

УДК 654.1

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ СЕТЕЙ СВЯЗИ 5G В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О. Г. ГЕЛИВЕР,*доцент, к. воен. н., заведующий кафедрой цифровой экономики**Белорусская государственная академия связи*

Статья посвящена особенностям внедрения технологии 5G в условиях Беларуси. Превращение потенциального научно-технического прогресса в реальный воплощается в новых продуктах и технологиях. При этом цифровая трансформация предполагает перестройку экономики с опорой на цифровые технологии.

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение сети сотовой подвижной электросвязи по технологии IMT-2020 (далее – сеть связи 5G) в Республике Беларусь – это не просто технический апгрейд существующей сети, а стратегический шаг к цифровой трансформации экономики и улучшению качества жизни граждан.

Глава государства 1 апреля 2025 года подписал Указ № 139 «Об инвестиционном проекте», который предусматривает создание сети связи 5G с включением в ее состав единой сети сотовой подвижной электросвязи по технологии LTE (4G). Указ также направлен на дальнейшее развитие современной инфраструктуры сетей электросвязи на основе внедрения в интересах государства, граждан и бизнеса новых информационно-коммуникационных технологий. Так, в «Проекте Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2040 года» говорится, что внедрение и развертывание сетей связи 5G «создадут условия для ускоренной полномасштабной модернизации производств с переходом на интегрированное цифровое управление». Проект предусматривает на протяжении 2025–2034 годов поэтапное покрытие единой сетью всей территории страны [1].

В Беларуси принята централизованная модель развития сети связи 5G. Единым инфраструктурным оператором, а также инвестором и заказчиком по разработке проектной документации и строительству объектов единой сети выступает ООО «Белорусские облачные технологии». Разворачивание сети связи 5G

уже началось в 2025 году. Первым на очереди – Минск, затем подключат областные центры, а в течение последующих нескольких лет – города меньших размеров [2].

Для полноценного функционирования сети 5G требуются много новых высокотехнологичных базовых станций и проводная сеть с большой пропускной способностью. Однако строительство такой инфраструктуры предполагает значительные финансовые вложения и затраты времени [3]. Основными сложностями внедрения могут быть поставки оборудования, реальный спрос на новые услуги, необходимые инвестиции, сроки окупаемости, вопрос подготовки кадров и кибербезопасность сети при ее эксплуатации. Для решения этих проблем обратимся к опыту внедрения сети связи 5G в Китайской Народной Республике (КНР), которая является мировым лидером в развитии сетей связи пятого поколения (пользователей мобильной связи 5G – более 1 млрд, а по всей стране создано свыше 4 000 заводов с использованием технологии 5G).

ВНЕДРЕНИЕ СЕТИ СВЯЗИ 5G В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

За последние 10 лет Госсоветом КНР и Министерством промышленности и информационных технологий обнародованы программы и планы по созданию собственной независимой высокотехнологичной промышленности: «Сделано в Китае 2025» (2015), «Национальный план стимулирования

технологических разработок в сфере искусственного интеллекта» (2017), «Трехлетний план действий по продвижению развития отраслей искусственного интеллекта нового поколения» (2017), «Руководящие заключения по углублению «Интернет + передовое производство» и развитию промышленного интернета» (2017), «Китайские стандарты 2035» (2018), «План действий по инновациям и развитию промышленного интернета на 2021–2023 годы» (2021), «14-й пятилетний план развития умного производства» (2021), «14-й пятилетний план развития цифровой экономики» (2021) и др. Цель их реализации – использование цифровых технологий и их инновационных продуктов для улучшения существующих производственных процессов, расширения возможностей управления и обслуживания промышленных предприятий. Как результат – повышение конкурентоспособности продукции китайской промышленности на мировом рынке.

В КНР с 2015 года центральные и местные органы власти приняли ряд политик, чтобы создать благоприятную политическую среду для пилотной программы по продвижению интегрированного внедрения технологий «5G плюс промышленный интернет». Она охватывает 41 национальную экономическую категорию и включает шесть основных режимов применения: цифровые исследования и разработки, интеллектуальное производство, сетевое сотрудничество, персонализированная настройка, расширение услуг и бережливое управление. В этом документе представлены 10 отраслевых практик и 20 типичных сценариев применения, опубликованных Министерством промышленности и информационных технологий КНР [4, 5]. В стране создано более 240 промышленных интернет-платформ, имеющих сильное региональное и отраслевое влияние [6].

В соответствии с положениями программы «Сделано в Китае 2025» КНР основным драйвером трансформации и модернизации национальной промышленности должно стать умное производство. Как три ступени (стадии) его эволюции рассматриваются цифровое производство, цифровое сетевое производство и цифровое сетевое умное производство.

Первая ступень – цифровое производство, которое реализуется через сбор, хранение, анализ и передачу данных для достижения устойчивой связи бизнес-процессов, а использование цифровых технологий приводит к увеличению количества подключаемого производственного оборудования, что становится основой сетевого производства.

Вторая ступень – цифровое сетевое производство: создание производственной платформы на основе промышленного «интернета вещей» посредством взаимосвязи умного производственного оборудования. Поддерживаемая

новыми цифровыми технологиями промышленная интернет-платформа создает виртуальную информационную систему, управляющую производственными операциями физической системы. Это помогает промпредприятиям преодолевать пространственные ограничения. В процессе обмена информацией внутри производственных предприятий и между ними координируются проектирование, производство и поставка продукции. В результате сокращается цикл разработки продукта, уменьшаются потери в производственном процессе и повышается конкурентоспособность предприятий.

Третья ступень – цифровое сетевое умное производство: глубокая интеграция нового поколения технологий искусственного интеллекта (ИИ) и цифрового сетевого производства. Технология ИИ наделяет производственную систему способностью восприятия, анализа, глубокого обучения и самокоррекции. Благодаря этому умные продукты со встроенными чипами и человекоподобным мышлением способны участвовать в сложных производственных и сервисных операциях, улавливать изменения потребительского спроса в режиме реального времени, реализовать персонализированную настройку, ориентированную на потребности пользователя [7].

ПРАКТИКА ЦИФРОВИЗАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Сейчас Беларусь заканчивает переход от первой ступени эволюции цифрового развития производства ко второй ступени, или цифровому сетевому производству. Например, в 2023 году введены в эксплуатацию: интеллектуальная система «Цифровое месторождение» РУП ПО «Белоруснефть», цифровая платформа Единой цифровой базы активов ГУ «Белоруснефть-Нефтехимпроект», цифровая платформа Единой государственной системы учета древесины и сделок с ней Минлесхоза. В 2024 году запущены новые линии роботизированной техники на предприятии ООО «Савушкин продукт» в г. Береза, внедрена платформа Malanka New ГП «Белоруснефть-Нефтехимпроект», создан сервис для визуализации и анализа тепловых аномалий с помощью спутниковых данных в составе программного комплекса «Обнаружение тепловых аномалий» УП «Геоинформационные системы» и др.

Стоит обратиться к опыту внедрения сетей связи в Китайской Народной Республике, которая уже начинает внедрять сети связи 10G [8]. Исходя из долгосрочных стратегических партнерских отношений с КНР, опыта внедрения, а также наличия в Китае технической базы производства телекоммуникационного оборудования для построения сети связи 5G, ключевым сегментом для внедрения сети 5G в Беларуси должны стать промышленные предприятия. Предлагается следующий подход к внедрению и стандартизации.

→ Разбить направления внедрения сети связи 5G в Минске на секторы в соответствии с отраслями белорусской экономики. В первую очередь выделить промышленный, транспорт и логистику, энергетику, здравоохранение, образовательный и жилищно-коммунальный (социальный) секторы.

Такое решение позволит рассмотреть Минск в виде типовых сетевых промышленных, транспортных, логистических, образовательных и городских платформ (кластеров) и разработать единые технико-экономические требования к объектам внедрения при проектировании сети связи 5G. Указанный подход поможет систематизировать и стандартизировать проектные решения построения сети и обеспечит разработку единой топологии на базе типовых интернет-платформ для разных отраслей экономики страны. Первоочередная разработка промышленных интернет-платформ и их внедрение на промпредприятиях станут драйвером для других секторов экономики.

→ С учетом единой топологии внедрения сети связи 5G распространить опыт проектирования и создания промышленных интернет-платформ на другие ключевые направления.

Особенность внедрения сети связи 5G на промышленных объектах – необходимость создавать внутренние промышленные сети, чтобы управлять их характеристиками и надежностью. В рамках промышленных интернет-платформ целесообразно рассматривать внутренние промышленные сети отдельно от публичной сети (рис. 1).

Преимущество промышленных интернет-платформ – предприятия могут прослеживать, хранить, анализировать, управлять и свободно конфигурировать трафик по собственному усмотрению. Кроме полностью изолированной внутренней

промышленной сети 5G, возможны смешанные формы, в которых внутренняя промышленная и публичная сеть делят общие ресурсы.

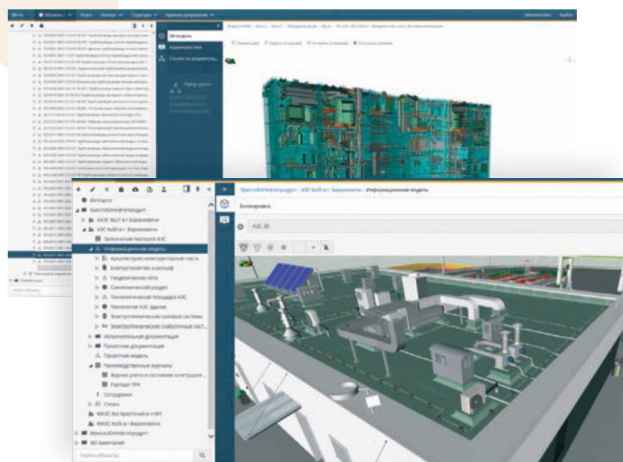
С практической точки зрения на первом этапе внедрения сети связи 5G целесообразно рассматривать градообразующие промышленные предприятия не только Минска, но и Минской области. Именно они должны стать «точками роста» построения сети связи 5G. Это позволит обеспечить разработку единой топологии внедрения сети. И при создании промышленных интернет-платформ необходимы четкие критерии выбора «точек роста». С учетом экономического эффекта при внедрении сети связи 5G такими критериями предлагается считать:

- 1 Уровень цифровизации градообразующих предприятий в Минске и Минской области.
 - 1.1 Уровень внедрения автоматизации, цифровизации и цифровой трансформации бизнес-процессов на выбранном градообразующем предприятии или группе взаимосвязанных предприятий.
- 2 Уровень кооперации предприятия с другими предприятиями или секторами промышленности (экономики) при производстве продукции.
 - 2.1 Уровень последующего влияния выбранного предприятия на другие отрасли экономики при внедрении сети 5G. Возможности его использования как базового в качестве «точки роста».
- 3 Затраты при внедрении сети 5G на выбранном предприятии или группе предприятий.
- 4 Максимальный экономический эффект при внедрении сети связи 5G с учетом реализации продукции предприятия на внешних рынках.

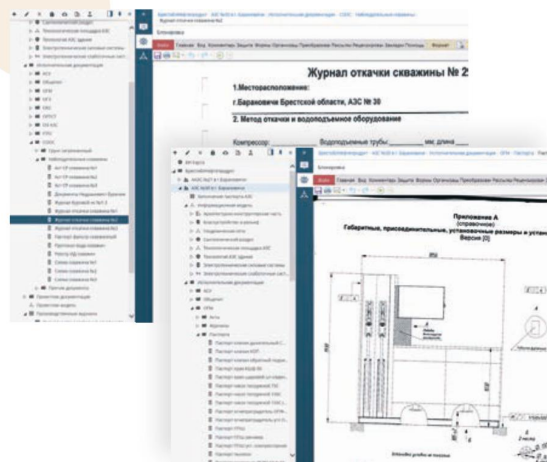


Рисунок 1. Вариант подключения устройств к беспроводной внутренней промышленной сети

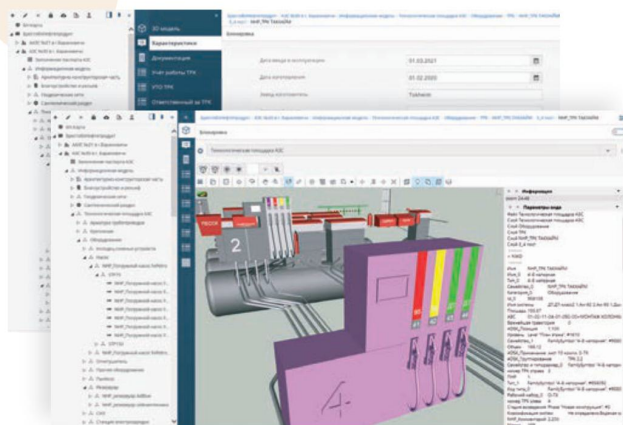
Детализированная трехмерная модель



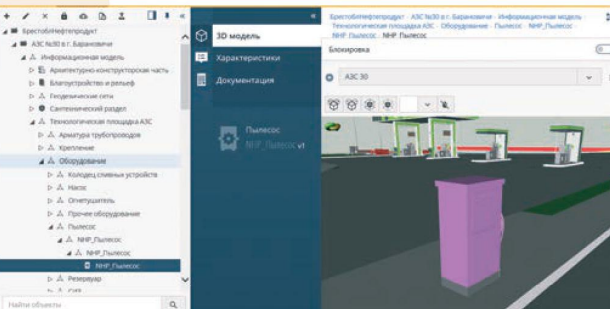
Электронный архив документации



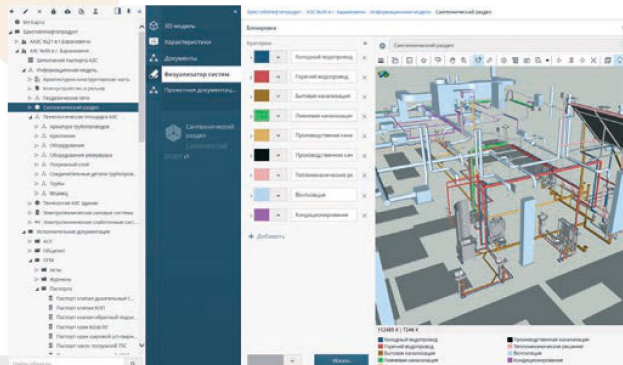
Комплексное атрибутивное наполнение элементов модели



Настраиваемые иерархии объектов



Различные виды поисковых запросов



Интерактивные производственные технологические схемы

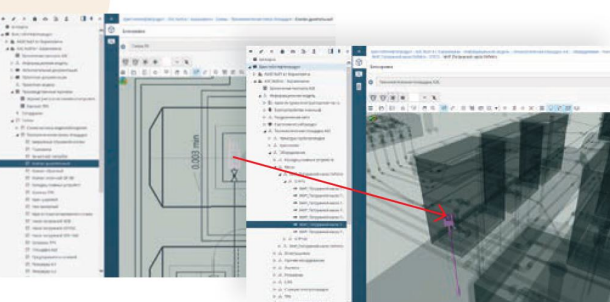


Рисунок 2. Цифровая платформа Единой цифровой базы активов ГП «Белоруснефть-Нефтехимпроект»

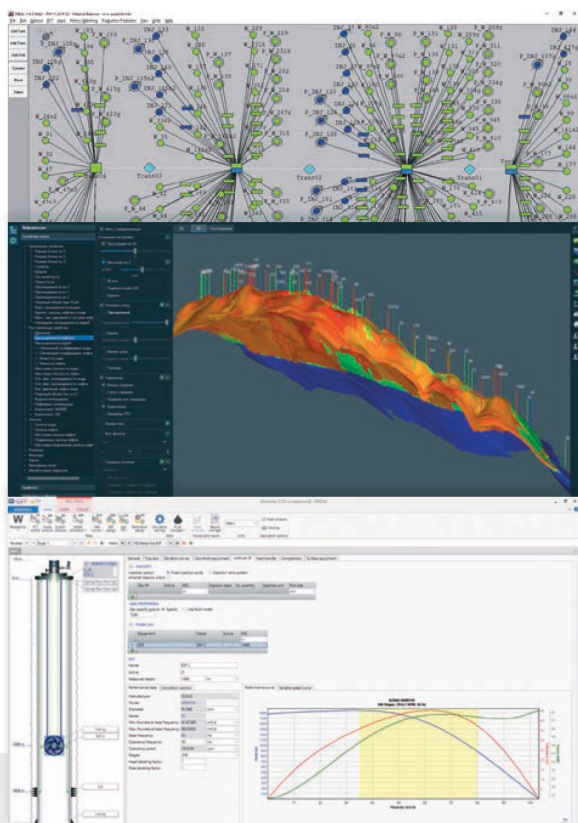


Рисунок 3. Интеллектуальная система «Цифровое месторождение» РУП ПО «Белоруснефть»

ИНТЕГРИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ



Постановление Совета Министров от 16 февраля 2021 года № 90 определяет перечень градообразующих и системообразующих хозяйственных обществ, в который вошло 103 акционерных общества. 20 находятся в Минске, 16 – в Брестской области, 15 – в Витебской, по 11 – в Гомельской и Минской областях, 13 – в Гродненской, 17 – в Могилевской [9, 10]. Добавим, что в промышленный комплекс Минской области входит более 4 000 организаций, в том числе 316 – крупных и средних, из которых 86 (52,8%) – организации, подчиненные республиканским органам государственного управления; 81 (13,9%) – организации, подчиненные Минскому облисполкому, и 149 (33,3%) организаций без ведомственной подчиненности [11].

В Минске в качестве «точек роста» предлагается рассмотреть следующие градообразующие предприятия промышленности: ОАО «Минский автомобильный завод» – управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ», ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ», ОАО «Минский тракторный завод», предприятия радиоэлектронной промышленности ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ», ЗАО «Атлант», ОАО «Минский завод колесных тягачей», ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Управляющая компания холдинга «МИНСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД».

В Минской области – ЗАО «Белорусская национальная биотехнологическая корпорация», ОАО «Беларуськалий», ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания», «Борисовский завод автотракторного электрооборудования» – управляющая компания холдинга «Автокомпоненты».

Уже сейчас в качестве пилотных площадок для внедрения комплексов программно-инструментальных средств управления жизненным циклом изделий и программных комплексов интеллектуальной обработки сенсорных данных Министерством промышленности и концерном «Беллепром» определены: ОАО «Управляющая компания холдинга «Минский моторный завод», ОАО «Минский электротехнический завод имени В. И. Козлова», ОАО «БобруйскАгроМаш» и ОАО «Полесье». Примерами успешной цифровизации производственных и технологических процессов также являются ОАО «Светлогорский ЦКК», ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «МАЗ», ОАО «МТЗ». Например, в ОАО «Мозырский НПЗ» внедрена система управления технологическими процессами с элементами «цифровых двойников» [12].

Отметим, что настоящее время в различных отраслях промышленности уже разработаны цифровые платформы, которые успешно применяются предприятиями и организациями (рис. 2, 3).

Особенность разработки промышленных интернет-платформ – градообразующие промышленные предприятия при производстве конечной продукции тесно кооперируются с другими предприятиями Беларуси (в том числе и из других отраслей экономики), входящими в цепочки поставок комплектующих элементов сложной промышленной техники. Значит при выборе градообразующего промпредприятия для внедрения 5G требуется определить цепочки тех предприятий, которые тесно связаны с ним по кооперации при производстве конечной продукции. В противном случае добиться получения высокой добавочной при производстве конечной продукции будет проблематично. А это может напрямую повлиять на коммерческие результаты внедрения 5G в Беларуси.

Кроме того, удачный запуск 5G на крупных предприятиях в дальнейшем может стать «точкой роста» и для районов столицы, и для города с населением до 100 000 жителей за счет подключения к сети связи 5G предприятий и организаций

других секторов экономики. Это возможно за счет базовых станций сети связи 5G градообразующего предприятия. Они обеспечивают сбор, обработку и передачу информации и станут основой для предприятий и организаций сельскохозяйственной отрасли (в городах с населением до 50 000 жителей), туризма, здравоохранения, организаций торговли, транспорта и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для промышленных предприятий Минска и Минской области представлен подход к внедрению сети связи 5G, который отталкивается от «точек роста» – промышленных градообразующих предприятий.

Такое решение позволит экономически целесообразно подойти к вопросу реализации сетей связи 5G в условиях ограничения ресурсов и технической оснащенности предприятий, а также особенностей развития нашего государства в окружении недружественных стран. **BC**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В Республике Беларусь будет внедрена сеть по технологии 5G [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mpt.gov.by/ru/v-respublike-belarus-budet-vnedrena-set-po-tehnologii-5g> (дата обращения 15.04.2025).
2. Реализация инвестпроекта по внедрению технологии 5G планируется в Беларуси [Электронный ресурс]. – URL: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2025/april/88251/> (дата обращения 15.04.2025).
3. Развитие сетей 5G в мире, перспективы развития в России [Электронный ресурс]. – URL: // – URL: <https://dzen.ru/a> (дата обращения 04.06.2025).
4. Китай активно продвигает развитие технологии «5G плюс промышленный интернет» для модернизации традиционных отраслей [Электронный ресурс]. – URL: <https://russian.news.cn/20241120/3725533b5e514bc68c1b70eee0e6ea15> (дата обращения 16.04.2025).
5. Промышленный интернет в Китае для повышения производительности и сокращения затрат [Электронный ресурс]. – URL: <https://prc.today/promyshlennyj-internet-v-kitae-dlya-povysheniya-proizvoditelnosti-i-sokrashheniya-zatrat> (дата обращения 16.04.2025).
6. Развитие умного производства в Китае и возможности использования в Беларуси опыта КНР [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pressreader.com/belarus/belaruskaya-dumka/20220822/282080575634521?srsltid=AfmBOoqHEJ3rRhiqFf0pcMbqXJ2hiZ6TLCb1WGi0lWZmqSUMrsUpRfLY> (дата обращения 16.04.2025).
7. Развитие 5G в Китае [Электронный ресурс]. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Развитие_5G_в_Китае#:~:text=2024
8. Интернет 10G запустили в Китае [Электронный ресурс]. URL: <https://belta.by/tech/view/internet-10g-zapustili-v-kitae-710130-2025/> (дата обращения 02.10.2025)
9. Постановлением Совета Министров от 16 февраля 2021 года №90 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.government.by/upload/docs> (дата обращения 02.06.2025).
10. Перечень градообразующих предприятий в Беларуси [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.government.by/upload/docs> (дата обращения 17.06.2025).
11. Горжусь Минщиной! Люблю Беларусь [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minsk-region.gov.by/ekonomika-i-finansy/promyshlennost> (дата обращения 16.04.2025).
12. Направления цифровизации деятельности промышленных организаций в Беларуси [Электронный ресурс]. URL: <http://edrf.ru/article/19-02-23> (дата обращения 20.07.2025).

The transformation of guaranteed scientific and technical progress necessarily occurs in new products and technologies. In the Republic of Belarus, digital transformation involves restructuring the economy based on digital technologies. Features of the development of 5G technology in relation to the conditions of the Republic of Belarus and the dedicated article.

Статья поступила в редакцию 02.10.2025