение производительности труда;
- снижение временных затрат от простоев техники и отсутствия материалов;
- повышение уровня контроля расходования строительных материалов и ГСМ;
- повышение уровня безопасности строительных работ;
- снижение риска недовольства жителей соседних территорий ухудшением экологической обстановки.

Финансовая сфера

Развитие цифровых услуг и сервисов в финансовой сфере будет осуществляться эволюционным путем, последовательно используя потенциал сетей связи предыдущего поколения. Сети 5G станут тем механизмом, который поможет масштабировать большинство сквозных цифровых технологий в финансовой сфере и ускорить реализацию конкретных 5G-решений в других секторах экономики. Для Республики Беларусь представляется целесообразным развертывание сетей связи 5G осуществлять параллельно с развитием цифровых финансовых сервисов, основанных на технологиях искусственного интеллекта и больших данных, роботизации и интернета вещей. На начальных этапах развертывания сетей 5G это обеспечит дальнейшее развитие цифрового банкинга, повысит доступность финансовых услуг, сделает их безопаснее и удобнее.

Основными технологиями, совместное использование которых с сетями связи стандарта 5G, обеспечит развитие финансовой сферы Республики Беларусь, являются:

- технологии больших данных. Использование технологии больших данных позволяет объективно и оперативно определять кредитоспособность клиентов, оптимизировать затраты в банковских структурах, управлять рисками и обеспечивать финансовую безопасность банковских организаций;
- нейросети и искусственный интеллект, включая компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, систему поддержки принятия решений и др. В сочетании с технологиями больших данных искусственный интеллект повышает уровень бизнес-аналитики, позволяет не только определить возможные риски финансовой деятельности, но и предложить варианты их снижения, а в управлении персоналом определить эффективность работы сотрудников и предложить мотивационные методы увеличения производительности их труда;

– роботизация (Robotic Process Automation – роботизированная автоматизация процессов). Применение программных роботов для их автоматизации позволяет снизить издержки финансовой организации, освободить персонал для выполнения более сложной интеллектуальной работы, сократить время ожидания финансовой услуги;

– виртуальная и дополненная реальность. К основным направлениям применения VR / AR в финансовой сфере относятся: VR-трейдинг, VR-платежи, VR-отделения финансовых организаций, обслуживание и привлечение клиентов, безопасность данных, обучение персонала и пр. В перспективе применение VR- / AR-технологии предоставит возможность как корпоративным, так и частным клиентам создавать собственную безопасную онлайн-среду, в которой они смогут управлять своими деньгами и инвестициями, и совершать транзакции;

– интернет вещей. Благодаря интернету вещей и его интеллектуальной связи между устройствами клиенты могут беспрепятственно совершать бесконтактные платежи за считанные секунды. Для финансовых организаций технология интернета вещей обеспечивает управление рисками, процессами авторизации (биометрические датчики) и предоставляет доступ к множеству платформ. Интеграция 5G с интернетом вещей обеспечит создание взаимосвязанных финансовых экосистем. Например, «умные» банкоматы могут использовать 5G для связи с другими устройствами и предоставлять клиентам персонализированные услуги;

– блокчейн. Блокчейн чаще всего используется с целью ускорения транзакций, их удешевления, повышения их безопасности, а также предлагает возможности автоматизации с помощью смарт-контрактов, которые в большей степени зашифрованы, неизменяемы и необратимы.

31 января 2024 г. Правлением Национального банка Республики Беларусь одобрена Концепция цифрового белорусского рубля (ЦБР) и принято решение о начале разработки платформы ЦБР на открытом блокчейне.

Ожидаемые технологические инновации стандарта пятого поколения в сочетании с возможностями вышеназванных технологий позволят решить следующие задачи:

- повысить доступность финансовых услуг;
- повысить качество обслуживания клиентов;
- оптимизировать все финансовые процессы;
- разработать и внедрить новые финансовые продукты;
- обеспечить безопасность платежей;
- снизить уровень некорректных действий и ошибок персонала;
- создать финансовую экосистему;
- повысить лояльность клиентов персонализацией предложений;
- снизить затраты на персонал и связанные издержки.

Для коммерческого использования в финансовой сфере Республики Беларусь наиболее востребованными сервисами будут являться:

- бесконтактные сервисы оплаты и сервисы по оплате покупок с помощью биометрии;
- контроллеры транзакций;
- создание персонализированных предложений;
- распознавание клиентов, видеоконтроль качества оказываемых услуг и очередей;
- онлайн-консультирование.

Для успешного внедрения технологий на основе сетей 5G в финансовой сфере необходимо:

- развитие инфраструктуры 5G и связанной с ней экосистемы, а также обеспечение равного совместного доступа к ней всех участников финансового рынка;
- развитие финансовых технологий и инструментов поддержки отечественных компаний, являющихся центрами компетенций в сфере цифровых и иных сквозных технологий;
- создание системы защиты персональных и бизнес-данных, охраны объектов интеллектуальной собственности;
- изменение подходов к регулированию деятельности операторов (прежде всего, в части лицензирования их деятельности), ликвидация правовых барьеров, препятствующих внедрению передовых технологий и развитию финансово-технической сферы;
- обеспечение совместимости национальных платежных систем с системами других стран, а также обеспечение независимости их платежного пространства от внешних факторов;
- дальнейшее развитие навыков и умений, необходимых для создания цифровых решений, а также навыков, связанных с потреблением и использованием новых цифровых продуктов и проектов;
- изменение бизнес-процессов финансовых организаций, разработка ими цифровых стратегий.

В случае внедрения технологии 5G в Республике Беларусь, основными результатами от применения 5G в финансовой сфере, будут являться:

- появление новых продуктов в сфере кредитования, а также улучшение скорости и точности решений о предоставлении займов;
- повышение эффективности платежей, осуществляемых через носимые и подключенные к IoT-устройства;
- повышение привлекательности цифрового банкинга, за счет сокращения времени отклика;
- повышение эффективности противодействия мошенничеству;
- повышение качества обслуживания клиентов;
- расширение и развитие персонализированных предложений;
- ускорение процесса одобрения кредитов, улучшение клиентского опыта и улучшение коммуникации между заемщиками и кредиторами;
- снижение расходов и рост прибыли банков.

Торговля

Внедрение технологий на основе сетей 5G в торговле позволит повысить качество обслуживания клиентов, снизит нагрузку на персонал, позволит оптимизировать бизнес-процессы за счет онлайн-аналитики, привлечет новую аудиторию на торговые площадки.

Цифровая трансформация торговли Республики Беларусь до 2035 г. предусматривается по таким направлениям как:

- развитие технологий обработки «больших данных», для анализа информации о потребительском поведении, товарных запасах, логистических цепочках и др.;
- внедрение современных форм обслуживания: бесконтактные и мобильные платежи, автоматизированные расчеты за покупки при помощи электронных устройств;
- активное использование технологий штриховой и радиочастотной идентификации товаров, цифровых приложений для работы контрольно-кассового оборудования в онлайн-режиме;
- совершенствование технологий государственных закупок, переход к полномасштабному использованию электронных торговых площадок, безбумажному документообороту;
- развитие интернет-торговли.

Реализация намеченных мер позволит повысить долю интернет-торговли в розничном товарообороте организаций торговли с 3,4 % в 2017 г. до 20 % в 2035 г.

К числу процессов в розничной и оптовой торговле, которые в наибольшей степени, нуждаются в цифровизации с поддержкой 5G относятся:

- финансовые операций (дистанционная оплата, кассы самообслуживания и т. п.);
- доставка товаров от продавца (маркетплейса) до покупателя (курьерская, летательными аппаратами);
- информационная коммуникация с покупателем (сопровождение от появления интереса к торговой марке / товару, до совершения покупки);
- изучение «портрета» потенциальных покупателей;
- распространение рекламы (в торговом зале, в сети Интернет, наружная реклама);
- дистанционная торговля через инфокоммуникационные системы;
- операционная эффективность торгового бизнеса (логистика, контроль поставок, контроль работы систем безопасности и ИТ-инфраструктуры).

Наиболее перспективными технологиями, совместное использование которых с сетями связи стандарта 5G обеспечит цифровизацию вышеперечисленных процессов и ускоренное развитие торгового бизнеса для нашей страны, являются:

1) интернет вещей. Росту использования IoT в торговых организациях при совместном использовании с сетями связи 5G в Республике Беларусь будут способствовать следующие факторы:

- экспоненциальный рост данных, генерируемых интеллектуальными устройствами, и, как следствие, поиск новых способов их анализа;
- рост инвестиций и расходов на аналитику при сетевой инфраструктуре 5G и, следовательно, желание их снизить;
- простота применения потребительских устройств и, как следствие, рост использования платформ цифровой торговли;

2) технологии дополненной, смешанной и виртуальной реальности;

3) искусственный интеллект, машинное обучение, передача и хранение высококачественных видеопотоков в условиях неопределенности, вызванной изменением поведения потребителей, высокой конкуренцией и дефицитом персонала, позволят торговым предприятиям расширить масштабы решаемых задач по анализу растущей аудитории, персонализации, оптимизации ценообразования, закупок и запасов, а также выведению на новый уровень планирования рабочего времени персонала и снижению потерь и трудозатрат.

Ожидаемые технологические инновации 5G в сочетании с возможностями вышеназванных технологий также позволят решить следующие задачи:

- повысить качество обслуживания покупателей;
- оптимизировать все торговые процессы и пространства;
- обеспечить максимальный контроль ассортимента;
- уменьшить время ожидания в очереди в примерочных и на кассе;
- понизить уровень ошибок персонала;
- повысить лояльность покупателей персонификацией предложений;
- снизить затраты на персонал, информирование, электроэнергию и другие ресурсы.

Для коммерческого использования в сфере торговли Республики Беларусь наиболее востребованными направлениями будут являться:

- контроль качества и количества товара на полках, очередей, контроль реакций персонала, уровня сервиса, исправления недочетов;
- создание персонализированных предложений;
- ориентирование в супермаркетах, интеллектуальная таргетированная и персонифицированная реклама;
- поиск покупателем товара на полках, поиск и анализ товара продавцом в зале, на складе;
- отслеживание и анализ передвижения покупателей, оптимизация торгового пространства;

- роботы-консультанты, роботизация перемещения и раскладки товаров;

- распознавание покупателей, видеоконтроль качества и количества товара на полках, исключение дефицита и очередей;

- управление доставкой товаров.

Для внедрения технологий на основе сетей 5G в торговле необходимо:

- развитие инфраструктуры 5G и связанной с ней экосистемы, а также обеспечение равного совместного доступа к ней всех участников торгового рынка;

- создание системы защиты персональных и бизнес-данных, охраны объектов интеллектуальной собственности;

- изменение подходов к регулированию деятельности операторов (прежде всего, в части лицензирования их деятельности), формирование специальной правовой базы для регулирования электронной торговли;

- дальнейшее развитие навыков и умений, необходимых для создания цифровых решений, а также навыков, связанных с потреблением и использованием новых цифровых продуктов и проектов;

- изменение бизнес-процессов торговых организаций, разработка ими цифровых стратегий.

Основные преимущества от применения внедрения 5G в торговле:

- повышение качества обслуживания клиентов;

- снижение нагрузки на персонал;

- оптимизация торговой площадки на основе анализа передвижений;

- оптимизация бизнес-процессов за счет онлайн-аналитики;

- расширение и развитие персонализированных предложений;

- привлечение новой аудитории на торговые площадки;

- развитие интернет и онлайн-торговли;

- рост выручки магазинов в интернете;

- снижение расходов на персонал и торговые площади.

Внедрение 5G позволит увеличить объем продаж в торговой сфере с 2023 г. до 2025 г. на 1 198 млрд долл. США. Объем выручки увеличится на 3–5 %, рентабельность продаж – на 4–6 %. Основными источниками увеличения выручки будут являться расширенные возможности партнерских программ, улучшения стратегии ценообразования и продвижения, более четкое планирование спроса. Увеличение рентабельности будет осуществляться через сокращение расходов на эксплуатацию магазина, оптимизацию цепочки поставок и мерчендайзинга.

Сфера отдыха и туризма

Внедрение технологий на основе сетей 5G в сфере отдыха и туризма обеспечит повышение качества туристических услуг, содействие устойчивому развитию небольших туристических городов, повысит

узнаваемость местных предприятий, посредством рекламы своих услуг и продукции туристам.

Основными технологиями, которые обеспечат развитие сферы отдыха и туризма в Республике Беларусь, являются следующие:

- интернет вещей и платформенные решения на основе BigData и искусственного интеллекта обеспечит мониторинг состояния туристических объектов для обеспечения их сохранности и оптимизации количества посетителей;

- аналитика 5G, работающая в режиме реального времени, позволит оптимизировать маршруты посетителей для сохранности архитектурных сооружений, поддержания оптимальной загруженности объектов;

- технологии виртуальной и дополненной реальности, которые обеспечат виртуальное погружение в различные эпохи, покажут восстановленные фрагменты разрушенных сооружений и объектов, предоставят дополнительную информацию. Такие технологии сформируют персонифицированный опыт и повысят качество восприятия туристических объектов;

- потоковая передача видео в высоком разрешении в режиме реального времени обеспечит туристов всей необходимой информацией на территории туристических объектов или прилегающей инфраструктуры;

- искусственный интеллект и машинное обучение обеспечат предоставление сервиса и услуг, персонально адаптированных для отдыхающих;

- интернет вещей совместно с искусственным интеллектом и машинным обучением обеспечат работу автогидов, умных роботов, чтобы сделать приятным посещение музеев и отдых в гостиницах.

В Республике Беларусь уже проводятся мероприятия в рамках цифровизации сферы туризма.

Так с 1 января 2023 г. действует новый Закон «О туризме», одним из новшеств которого является аттестация мобильного приложения как аудиогиды для экскурсий по внутренним туристическим маршрутам Республики Беларусь

В Витебской области в 2021–2023 гг. был реализован пилотный проект «Васильковый край», в основе которого лежало создание мобильного приложения туристических возможностей Витебского региона «Васильковый край – Life», которое включает в себя города, маршруты, объекты туристической индустрии, а также брендирование территорий: нанесение изображения василька (цифрового контента – QR-код «Васильковый гид») на ключевые туристические объекты.

Ожидаемые технологические инновации стандарта пятого поколения в сочетании с возможностями вышеназванных технологий позволят решить следующие задачи:

- повысить качество отдыха и туризма;
- обеспечить большую сохранность туристических объектов;

- обеспечить более глубокий персонифицированный туристический опыт;
- разработать и внедрить новые познавательные AR- / VR-продукты;
- оптимизировать все процессы управления туристической инфраструктурой;
- повысить уровень безопасности на туристических объектах; - снизить затраты на персонал и связанные издержки.

В области историко-культурного, экологического туризма и отдыха для Республики Беларусь, наиболее оптимальными сервисами при наличии сетей связи 5G будут следующие:

- виртуальное погружение, связанное с туристическими объектами. Например, увидеть, как выглядели замки, находящиеся на территории Республики Беларусь в различные эпохи, как менялся быт, мастерство жителей замка и прилегающих территорий;

- приложения, обеспечивающие в режиме реального времени всей необходимой информацией на территории туристических объектов или прилегающей инфраструктуры. Такое приложение будет полезно, например, для оптимального планирования в переменных погодных условиях посещения замков и природных туристических объектов (экотроп) Республики Беларусь;

- потоковая передача видео в высоком разрешении на территории гостиничных комплексов и зон отдыха;

- автогиды и «умные роботы».

Для внедрения технологий на основе сетей 5G в сфере отдыха и туризма потребуется:

- разработка новых методов демонстрации туристических объектов с использованием иммерсивных технологий и создание необходимого для них контента;

- создание платформенных решений для объединения предложений и услуг в туристическом бизнесе и сфере отдыха, а также для анализа параметров систем интернета вещей туристической инфраструктуры;

- создание системы защиты конфиденциальной информации и персонифицированной информации, охраны объектов интеллектуальной собственности.

Основные преимущества от применения 5G в сфере отдыха и туризма:

- повышение качества туристических услуг посредством поддержания взаимодействия с туристом на всех этапах поездки (планирование, в течение и после поездки) по нескольким каналам, а также на основании постоянной оценки обратной связи и цифрового взаимодействия онлайн-поведения туристов;

- обеспечение большей безопасности и комфорта отдыха: понимание и управление туристическими потоками на туристических объектах, борьба с перенасыщением и забота об отдыхе туристов, а также адаптация туристических ресурсов к текущим и будущим потребностям посетителей,

поскольку собранные платформой данные обеспечат аналитической информацией о погоде, альтернативных маршрутах, парковочных местах и лучшем варианте общественного транспорта;

- содействие устойчивому развитию культурных объектов с точки зрения экологических, экономических, культурных аспектов и безопасности;

- улучшение гостиничных сетей, снижение эксплуатационных расходов и повышение уровня безопасности отелей;

- развитие небольших туристических городов (туристические направления, популярные только на местном уровне, могут увеличить свою долю на рынке и привлечь больше туристов);

- повышение узнаваемости местных предприятий, посредством рекламы своих услуг и продукции туристам, оптимизация цифровых каналов продаж и продвижения, а также электронной коммерции предприятий туристического сектора.

Таким образом, ожидается, что 5G будет способствовать повышению привлекательности и большей сохранности туристических объектов.

Жилищно-коммунальное хозяйство

Внедрение технологий на основе сетей 5G в ЖКХ обеспечит повышение качества и комфорта жизни населения, оптимизацию работы коммунальных служб.

Основными технологиями, которые обеспечивают развитие ЖКХ, являются следующие:

- интернет вещей и платформенные решения обеспечат мониторинг показаний датчиков, необходимых для контроля ресурсопотребления в ЖКХ Республики Беларусь;

- аналитика 5G с использованием систем искусственного интеллекта позволит на основе мониторинга показаний датчиков обеспечить бесперебойную подачу ресурсов пользователям, уменьшение загрязняющих выбросов, а также экономию ресурсов;

- технологии виртуальной и дополненной реальности, для создания цифровой копии города. Это необходимо для прогнозирования различных событий, начиная с природных катастроф, вызванных аварийными ситуациями в системах распределения и потребления ресурсов, заканчивая распространением вирусов. В цифровой модели учтены количество жителей, потребление ресурсов, изменение климата и множество других факторов, способных повлиять на жизнь горожан;

- интернет вещей совместно с искусственным интеллектом и машинным обучением обеспечит работу беспилотной коммунальной техники.

Ожидаемые технологические инновации технологии 5G в сочетании с возможностями вышеперечисленных технологий позволят решить следующие задачи:

- повысить надежность каналов предоставления ресурсов, например, обеспечив незаметное для потребителя переключение его на другой источник при отказе текущего в сетях электроэнергетики;
- предоставить пользователям удобный контроль над потреблением коммунальных услуг через личные кабинеты и сервисы;
- обеспечить для служб ЖКХ возможность контроля и экономии ресурсов, сократив неконтролируемый расход воды, газа, тепла и электроэнергии;
- обеспечить превентивные меры по выявлению и устранению аварий;
- повысить оперативность реагирования на внештатные ситуации;
- оптимизировать комплекс ресурсосберегающих технологий;
- обеспечить оптимальный уровень наружного освещения;
- снизить затраты на персонал и связанные издержки.

В Республике Беларусь активно развивается государственная информационная система «Жилищно-коммунальное хозяйство», объединяющая ряд информационных систем и картографических ресурсов, которые предлагают сервисы гражданам, бизнесу и государству. К ним относятся такие сервисы как удаленное снятие показателей потребленной энергии, оплата за услуги посредством единого расчетного и информационного пространства (ЕРИП), мониторинг состояния объектов с использованием датчиков или видеокамер, датчики наполнения мусорных контейнеров и открытых люков и т. д. Созданы и продолжают развиваться пилотные зоны цифровизации в таких городах как Минск, Орша, Несвиж, Глубокое.

Вместе с цифровыми сервисами внедряются платформы «умный город», в которых предусмотрены мобильное приложение для доступа к городским сервисам жителей и гостей города, а также программно-аппаратный комплекс, включающий системы администрирования и личные кабинеты. Разработанные цифровые платформы в рамках проекта «умный город» удовлетворяют принципам масштабирования, т. е. возможностям подключения новых сервисов и организаций.

В настоящее время сбор показаний с датчиков контроля расходов воды, газа и др., установленных непосредственно в каждой квартире. В дальнейшем с ростом строительства и увеличением количества датчиков и передаваемой информации, например, в густонаселенных районах со значительным увеличением количества сервисов и собираемой информации данные средства могут не справиться и возникнет вопрос о переходе на более высокоскоростной формат технологий 5G. В связи с этим в настоящее время, в рамках реализации проектов «умный город» целесообразно предусмотреть:

- платформенные решения для Smart Grid. В разрабатываемых платформенных решениях, например, в г. Орша, г. Полоцк, предусмотреть возможность взаимодействия с IoT на основе 5G;

- автоматизацию системы сбора, передачи и обработки данных на платформе с приборов коммунального учета ресурсов;

- систему сбора данных с датчиков и устройств для обустройства прилегающих территорий (например, «умные сети наружного освещения», заполненности мусорных контейнеров и т. д.);

- условия для работы беспилотной коммунальной техники.

Для успешного внедрения технологий на основе сетей 5G в ЖКХ потребуется:

- развитие инфраструктуры 5G и связанной с ней экосистемы, а также доступа к ней всех заинтересованных (пользователей, служб ЖКХ и т. д.);

- развитие платформенных решений для сбора, обработки и хранения данных систем интернета вещей в ЖКХ;

- развитие системы защиты конфиденциальной информации и персонифицированной информации;

- изменение хозяйственных и бизнес-процессов в районах ЖКХ.

Основные существующие или ожидаемые выгоды от применения 5G в ЖКХ:

- повышение качества, комфорта и безопасности жизни населения;

- снижение потребления ресурсов (электроэнергии до 40 %, воды до 30 %);

- снижение расходов на обслуживание в «умных зданиях» на 10–30 % и на прилегающих территориях;

- оптимизация работы служб ЖКХ.

Образование

Образование в Республике Беларусь отличается качеством и доступностью. Для обеспечения доступа учащихся к уникальному дорогостоящему оборудованию создаются центры компетенций и ресурсные центры, на базе которых реализуется сетевое обучение, т. е. практическая часть образовательной программы для обучающихся нескольких учреждений образования.

Одним из направлений цифровизации образования Республики Беларусь до 2035 г. является цифровизация профессионального образования, включая внедрение онлайн-обучения и систем разноскоростного обучения.

Основными технологиями, которые обеспечит развитие системы образования, являются:

- потоковая передача видео в высоком разрешении с поддержкой 5G позволит преподавателям включать в свои уроки мультимедийный контент, обратную связь в режиме реального времени и интерактивные онлайн-

мероприятия, что повышает качество образования. Интерактивность, дистанционность (отсутствие привязанности к традиционной аудитории) очень важно для учащихся и студентов, которые учатся дома или в отдаленных районах;

- технологии AR / VR повысят качество образования за счет наглядности и вовлеченности в изучаемый процесс, а именно взаимодействие обучающихся с предметами в виртуальном пространстве или участие их в важных исторических событиях;

- отсутствие внешних раздражителей безопасности, т. е. возможности без каких-либо рисков проводить сложные операции, оттачивать навыки управления транспортом и т. д.;

- аналитика 5G, работающая в режиме реального времени, позволит своевременно корректировать методы обучения, повышая оперативность реагирования преподавателей на меняющиеся потребности своих учеников, и обеспечит в полной степени индивидуальный подход к учащимся;

- искусственный интеллект и машинное обучение обеспечат защиту от мошенничества, обеспечивая внутреннюю безопасность территории университета или студенческого городка, позволяя точно обнаружить незнакомцев;

- потоковая передача видео в высоком разрешении с поддержкой 5G сделают конфиденциальными данные совместных научных исследований, где бы ни находились участники исследований;

- интеграция с интернетом вещей обеспечит создание умных школьных автобусов и умных устройств в кампусах, в том числе лиц, обучающихся в коррекционных центрах Республики Беларусь;

- искусственный интеллект и машинное обучение с интернетом вещей даст возможность обеспечить поддержку обучающимся с особыми потребностями.

Ожидаемые технологические инновации стандарта пятого поколения в сочетании с возможностями вышеперечисленных технологий позволят решить следующие задачи:

- повысить качество образования;
- повысить доступность образования;
- обеспечить индивидуальный подход к обучению и своевременную корректировку образовательных траекторий;

- разработать и внедрить новые образовательные AR- / VR-продукты;
- оптимизировать все процессы управления образованием в учебном заведении или кампусе;

- повысить уровень безопасности в учебных заведениях;
- обеспечить безопасность сетевых научных исследований;
- повысить лояльность и осведомленность родителей обучающихся;
- обеспечить помощь обучающимся с особыми потребностями;
- снизить затраты на персонал и связанные издержки.

Таким образом, внедрение технологий 5G в образование перспективно, но должно идти вслед за внедрением этих технологий в народное хозяйство (промышленность, обрабатывающие, энергетика и др.), что обеспечит наглядные примеры для обучающихся и повысит качество образовательного процесса.

Наиболее перспективными для внедрения в сфере образования можно считать следующие направления:

- новые методы обучения, основанные на AR / VR, в первую очередь в медицинских университетах Республики Беларусь или при обучении высокотехнологичным производствам;
- системы безопасности с применением искусственного интеллекта и машинного обучения;
- технологии IoT для создания «умного» окружения в лабораториях или других образовательных площадках;
- аналитика 5G, будет востребована, например, в коррекционных центрах Республики Беларусь;
- поддержка обучающихся с особыми потребностями, например с особенностями психофизического развития.

Вместе с тем, для успешной реализации целей 5G в образовании необходимо:

- развитие инфраструктуры 5G и связанной с ней экосистемы, а также обеспечение равного совместного доступа к ней всех участников образовательного процесса;
- разработка новых методов обучения и необходимого для них контента;
- дальнейшее развитие навыков и умений преподавателей, необходимых для создания цифрового контента, а также навыков, связанных с потреблением и использованием новых цифровых продуктов и проектов;
- разработка соответствующих платформенных решений;
- создание системы защиты конфиденциальной информации и персонифицированной информации, охраны объектов интеллектуальной собственности;
- изменение образовательных и хозяйственных процессов учреждений образования, разработка ими цифровых стратегий.

Основными преимуществами от внедрения 5G в образовании нашей страны будут следующие:

- повышение цифровых навыков и компетенций обучающихся для цифровой трансформации экономики;
- улучшение взаимодействия между учителями, учащимися, родителями и администраторами образовательных учреждений;
- доступность всех приложений и сервисов (в том числе и видеоматериалов, дистанционных подключений и т. д.) для всех обучающихся в любое время в любом месте образовательных учреждений;

- обеспечение доступности образования для всех категорий граждан и для обучающихся, приживающихся в другой местности;
- мобильность образования, т. е. возможность обучения вне зависимости от места нахождения, а также виртуального посещения различных образовательных мероприятий;
- повышение качества образования, его наглядности, вовлеченности, безопасности (оттачивания навыков работы в сложных и опасных условиях на виртуальных тренажерах);
- автоматизация некоторых бизнес и хозяйственных процессов в учреждениях образования, что приведет к оптимизации их функционирования;
- обеспечение улучшенных условий для проживания в общежитиях.

Таким образом, ожидается, что 5G трансформирует процесс образования, обеспечив развитие высокоэффективной экосистемы цифрового образования, в т. ч. безопасность данных, а также повышение цифровых навыков и компетенций для цифровой трансформации экономики.

Здравоохранение

Электронное здравоохранение позволит оказывать медицинские услуги в электронном виде, а также осуществлять мониторинг пациентов и оказание медицинской помощи удаленно. Использование ИКТ на основе сети 5G для нужд здравоохранения позволяет обеспечить больше возможностей для лечения пациентов, обучения медработников, выявления заболеваний.

В Республике Беларусь основными документами, определяющими развитие системы электронного здравоохранения, являются:

Государственная программа «Здоровье и демографическая безопасность на 2021–2025 годы», согласно которой в рамках подпрограммы 6 «Обеспечение функционирования системы здравоохранения Республики Беларусь» предусмотрена цифровая трансформация здравоохранения, применение интеллектуальных систем для дистанционного мониторинга здоровья, роботизация проведения высокотехнологичных операций; развитие экспорта телемедицинских услуг, решение вопроса о доступе иностранных граждан к белорусским телемедицинским услугам;

Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг., согласно которой цифровая трансформация в здравоохранении предполагает внедрение электронной медицинской карты пациента и сервисы проактивного взаимодействия с гражданами, совершенствование телемедицины, системы мониторинга состояния здоровья населения, эпидемиологического благополучия, поддержки принятия клинических решений и предиктивной аналитики, обеспечить использование электронных медицинских карт пациента не менее чем в 450 учреждениях здравоохранения;

Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы;

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2035 года». Согласно ей приоритетными направлениями цифровой трансформации в здравоохранении помимо карт станут внедрение технологий обработки больших данных на уровне диагностики и лечения пациентов, применение интеллектуальных систем для дистанционного мониторинга здоровья (телемедицина), цифровая стоматология.

Предусматривается разработка специальных программ для мобильных устройств для диагностики состояния здоровья человека. Будет развиваться печать органов на 3D-принтере или биопринтинг.

Важным направлением является роботизация проведения высокотехнологических хирургических операций, сложного протезирования и ранней диагностики онкологических и других заболеваний, а также генетических предрасположенностей к ним.

Наиболее востребованными сервисами с использованием технологий 5G могут быть сервисы, связанные с:

- расширением телемедицины;
- искусственным интеллектом;
- дистанционным мониторингом и диагностикой;
- дистанционной неотложной помощью;
- использованием виртуальной и дополненной реальности;
- быстрой передачей объемных файлов изображений;
- реализацией роботизированной хирургии.

Необходимо отметить, что для реализации указанных сервисов там, где это возможно, будут использоваться стационарные сети связи на основе оптоволокна. Сети связи стандарта 5G будут использоваться для реализации тех приложений, которые нет возможности реализовать на основе ВОЛС.

В среднесрочной перспективе применение сетей связи 5G в системе здравоохранения возможно для:

- обеспечения передачи больших объемов информации, возникающих в результате проведения радиологических диагностических исследований (томография, рентгенография, маммография, ангиография) и ряда других (УЗИ, эндоскопические исследования) при создании централизованных хранилищ результатов данных исследований;
- осуществления телемедицинских консультаций в режиме реального времени с передачей видеоизображения высокого качества;
- AR- / VR-визуализации сложных и удаленных операций при обучении медиков;
- развития роботизированной хирургии;
- удаленного мониторинга температуры тела, пульса, активности головного мозга, получения видеоинформации от пациентов;

– оптимальной эксплуатации централизованной информационной системы здравоохранения (ЦИСЗ), включающей в себя подсистемы «Единый архив медицинских изображений», «Единая система лабораторных исследований», «Личный кабинет пациента», «Интегрированная электронная медицинская карта» и др., наряду со стационарной сетью электросвязи.

Для успешной реализации технологий на основе сети связи стандарта 5G в здравоохранении необходимо:

- создание развернутой инфраструктуры сети связи 5G, включая стабильность источников электроэнергии;
- наличие облачной платформы для сбора и обработки данных о состоянии здоровья пациентов;
- наличие платформы телемедицины и доступа к ней через мобильные устройства;
- обеспечение медицинских учреждений роботизированным оборудованием;
- наличие разнообразных датчиков интернета медицинских вещей, используемых для дистанционного мониторинга и диагностики;
- обеспечение безопасности и надежности носимых устройств для генерирования огромных объемов данных;
- обеспечение защиты персональных медицинских данных, включая генетическую информацию;
- обучение медицинского персонала и населения использованию новых технологий;
- нормативное правовое обеспечение реализации технологий в медицине;
- устойчивое финансирование проектов.

В Гродненской области до конца 2024 г. в рамках регионального комплекса мероприятий по реализации Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы» до конца 2024 г. предусматривается строительство локальных сетей в 20 учреждениях здравоохранения, приобретение более 3 тыс. единиц компьютерной техники, что улучшит качество медицинских услуг в 41 учреждении здравоохранения Гродненской области. Создание новых и модернизация имеющихся локальных вычислительных сетей, сетей передачи данных, оснащение рабочих мест медработников современной компьютерной техникой позволит окончательно перейти на электронную медицинскую карту пациента и развивать телемедицину.

В 2021 г. Постановлением Совета Министров от 13 мая 2021 г. № 267 утверждено Положение о порядке функционирования и использования централизованной информационной системы здравоохранения.

Постановлением Министерства здравоохранения от 1 февраля 2024 г. № 21 определен оператор централизованной информационной системы здравоохранения (ЦИСЗ) – Республиканский научно-практический центр

медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения.

В случае реализации технологии 5G в здравоохранении, возможны следующие результаты:

- снижение финансовых затрат на лечение до 25–30 %;
- снижение госпитализаций больных на 20–60 %;
- снижение необходимости визитов к врачу на 20 %;
- снижение затрат на выезд медперсонала к пациенту;
- повышение уровня медобслуживания населения в удаленных местностях, слабо оснащенных медучреждениях с дефицитом персонала;
- повышение точности диагностики и качества лечения населения;
- снижение времени операций и риска инфицирования больных;
- минимизация рисков врачебной ошибки врачами;
- снижение уровня послеоперационной смертности и осложнений больных;
- снижение затрат при эксплуатации медицинского оборудования за счет применения облачного сервиса.

Таким образом, внедрение технологий на основе сетей связи 5G в здравоохранении позволит качественно и своевременно оказывать медицинские услуги населению, обеспечивать постоянный мониторинг состояния здоровья людей и предоставлять необходимую помощь.

Сфера развлечений и культуры

Сфера культуры и развлечений – это те сферы, где эффект от использования 5G будет получен как со стороны бизнеса, так и со стороны обычных потребителей. Для обычных клиентов возможности использования 5G в сфере развлечений почти безграничны – это могут быть и принципиально новые многопользовательские компьютерные игры, и VR / AR (виртуальная и дополненная реальность) дома и на прогулках, полноценные домашние кинотеатры и стриминг-сессии, по эффекту и включенности соперничающие с обычными кинотеатрами и развлечениями вне дома. Для бизнеса, как и в других сферах, возможности предлагать персонализированные продукты, реализовывать новые форматы творчества, повышать доступность культуры.

На период до 2035 г. главным вектором развития станет цифровизация сферы культуры, включая создание корпоративной информационной сети библиотек и музеев, оснащение цифровыми системами свето- и звукоаппаратуры театральных и концертных площадок.

Основными технологиями, совместное использование которых с сетями связи стандарта 5G, обеспечит ускоренное развитие сферы культуры и развлечения в Республике Беларусь, являются:

– технологии дополненной, смешанной и виртуальной реальности, развитие которых в сочетании с 5G обеспечит разнообразие технологических прорывов, которые кардинальным образом изменят восприятие информации потребителями, обеспечат возможность иммерсивной коммуникации, трансформируют подходы общества к изучению мира и созидательной деятельности во всех сферах;

– передача и хранение высококачественных видеопотоков позволят расширить масштабы решаемых задач по анализу аудитории и персонализации, вывести на новый уровень планирование развития материально-технической базы учреждений культуры.

Ожидаемые технологические инновации стандарта пятого поколения в сочетании с возможностями вышеперечисленных технологий также позволят решить следующие задачи:

- повысить доступность облачных медиапродуктов и развлекательных сервисов;
- расширить аудиторию, предпочитающую цифровой формат контента;
- внедрить «умные системы учета и анализа посещений и продаж билетов».

Национальной стратегией устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года предусматривается разработка и внедрение специализированных информационных сервисов для работы с культурным контентом, для чего в сфере культуры и развлечений Республики Беларусь потребуется развитие следующих сервисов:

- доставка контента на пользовательские устройства и медиапанели;
- управление системами стадионов, концертных площадок на базе информации с датчиков;
- AR- / VR-контент для зрителей: статистика, данные об участниках;
- эффективная передача и формирование контента, обратная связь от AR- / VR-устройств в интерактивных приложениях для образовательных и развлекательных сервисов.

При этом для успешной реализации целей 5G в сфере культуры и развлечений необходимо:

- увеличение количества пользовательских устройств, поддерживающих технологию 5G;
- дальнейшее развитие навыков и умений, необходимых для создания цифровых решений, а также навыков, связанных с потреблением и использованием новых цифровых продуктов и проектов;
- изменение бизнес-процессов учреждений культуры и спорта, разработка ими цифровых стратегий;
- подготовка нормативно-правовой базы, регламентирующей правила применения 5G.

Основные преимуществами применения 5G в сфере культуры и развлечений являются:

- расширение аудитории, предпочитающей цифровой формат контента;

- развитие материально-технической базы учреждений культуры;
- внедрение умных систем учета и анализа посещений и продаж билетов, сбор статистики о зрителях, показах, взаимодействии;
- снижение затрат пользователей на дорогостоящую технику;
- быстрый и комфортный доступ к информации, повышение культурного уровня населения;
- увеличение количества конечных устройств потребителей услуг и платформ;
- рост интереса к посещению событий и мероприятий;
- появление новых форматов трансляций и телевидения;
- повышение прибыльности контента прямых трансляций за счет повышения интереса рекламодателей;
- снижение затрат учреждений культуры и спорта на персонал;
- повышение уровня безопасности офлайн-мероприятий за счет применения сплошного видеонаблюдения и технологии распознавания лиц.

Трудности внедрения технологий стандарта 5G

Хотя операторы мобильной связи начали запускать технологию 5G в 2019 г., это не означает, что 5G будет готов к широкому использованию. Некоторые функции 5G, имеющие отношение к производственному использованию, могут быть недоступны, по крайней мере в течение нескольких лет, а покрытие в отдаленных районах станет отдельной проблемой. Доступность и производительность подключения районов необходимо рассматривать с целостной точки зрения в контексте доступности конечных устройств и дальнейшей обработки данных, а также приложений на их основе.

Управление затратами и развертыванием сетевой инфраструктуры и оборудования является одной из задач технологии. Сети 5G потребуют значительных инвестиций в модернизацию или замену существующих сетевых компонентов, таких как базовые станции, антенны и базовые сети, для поддержки новых технологий и стандартов, которые влечет за собой 5G. Более того, сетям 5G потребуется развернуть больше сетевых узлов, особенно в диапазоне миллиметровых волн, чтобы увеличить покрытие и пропускную способность сети. Это потребует решения физических и логистических ограничений, таких как приобретение участка, электроснабжение и транспортное соединение, а также экологических и социальных последствий, таких как потребление энергии, электромагнитное излучение.

Одной из социальных проблем внедрения 5G является обеспокоенность общественности по поводу воздействия радиочастотного излучения на здоровье. Решением данной проблемы является информирование о

безопасности технологии 5G, борьба с дезинформацией и прозрачность процесса принятия решений.

Несмотря на то, что 5G может принести значительную экономическую пользу, все еще существуют проблемы, выходящие за рамки технологии 5G как таковой. Многие из описанных приложений требуют доступа к данным из разрозненных систем и процессов, нуждаются в передовых технологиях, таких как машинное обучение, большие данные, облачные технологии, пограничные вычисления и должны быть обратно интегрированы в существующие системы предприятий. В этой связи также необходимо получить полное представление о потенциале интеграции 5G с другими технологиями, которые уже используются на территории Республики Беларусь.

Помимо этого, существуют потенциальные проблемы, связанные исключительно с доступом к 5G. Это связано с тем, что первоначальные характеристики 5G не обязательно сразу принесут пользу производителям, поскольку они сосредоточены на увеличении пропускной способности и скорости для потребительских приложений. Кроме того, проблемой станет покрытие в отдаленных районах.

Несмотря на то, что жизненный цикл 5G еще находится на ранней стадии, многие крупные компании и учреждения признали потенциал 5G с точки зрения внедрения новых приложений или бизнес-моделей. Однако компании Республики Беларусь опасаются, что они не смогут в полной мере воспользоваться возможностями технологии.

Помимо доступности конечных устройств, будущий успех 5G во многом зависит от сетевой инфраструктуры. Признанные операторы мобильной связи в Беларуси уже начали процесс оснащения систем мобильной радиопередачи технологией 5G. Данная технология призвана стать основой поставок наряду с 4G для приложений массового рынка. Чтобы обеспечить работу приложений, критичных к задержке (например, в области мобильности, приложений XR, удаленного обслуживания или процессов, работающих с искусственным интеллектом), а также удовлетворить растущий спрос на услуги мобильной передачи данных. Все это требует расширения инфраструктуры ВОЛС.

Безопасность сетей стандарта 5G

Архитектура безопасности 5G состоит из различных сетевых функций и компонентов, которые отвечают за обеспечение сквозной связи, функций аутентификации и различных других функций безопасности. Архитектура безопасности 5G состоит из компонентов, которые являются частью различных других архитектур, действуя таким образом горизонтально во всех других архитектурах. В частности, функции безопасности обеспечивают доступ пользователей в пределах сети радиодоступа, они охватывают

функции безопасности в основной сети и объектах периметра (пограничные вычисления) и обеспечивают функции безопасности в сети.

Особенности архитектуры сетей 5G и связанные с ними проблемы безопасности:

1) сеть радиодоступа (RAN) основана на новом стандарте 5G NR (New Radio), реализующем необходимые для заданного сценария характеристики: пропускную способность, минимальные задержки или массовые подключения. Согласно концепции конвергентной архитектуры, иные сети радиодоступа (Wi-Fi, 4G-LTE) должны подключаться к единому ядру сети 5G. Большое число подключений и высокая пропускная способность увеличивают возможность атаки. ИВ-устройства менее устойчивы к взлому;

2) архитектура опорной сети (ядро сети или 5G Core) основана на облачных технологиях и виртуализации сетевых функций (SDN, NFV), позволяющих создать множество независимых сегментов и поддерживать таким образом сервисы с различным набором характеристик. Сегментирование также позволяет операторам предоставлять сетевую инфраструктуру в виде сервиса для организаций;

3) 5G предполагает активное использование технологии периферийных вычислений (MEC). Это могут быть, в частности, корпоративные приложения, работающие на сети операторов: интеллектуальные сервисы, финансовые сервисы, мультимедиа. В этом случае происходит интеграция операторских сетей 5G в корпоративную инфраструктуру. Это создает новые возможности проникновения в корпоративные сети, в том числе и благодаря размещению оборудования MEC вне защищенного периметра организации;

4) централизованная инфраструктура управления сетью (O&M) усложняется за счет необходимости одновременной поддержки большого числа сервисных сегментов. Это приводит к более серьезным последствиям злоупотребления ресурсами и / или ошибок конфигурации O&M.

Перечень наиболее значимых угроз для каждого компонента сети 5G приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Угрозы для каждого компонента сети 5G

Угрозы для RAN	Угрозы для опорной сети и сервисов оператора	Угрозы для MEC	Угрозы для инфраструктуры 5G из внешних сетей
DDoS-атаки от терминальных устройств	Программные и аппаратные сбои элементов ядра, ошибки конфигурации	Физический доступ нарушителя к оборудованию	DDoS-атаки из интернета
Внедрение поддельных базовых станций	Внедрение вредоносного кода или эксплуатация уязвимостей компонентов	Поддельное или уязвимое стороннее приложение в экосистеме	Несанкционированный к API поставщиков сервисов

Угрозы для RAN	Угрозы для опорной сети и сервисов оператора	Угрозы для MEC	Угрозы для инфраструктуры 5G из внешних сетей
	инфраструктуры		
Атаки на беспроводные интерфейсы (перехват, подмена пользовательских данных)	Нарушение изоляции сегментов, НСД к сегменту	Проникновение в корпоративные или операторские сети из узлов MEC	НСД к интерфейсу управления из внешних сетей

Необходимые меры, для противодействия угрозам в сетях 5G:

1) защита на уровне стандарта:

- разделение слоев протокола передачи данных на три плоскости: User Plane, Control Plane, Management Plane. Изоляция, шифрование и контроль целостности плоскостей. Шифрование абонентского и сигнального трафика;
- увеличение длины ключа шифрования трафика с 128 бит до 256 бит;
- единый механизм аутентификации абонентов для различных типов беспроводной связи;

- поддержка гибких политик безопасности для сегментов сети 5G;

2) защита на уровне решений, оборудования и инфраструктуры сети:

- многоуровневая изоляция и защита целостности компонентов SDN и VNF – гипервизора, виртуальных машин, операционной системы, контейнеров;

- обеспечение высокой доступности виртуальных машин для быстрого восстановления после атак;

- аутентификация приложений MEC, авторизация запросов API;

- дополнительный фактор аутентификации при доступе к корпоративной сети, белый список устройств и служб;

- защищенные каналы связи между базовой станцией, MEC и корпоративной сетью;

- доверенная аппаратная среда – безопасная загрузка устройств, TEE;

- обнаружение атак в реальном времени на сетевых узлах и элементах виртуальной инфраструктуры с использованием алгоритмов искусственного интеллекта;

3) защита на уровне управления сетью:

- многофакторная аутентификация и разграничение доступа к сегментам со стороны O&M;

- средства обнаружения поддельных базовых станций на основе мониторинга событий обслуживания;

- безопасное управление жизненным циклом пользовательских данных, а также аналитических и служебных данных оператора – шифрование, анонимизация, безопасное хранение и удаление;

– централизованное управление уязвимостями, политиками ИБ, анализ больших данных для обнаружения аномалий и раннего реагирования на атаки (SOC).

Рекомендации ЕС 2019/534 «О кибербезопасности сетей 5G». Устранение рисков кибербезопасности в сетях 5G должно учитывать как технические, так и другие факторы. Технические факторы могут включать уязвимости кибербезопасности, которые могут быть использованы для получения несанкционированного доступа к информации (кибершпионаж, будь то по экономическим или политическим причинам) или для других злонамеренных целей (кибератаки, направленные на нарушение или уничтожение систем и данных). Важными аспектами, которые следует учитывать, должны быть необходимость защиты сетей а протяжении всего их жизненного цикла и необходимость охвата всего соответствующего оборудования, в том числе на этапах проектирования, разработки, закупок, развертывания, эксплуатации и обслуживания сетей 5G.

Регулирование и стандартизация технологий 5G

Сегодня в мире регулирование технологии 5G в большей степени предполагает регламент по использованию радиочастот для сетей 5G, который основывается на безопасности и конфиденциальности данных, которые передаются через 5G, а планы по внедрению технологий определяются в таких нормативных правовых документах как стратегии, пятилетние планы развития стран, в государственных программах.

Международную стандартизацию сети 5G осуществляет следующие организации или объединения.

ITU (International Telecommunication Union): координирует глобальное использование радиочастотного спектра и спутниковых орбит. ITU определяет общие требования и рекомендации для 5G, чтобы обеспечить совместимость и эффективное использование радиочастот.

Первый стандарт технологии 5G, разработанный МСЭ, появился в конце 2020 г.

На момент публикации строгим требованиям IMT-2020 к рабочим характеристикам соответствовали три технологии. Две из них (3GPP 5G-SRIT и 3GPP 5G-RIT) были представлены Проектом партнерства третьего поколения (3GPP), а третья (5Gi) была представлена Обществом развития стандартов электросвязи Индии.

Последняя редакция стандарта вышла в конце 2023 г.: Recommendation ITU-R M.2150-2(12/2023) M Series: Mobile, radiodetermination, amateur and related satellite services Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2020 (IMT-2020).

ETSI (Европейский институт телекоммуникаций) также занимается разработками стандартов 5G. Основные направления работы ETSI по 5G включают спецификацию радиоинтерфейса, архитектуры сети, управления и эксплуатации, а также обеспечение безопасности и конфиденциальности. Основное отличие стандартов ETSI заключается в их ориентированности на Европу, при этом сохраняется согласованность с глобальными инициативами по развитию 5G.

3GPP (3rd Generation Partnership Project): разрабатывает и поддерживает стандарты для мобильных сетей, включая 5G. Единым международным стандартом, устанавливающим требования к оборудованию и сети 5G, является группа стандартов 3GPP 38 серии.

Данная серия стандартов определяет не только радиоинтерфейс, но и все протоколы и сетевые интерфейсы, которые обеспечивают работу всей мобильной системы: управление вызовами и сеансами, управление мобильностью, предоставление услуг и т. д. Благодаря такому подходу сети 3GPP могут работать в межвендорском и межоператорском контексте.

В Республике Беларусь в настоящее время действуют следующие ТНПА:

- СТБ 1356-2011 «Сухопутная подвижная служба. Системы подвижной электросвязи. Требования к радиооборудованию» (изменение № 6 стандарта введено в действие постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 04.10.2021 № 97) – устанавливает требования к радиоспектру для абонентского и базового оборудования 5G;

- СТБ 1904-2022 «Услуги сотовой подвижной электросвязи. Требования к качеству и методы контроля» – устанавливает требования к качеству услуг сотовой подвижной электросвязи, а также определяет методы контроля, параметры и показатели качества услуг сотовой подвижной электросвязи 5G.

Инструменты стимулирования внедрения технологии 5G в отраслях экономики

Данные инструменты будут способствовать созданию условий для внедрения и развития технологии 5G в отраслях экономики, способствуя технологическому прогрессу и экономическому росту Республики Беларусь.

Государственное управление. Действующая система государственного управления в сфере цифрового развития позволяет эффективно решать актуальные задачи по внедрению и развитию технологии 5G. В то же время динамика внедрения и развития технологии 5G требует дальнейшего совершенствования механизмов управления, включая создание государственной системы научно-технического прогнозирования; развитие системы технического регулирования; развитие условий для использования государственно-частного партнерства, государственную поддержку и др.

- совершенствование механизмов взаимодействия участников процесса цифрового развития: государственных органов, операторов цифровых и мобильных сетей, промышленных предприятий и организаций, научных организаций и учреждений образования в целях продвижения технологии 5G.

- развитие системы технического регулирования и стандартизации, а также национальной цифровой инфраструктуры, ориентированных на формирование благоприятных условий для внедрения и развития технологии 5G;

- создание организационных и правовых условий для поддержки внедрения технологий 5G в различных сферах экономики и социальной сферы;

- создание национальных технических и технологических платформ по приоритетным направлениям экономической деятельности, интегрированных с платформами государств – членов ЕАЭС;

- развитие условий для использования механизмов государственно-частного партнерства, включая информационную, методологическую и организационную поддержку государственно-частных инициатив;

- развитие рынка прав интеллектуальной собственности, установление порядка закрепления и передачи прав на результаты интеллектуальной деятельности, созданные за счет бюджетных средств, с целью их введения в хозяйственный оборот;

- государственную поддержку международного сотрудничества, экспорта конкурентоспособной инновационной продукции и др.

Нормативное правовое обеспечение. Формирование в Республике Беларусь эффективной нормативной правовой основы, способствующей внедрению и развитию технологии 5G, предусматривает:

- создание комплексной законодательной основы, регулирующей на основе единых принципов отношения, возникающие при внедрении и развитии технологии 5G, в том числе разработку и реализацию стимулирующих мер налоговой, финансовой политики, защиты данных и др.

- совершенствование законодательства в сфере использования высоких технологий, в том числе, разработку мер и стандартов для обеспечения кибербезопасности сетей 5G, внедрения мер для защиты информации и предотвращения злоупотреблений.

Развитие кадрового обеспечения. Ключевым фактором внедрения и развития перспективной технологии 5G является кадровый потенциал. В целях активизации процесса внедрения технологии 5G в отрасли экономики общими принципами развития кадрового потенциала являются:

- разработка образовательных программ для подготовки специалистов в области 5G технологий;

- предоставление грантов на проведение исследований и разработок в области 5G технологий;

- поддержка пилотных проектов для тестирования и демонстрации возможностей 5G технологий и др.

Финансовое обеспечение. Для формирования системы финансирования внедрения и развития технологии 5G необходимо реализовать следующие меры:

- предоставление грантов для разработки, внедрения 5G технологий;
- предоставления льготных кредитов для строительства инфраструктуры 5G;
- предоставление налоговых льгот для компаний, инвестирующих в развитие 5G технологий;
- финансирование прикладных научных исследований и работ, направленных на внедрение и развитие 5G технологий, являющихся перспективными с точки зрения потенциального развития отраслей экономики и т.д.

Планируемые механизмы реализации Стратегии внедрения 5G в отраслях экономики

Наиболее обоснованным подходом по созданию наиболее благоприятных условий для внедрения 5G в Республике Беларусь в интересах отраслей экономики является подход, связанный с безусловным выполнением инфраструктурным оператором сети 5G требований по охвату территории и населения услугами 5G и их качеству. С охватом административных территорий сетью 5G появляется возможность внедрять новые услуги на предприятиях и в учреждениях любой сферы экономической деятельности, расположенных на указанных территориях, развивать цифровые проекты городского и регионального масштабов.

Требования в отношении обеспечения развития сети сотовой подвижной электросвязи в Республики Беларусь сформированы с учетом выбора развития сети 5G по инфраструктурной модели аналогичной модели развития сети 4G и необходимости обеспечения реализации государственных интересов с использованием объединенной сети 4G/5G:

цифровизации всех отраслей экономики Республики Беларусь, внедрение новых сервисов и технологических решений, обеспечения населения качественной связью;

обеспечение покрытия и качества сотовой подвижной электросвязи для выполнения уполномоченными госорганами задач по охране Государственной границы, обороны, обеспечения национальной безопасности и охраны правопорядка в Республики Беларусь;

выполнение требований Директивы Президента Республики Беларусь от 27 декабря 2006 г. № 2 «О дебюрократизации государственного аппарата и повышении качества обеспечения жизнедеятельности населения» в части, касающейся обеспечения охвата населения, проживающего в сельской и малонаселенной местности, услугами сотовой связи.

С учетом реализации строительства и развития сети 5G в рамках единой сети 4G/5G выработаны следующие необходимые требования по развитию в Республике Беларусь объединенной сети сотовой подвижной электросвязи 4G/5G по инфраструктурной модели

1 год реализации инвестиционного проекта по строительству и развитию сети 5G:

охват сетью 4G/5G всей административной территории города Минска (доля соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 10 Мбит/с по направлению к абоненту);

начало строительства первой очереди антенно-мачтовых сооружений с 4G/5G в целях обеспечения покрытия и качества сотовой подвижной электросвязи на приграничных территориях;

средняя скорость передачи данных по направлению к абоненту:

областные центры – 30 Мбит/с,

районные центры – 20 Мбит/с,

сельская местность – 10 Мбит/с.

В течение 1 года реализации инвестиционного проекта развития сети 5G необходимо определить экономические меры и механизмы, которые позволят полностью решить проблему максимального и полного задействования ресурсов объединенной инфраструктурной сетей 4G/5G. В частности, организовать переход на оплату инфраструктурному оператору за фактически переданный трафик, в том числе не по каждой отдельной базовой станции и не за выкуп отдельных ресурсных блоков, а по всей сети или участке сети в целом, предусмотреть возможность создания инфраструктурным оператором технологических сетей на основе сети 4G/5G в интересах субъектов хозяйствования различных отраслей экономики.

Формирование в отраслевых органах государственного управления, облисполкомах и Минском горисполкоме планов по внедрению стандарта 5G для решения вопросов цифровизации деятельности, автоматизации производства, автономизации транспорта, логистики, повышения уровня и качества услуг в области образования, качества оказания услуг в здравоохранении, надлежащего учета и

рачительного управления государственным имуществом и природными ресурсами и т.п. с требованиями по покрытию отдельных территорий и качеству предоставляемых сервисов и услуг в курируемой сфере, а также в интересах подчиненных предприятий, и направление их инфраструктурному оператору 4G/5G для обобщения и разработки Плана по строительству (развитию) сети сотовой подвижной электросвязи 4G/5G в отраслях экономики и его согласования с Советом Министров Республики Беларусь (далее – План отраслевого строительства сети).

2 год реализации инвестиционного проекта по строительству и развитию сети 5G:

охват сетью 4G/5G административных территорий городов: Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Могилев (доля соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 10 Мбит/с по направлению к абоненту);

охват сетью 4G/5G населения, проживающего в сельской местности (населенные пункты с числом домохозяйств 25 и более), услугами сотовой подвижной электросвязи по критерию «внутри помещения» (доля соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 5 Мбит/с по направлению к абоненту);

ввод в эксплуатацию первой очереди антенно-мачтовых сооружений сети 4G/5G в целях обеспечения покрытия и качества сотовой подвижной электросвязи на приграничных территориях;

средняя скорость передачи данных по направлению к абоненту:

областные центры – 40 Мбит/с,

районные центры – 30 Мбит/с,

сельская местность – 20 Мбит/с.

Выполнение инфраструктурным оператором 4G/5G мероприятий Плана отраслевого строительства сети.

В течение 2-го года реализации инвестиционного проекта по строительству и развитию сети 5G инфраструктурному оператору совместно с операторами сотовой подвижной электросвязи целесообразно определить порядок задействования на договорной основе потенциала имеющихся у действующих операторов сотовой подвижной электросвязи сетей и оборудования стандартов 2G, 3G поддерживающих технологии 4G/5G.

3 год реализации инвестиционного проекта по строительству и развитию сети 5G:

охват сетью 4G/5G административных территорий районных центров (90% соединений со скоростью передачи данных не менее 10 Мбит/с по направлению к абоненту);

улучшение качества предоставления услуг 4G/5G на административной территории городов: Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Минск, Могилев (обеспечение связью по критерию «внутри помещения» с долей соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 20 Мбит/с по направлению к абоненту);

охват сетью 4G/5G населения, проживающего в сельской местности (населенные пункты с числом домохозяйств 10 и более), услугами сотовой подвижной электросвязи по критерию «внутри помещения» (доля соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 5 Мбит/с по направлению к абоненту);

строительство и ввод в эксплуатацию второй очереди антенно-мачтовых сооружений с 4G/5G в целях обеспечения покрытия и качества сотовой подвижной электросвязи на приграничных территориях;

средняя скорость передачи данных по направлению к абоненту:

областные центры – 50 Мбит/с,

районные центры – 40 Мбит/с,

сельская местность – 25 Мбит/с.

Выполнение инфраструктурным оператором 4G/5G мероприятий Плана отраслевого строительства сети.

4 год реализации инвестиционного проекта по строительству и развитию сети 5G:

охват сетью 4G/5G административных территорий населенных пунктов с численностью населения более 3000 человек (доля соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 10 Мбит/с по направлению к абоненту);

улучшение качества предоставления услуг 4G/5G на административных территориях районных центров (обеспечение связью по критерию «внутри помещения» с долей соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 20 Мбит/с по направлению к абоненту);

охват сетью 4G/5G автомагистралей (категория М) и частично республиканских автомобильных дорог (категория Р), основных железнодорожных путей (обеспечение связью по критерию «внутри автомобиля» с долей соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 5 Мбит/с по направлению к абоненту);

строительство и ввод в эксплуатацию третьей очереди антенно-мачтовых сооружений с 4G/5G в целях обеспечения покрытия и качества сотовой подвижной электросвязи на приграничных территориях;

средняя скорость передачи данных по направлению к абоненту:

областные центры – 70 Мбит/с,

районные центры – 50 Мбит/с,

сельская местность – 30 Мбит/с

Выполнение инфраструктурным оператором 4G/5G мероприятий Плана отраслевого строительства сети.

5 год реализации инвестиционного проекта по строительству и развитию сети 5G:

улучшение качества предоставления услуг 4G/5G на административных территориях населенных пунктов с численностью населения более 3000 человек (обеспечение связью по критерию «внутри помещения» с долей соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 20 Мбит/с по направлению к абоненту);

охват сетью 4G/5G населения, проживающего в сельской местности, услугами сотовой подвижной электросвязи по критерию «внутри помещения» (доля соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 5 Мбит/с по направлению к абоненту);

охват территории Республики Беларусь сетями 4G/5G по критерию «внутри помещений» 95 %;

средняя скорость передачи данных по направлению к абоненту:

областные центры – 100 Мбит/с,

районные центры – 70 Мбит/с,

сельская местность – 40 Мбит/с.

Выполнение инфраструктурным оператором 4G/5G мероприятий Плана отраслевого строительства сети.

6-7 год реализации инвестиционного проекта по строительству и развитию сети 5G:

охват сетью 4G/5G населения, проживающего в сельской местности, услугами сотовой подвижной электросвязи по критерию «внутри помещения» (доля соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 10 Мбит/с по направлению к абоненту);

охват сетью 4G/5G республиканских автомобильных дорог категория Р (обеспечение связью по критерию «внутри автомобиля» с долей соединений 90% со скоростью передачи данных не менее 5 Мбит/с по направлению к абоненту);

средняя скорость передачи данных по направлению к абоненту:
областные центры – 150 Мбит/с,
районные центры – 100 Мбит/с,
сельская местность – 50 Мбит/с

Выполнение инфраструктурным оператором 4G/5G мероприятий
Плана отраслевого строительства сети.

8-10 год реализации инвестиционного проекта по строительству и
развитию сети 5G:

улучшение качества предоставления услуг 4G/5G на
административных территориях населенных пунктов с численностью
населения более 3000 человек (обеспечение связью по критерию
«внутри помещения» с долей соединений 90% со скоростью передачи
данных не менее 50 Мбит/с по направлению к абоненту).

Завершение выполнения инфраструктурным оператором 4G/5G
мероприятий Плана отраслевого строительства сети.

Для более активного внедрения технологии 5G в Республике Беларусь
в отраслях экономики возможно потребуются провести дополнительные
отраслевые оценки потребительского рынка, сроков, этапности и территории
обеспечения покрытия, разработку отдельных требований к качеству
оказания услуг с использованием сети 5G на конкретных производственных
площадках и т.п., выполнить целевые научные исследования, провести
научно-технологические работы по приоритетным направлениям
использования технологии 5G в интересах конкретной отрасли экономики на
краткосрочную (1-3 года) и долгосрочную перспективу (5-10 лет),
сформировать государственный заказ на подготовку научных кадров
среднего специального и высшего образования по обслуживанию и
эксплуатации сети 5G и соответствующего оборудования, реализации
перспективных проектов на основе технологии 5G.